

## Estudio de Costo y Beneficio.

“Proyecto de Movilidad Urbana FASE II de Sistema Tronco Alimentador de Transporte BRT Macrobus en Zona Metropolitana de Guadalajara”.

Elaborado por Corporación Rehovot, S.A. de C.V.

Noviembre 2009.



## TABLA DE CONTENIDO

<b>I.</b>	<b>Resumen Ejecutivo .....</b>	<b>7</b>
<b>II.</b>	<b>Situación actual sin proyecto y posibles soluciones .....</b>	<b>13</b>
	a) Diagnóstico de la situación actual que motiva la realización del proyecto .....	13
	b) Descripción de la Situación Actual Optimizada.....	19
	c) Análisis de Oferta y Demanda de la Situación sin Proyecto .....	28
	d) Alternativas de Solución .....	90
<b>III</b>	<b>Descripción del Proyecto.....</b>	<b>100</b>
	a) Objetivo del proyecto .....	100
	b) Propósito del proyecto .....	102
	c) Componentes del proyecto .....	105
	i) Nodos de distribución del tráfico e instalación de semáforos y señalética .....	113
	d) Calendario de Actividades .....	115
	e) Tipo de Proyecto o Programa.....	116
	f) Localización Geográfica .....	116
	g) Vida Útil del Programa.....	117
	h) Capacidad Instalada .....	117
	i) Metas Anuales y Totales en el Horizonte de Evaluación .....	118
	j) Beneficios Anuales y Totales en el Horizonte de Evaluación .....	120
	k) Descripción de los Aspectos de la Evaluación Técnica, Ambiental y Legal del proyecto.....	123
	l) Avance en la obtención de los derechos de vía, manifestación de impacto ambiental.....	131
	m) Costo Total del Proyecto. ....	133
	M1) Costos de Inversión en Infraestructura.....	133
	M2) Costos de Mantenimiento. ....	137
	n) Fuentes de Recursos .....	138
	o) Supuestos Técnicos del Proyecto.....	144
	p) Infraestructura Existente y Proyectos en Desarrollo que Podrían verse Afectados por la Realización del Proyecto. ....	162
<b>IV</b>	<b>Situación con Proyecto .....</b>	<b>164</b>
<b>V</b>	<b>Evaluación del Proyecto.....</b>	<b>180</b>
<b>VI</b>	<b>Análisis de Sensibilidad y Riesgos.....</b>	<b>187</b>
<b>VII</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>196</b>
	ANEXO I: Rutas de transporte antes del proyecto. ....	198
	ANEXO II: Rutas Modificadas.....	203
	ANEXO III: Metodología de la encuesta origen y destino. ....	206

ANEXO IV: Polígonos de carga .....	212
ANEXO VII. Detalle de Estudios de Viabilidad. ....	220
ANEXO VIII. Relación de normas y proyectos de normas .....	222

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Oferta Operativa de Transporte Público en la Zona Metropolitana de Guadalajara .....	29
Figura 2. Viajes por persona por día en transporte público en la Zona Metropolitana de Guadalajara..	36
Figura 3. Volumen Vehicular en Transporte Privado en la Zona Metropolitana de Guadalajara .....	38
Figura 4. Aforos sectoriales FASE II .....	39
Figura 5. Aforos visuales de ocupación de TC FASE II .....	41
Figura 6. Alternativa de Corredores ZCG .....	92
Figura 7. Comparativo de BRT con otros modos de transporte masivo .....	99
Figura 8. Plano General de Terminal FASE I (Ejemplo de Terminal).....	112
Figura 9. Diseño del Plano de la edificación de la Terminal Sur FASE I.....	113
Figura 10. Diseño del Inmueble de Terminal Sur FASE I .....	113
Figura 11. Calendario multianual .....	117
Figura 12. Corredor Fases II (Línea Verde) .....	118
Figura 13. Programa de Transporte Masivo ZMG .....	163
Figura 14. Polígono de Carga FASE II .....	213

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Incremento de eficiencia operativa Troncal-Alcalde .....	21
Tabla 2. Incremento de eficiencia operativa Troncal-Alcalde .....	23
Tabla 3. Optimización Tiempo Troncal Alcalde.....	24
Tabla 4. Optimización de Tiempo Troncal Alcalde.....	25
Tabla 5. Unidades del servicio de transporte colectivo de la Troncal-Alcalde .....	27
Tablas 6. Levantamientos de observaciones de ascensos y descensos en ambos sentidos por segmento	45
Tablas 7. Concentradoras de ascensos y descensos en ambos sentidos .....	77
Tabla 8. BRT versus otros sistemas de transporte .....	97
Tabla 9. Emisiones evitadas .....	123
Tabla.11. Análisis de sensibilidad de la tarifa.....	154
Tabla 10. Costos infraestructura para BRT .....	137
Tabla 12. Premisas FASE II.....	167
Tabla 13. FASE II Comparativo de costos de operación vehicular con Proyecto y Sin Proyecto Optimizado .....	168
Tabla 14. Beneficios en Tiempo FASE II.....	171
Tabla 15. Beneficios en Tiempo.....	173
Tabla 16. FASE II Flujos anuales de efectivo social del proyecto (MDP) .....	183
Tabla 17. Flujos descontados .....	184
Tabla 18. FASE II Indicadores de rentabilidad .....	186
Tabla 19. FASE II Tasa Interna de Retorno Inmediata .....	186
Tabla 20. FASE II Análisis de Sensibilidad.....	189
Tabla 21. Proyección de los ingresos FASE II.....	195
Tabla 22. Estado de Resultados FASE II .....	195
Tabla 23. Flujo de efectivo FASE II .....	195
Tabla 24. Encuesta domiciliaria .....	208
Tabla 25. Encuesta en sitios atractores.....	209

Tabla 26. Encuesta en accesos carreteros.....	210
Tabla 27. Resumen complementario de las encuestas.....	211
Tabla 28. Promedio de atracción por unidad económica.....	212

## I. Resumen Ejecutivo

El gobierno de Jalisco está analizando la alternativa de ampliar la red de movilidad urbana a través de la implementación de un servicio de transporte de pasajeros basado en un corredor bajo la modalidad de Sistema Tronco-Alimentador, conocido como *Bus Rapid Transit* -BRT, denominados FASE II. Con base tanto en los estudios de demanda como en los satisfactorios resultados derivados de la implementación de la FASE I - *Corredor actualmente en operación de 16 kms y transporta 124 mil ppd.* - se identificó un potencial de expansión de la red de BRT de 38.5 kms. en la FASE II y 31 kms para la FASE III, sin embargo para fines del alcance del presente análisis costo benéfico solo se incluirá el alcance de la troncal FASE II. Este “proyecto” forma parte de una estrategia integral de *Movilidad Urbana*, la cual contempla la eficiencia en todos los modos como: Transporte público -integrado por dos troncales de *Tren Ligero* y 5,000 unidades subrogadas-, transporte motorizado privado, desplazamientos peatonales y el fortalecimiento de uso de la bicicleta; todo esto para mejorar la calidad de vida de la población, fortalecer el ingreso familiar, mitigar la emisión de gases efecto invernadero y preparar a la ciudad para un escenario futuro que prevé restricción en el consumo de combustibles fósiles.

El presente documento muestra los resultados del análisis costo y beneficio (ACB) del proyecto de la FASE II del BRT Macrobus sobre la Troncal-Alcalde en la Zona Metropolitana de Guadalajara -ZMG-. La troncal FASE II pretende vincularse en un sistema de movilidad de transporte público con otros modos como la FASE I de Macrobus y las dos líneas de *Tren Ligero Urbano*.

Las opciones de recorrido analizadas dentro de este trabajo, parten del Programa de Movilidad de la ZMG el cual incluye un análisis de demanda de 10 troncales, de las cuales se han realizado tres troncales, las dos primeras bajo la modalidad de *Tren Eléctrico Urbano* y la tercera bajo el modo de BRT Macrobus. En el estudio de viabilidad se observa que la alternativa Troncal-Alcalde, también denominada Diagonal 09, por la conectividad que ofrece tanto con el BRT FASE I como con el *Tren Ligero*, aunado que en dicha troncal transita el 50% del total de unidades convencionales de la ciudad sería la de mayor captación de demanda. Adicionalmente, se concluyó que dadas las restricciones de espacio e infraestructura, así como los costos de inversión y operación, así como el nivel de densidad y tarifa se desecharon las alternativas de emplear a un modo de transporte como el metro o un sistema semi-rápido para cubrir la demanda, por lo cual se concluyó que el modo más propicio dada las características técnicas, demanda y financiera lo constituye el modelo tronco-alimentador, también denominado BRT. Se incluye en este texto la síntesis de los trabajos de análisis de la demanda y de diseño conceptual, que explica de manera general las principales características del proyecto.

Este ACB se basa en la estimación de la demanda, en la cuantificación de los costos de inversión y mantenimiento del proyecto así como en la cuantificación monetaria de externalidades que derivan de la instrumentación del proyecto como son el ahorro en tiempo de los usuarios y la disminución de costos operativos, los cuales se expresan en

un incremento de Índice de Pasajeros por Kilometro -IPK- de la troncal Alcalde, como los más relevantes.

Las principales metas establecidos en el alcance del “Proyecto” de definen a continuación:

- Priorizar el transporte público de pasajeros en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) sin menoscabo del transporte motorizado privado.
- Eficientar el modelo de transporte público mediante una solución que logre reducir el tiempo de traslado de los usuarios.
- Optimizar el parque vehicular a los distintos horarios de la demanda, alcanzar economías de escala operativas.
- Alinear los incentivos hacia la mejora del servicio e incrementar de la seguridad vial del transporte público.
- Reducir las emisiones contaminantes.
- Migrar de un modelo hombre-camión hacia un esquema de empresa.
- Reducir el costo de transporte de los usuarios.
- Adecuar la oferta de transporte público en función al estudio de Encuesta de Origen -Destino.
- Reducir el consumo de combustibles fósiles.

Los principales aspectos del proyecto se definen a continuación:

La Zona Metropolitana de Guadalajara genera 9.7 millones de viajes diarios, de los cuales el transporte colectivo integrado por 5,000 unidades de transporte convencional - 12 metros- mueve al 28.3% del total. La estructura del modelo de transporte se ha mantenido inamovible desde hace prácticamente 40 años y la realidad operativa es el resultado de una inercia histórica que responde a presiones gremio-políticas y no necesariamente a las necesidades de mercado, con una superposición de rutas y servicios de baja eficiencia. Este modelo de transporte muestra signos de agotamiento tanto para ofertantes como para demandantes. En el caso de la oferta, los choferes registran condiciones de trabajo no óptimas, la rentabilidad del modelo cae paulatinamente por bajos índices de Pasajeros por Kilómetros -IPK- Inferiores a 2, reducción de velocidades cruceros; mientras que, desde la perspectiva de la demanda, el usuario financia, a través de la tarifa, las crecientes ineficiencias operativas, el sistema es inseguro, la calidad del servicio no es la óptima y la red de transporte público atiende los principales ejes de desplazamiento radial pero presenta una carencia de corredores diametrales y transversales integrados con los ejes radiales, lo cual encarece el costo del servicio por transbordos. Adicionalmente, la ZMG registra bajos niveles de densidad, por lo que hace inviable considerar otros modos de transporte. La evidencia internacional muestra soluciones a problemáticas similares a la de la ZMG mediante una migración paulatina del esquema de “hombre camión” hacia un modelo de empresa de modo BRT.

La infraestructura requerida para la realización del El “proyecto” se integra por tres grandes componentes:

### (i) Operativos Material Rodante y equipo Operativo

El equipo rodante registra el 30% del costo total de la *FASE II* y se prevé que sea financiado totalmente a través de capital de riesgo privado mediante un título de concesión y en el cual no se contempla ningún tipo de transferencia de recursos fiscales *-subsidio-* ni del gobierno estatal ni federal *-incluyendo FONADIN-*. La operación de sistema de transporte será soportada financieramente de manera exclusiva por ingresos tarifarios. El componente privado del “proyecto” operará bajo el apego de un órgano regulador gubernamental diseñado para brindar transparencia y cumplimiento a los protocolos de seguridad, eficiencia y servicio. Los componentes de inversión la inversión inicial se describen a continuación:

<u>FASE II.</u>	
Total Unidades Articuladas -18 metros-:	116
Unidades Alimentadoras -12 metros-:	173

### (ii) Infraestructura requerida para el BRT

El alcance del proyecto consiste en el financiamiento, construcción y operación de la infraestructura necesaria para la *FASE II*. La infraestructura asociada al proyecto comprende un sistema tronco alimentador con estaciones en el camellón central, una red de carriles confinados para la circulación de los autobuses articulados con prioridad de circulación en las intersecciones mediante sistemas de sincronía, un reforzamiento de concreto de los carriles confinados para soportar el peso de la operación de los autobuses articulados, con más de 30 toneladas cada uno, con 160 pasajeros, una red de estaciones cada 400 metros con plataforma alta para permitir el rápido ascenso y descenso de pasajeros de manera que inhiba que el operador realice cargas y descargas de usuarios fuera de las estaciones y con plataformas que permitirán la parada de varios autobuses de manera simultánea, un sistema de dos carriles en estaciones, que permita el sobrepaso del servicio Express, una serie de obras periféricas necesarias como alumbrado público, mobiliario urbano, drenajes, alcantarillado, sistemas de agua y eléctricos, entre otros, así como sistemas alimentadores del sistema mediante ciclovías y andadores peatonales.

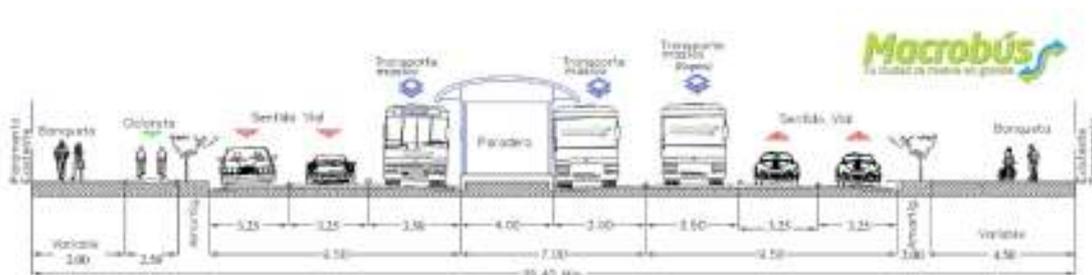
El estado de Jalisco pretende obtener un 50% de Subvención del FONADIN y 50 % del Proveedor del PPS (20% de Capital de riesgo y 30% con crédito respecto al Costo Total). El Proveedor realizaría las Obras de Infraestructura del Corredor de 38.5 km (Carril, puentes, terminales, estaciones y obras inducidas) incluyendo la Renovación Urbana, así como los servicios de mantenimiento de las obras del carril exclusivo y estaciones, incluyendo el financiamiento y los riesgos inherentes. La fuente de pago sería las Rentas o Tarifas anuales crecientes del Gobierno de Jalisco al Proveedor del Contrato de

PPS a 17 años. El PPS se licitaría y se asignaría al Participante que proponga la menor renta. *BANOBRAS podría ofrecer una opción de crédito a los Proveedores del PPS.*

	Componentes	APP	INVERSIÓN Total* MDP	Subvención FONADIN MDP	Inversión Privada MDP	Fuente de pago
1	Infraestructura del Corredor	PPS estatal	2,379	1,189.50	1,189.50	Renta anual PPS
2	Transporte tronco-alimentador Autobuses y varios	Concesión	896	0	896	Tarifa del servicio
3	Sistema de Recaudo	Concesión	125	0	125	Tarifa del servicio
	<b>TOTAL CORREDOR FASE II</b>		<b>3,400</b>	<b>1,189.50</b>	<b>2,210.50</b>	

La FASE II se describe a continuación:

***FASE II Diagonal:*** Este corredor recorre transversalmente la ZMG desde Zapopan hasta Tonalá, el cual vincula el norponiente con el sur-oriente de la ciudad. El corredor registra dos bifurcaciones; en la parte norte, el primer segmento inicia en la Carretera a Tesistán y continúa por la Ave. Dr. Ángel Leño- y posteriormente en la Av. Ávila Camacho hasta unirse con la troncal principal en la Glorieta de la Normal; el segundo componente de la parte norte inicia en Periférico Norte y Av. Caobas hasta unirse con la troncal principal en la Glorieta de la Normal. La segunda bifurcación en la parte sur conecta, por una parte, a la troncal principal en Río Nilo con la Nueva Central Camionera y en un segundo derrotero con la zona centro de Tonalá. Las vialidades que constituyen la troncal principal se integran por Juan Gil Preciado, Calzada Revolución y Río Nilo. La longitud total de la troncal con ambas bifurcaciones registra 38.51 kms.



### (iii) Demanda

La demanda estimada para ambos corredores se obtuvo con base en la aplicación de una serie de instrumentos como (i) Encuesta Origen-Destino. (ii) Aforos visuales de ocupación. (iii) Aforos seccionales. (iv) Encuestas de preferencias declaradas. (v) Indicadores por ruta en cada corredor, (vi) Análisis de polígono de carga y (v) Metodología de Delta Positiva (solo de ascensos) *-La misma metodología se aplicó con éxito en FASE I con un estimado de 124,000 ppd-*. Los resultados integrados arrojan las siguientes conclusiones:

FASE II: \_\_\_\_\_

Pasajeros diarios promedio: **252,000**      IPK Proyectado: **8.7**

### (iv) Análisis de Costo-Beneficio

Para determinar la conveniencia del “proyecto” se realizó el cálculo de los indicadores de rentabilidad socioeconómica. Este proceso se realizó mediante la monetización de los costos y beneficios sociales del “proyecto” para un horizonte de 30 años y con un costo económico de oportunidad del 12%.

Valor Presente de Costo	- 3,271,182,441
Buses	- 638,946,699
Inversión en Infraestructura	- 2,251,790,179
Externalidades Construcción	- 291,116,805
Mantenimiento.	- 89,328,758
Valores Presente de los Beneficios	4,518,431,153
Costo Operativo	1,281,447,195
Ahorro en Tiempo	3,228,089,543
Valor Residual	8,894,416
Valor Presente Neto Social	1,247,248,712
Tasa Interna de Retorno Social	17.02%
Relación Beneficio/Costo	1.38
TIRI	15.14%

Los resultados de la evaluación costo-beneficio para la FASE II resultan satisfactorios. La Tasa Interna de Retorno Social -TIRS- alcanza el 17.02%, la cual es superior a la tasa de descuento utilizada del 12%, mientras que los beneficios sociales a una tasa de descuento del 12% ascienden MxP 1,247.2 millones.

El componente privado genera rentabilidad positiva en la operación del material rodante. Si bien este componente de inversión no requiere transferencia de recursos fiscales o bien recursos no recuperables -*por ejemplo FIES ó FONADIN-*, ya que la recuperación se prevé a través de la tarifa, sí resulta una variable fundamental para la evaluación del “proyecto”, ya que un eficiente uso del material rodante permitirá una maximización de la infraestructura creada en los carriles de FASE II. Los indicadores de rentabilidad se detallan a continuación:

	FASE II
Tasa Interna de Retorno.	15.06%
Valor Presente Neto (Millones de Pesos)	MxP 504
Plazo aproximado	11 años

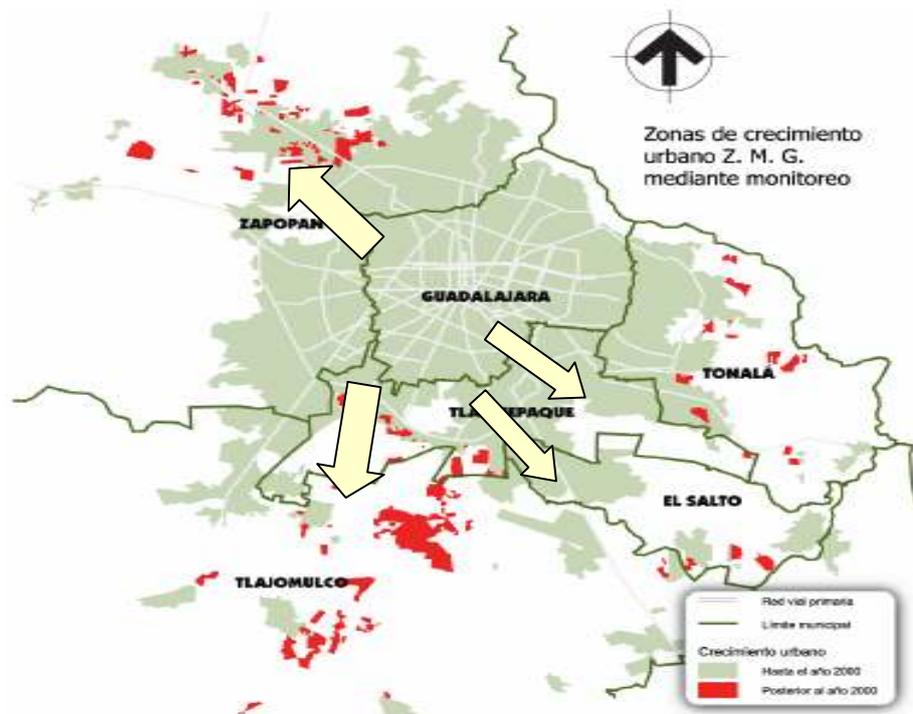
Los beneficios del proyecto contribuyen sustancialmente a resolver significativamente la problemática observada en la Troncal-Alcalde, también denominada FASE II. La implementación de las alternativas optimizadas no necesariamente generan un solución integral al problema de la movilidad, no obstante estas medidas contribuyen a incrementar marginalmente los tiempos de traslados y la eficiencia operativa. En consecuencia con la problemática de la sobreoferta registrada en la situación actual, el nivel de crecimiento de la flota en la situación optimizada registra un crecimiento anual de 0.3%. Por lo tanto, el proyecto propuesto además de generar la rentabilidad social deseada es la opción más adecuada para implementar tanto en el contexto de las optimizaciones como también de las alternativas analizadas.

## II. Situación actual sin proyecto y posibles soluciones

### a) Diagnóstico de la situación actual que motiva la realización del proyecto

La Zona Metropolitana de Guadalajara dada su expansión urbana, la tasa de motorización con un uso excesivo del automóvil, asociado al deterioro del transporte público, presenta un crónico problema de movilidad urbana, con efectos crecientes de congestión, contaminación e inseguridad que están afectando gravemente la productividad de la economía urbana y la calidad de vida de sus habitantes.

La Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) con una población que aumentó de 2.9 a 4.3 millones de habitantes de 1990 a 2008 y una proyección esperada de 5.5 Millones para el 2025 (crece al 1.3% anual), es la segunda más grande del país, integrada por los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, El Salto y Juanacatlán, que representan más del 60% de la población del estado de Jalisco. La mancha urbana se ha expandido en forma más acelerada al pasar de 17,000 ha a 69,600 Ha de 1990 a 2008, con un patrón de crecimiento urbano horizontal con baja densidad poblacional hacia los municipios vecinos.



Este patrón de desarrollo urbano genera una demanda de transporte con recorridos cada vez mayores por los principales corredores, predominando los viajes radiales al centro, en especial de transporte público, al crecer las zonas habitacionales en la periferia y las actividades comerciales y de servicios en el centro.

Además en los últimos años, la zona metropolitana se ha consolidado como un importante clúster de sectores como el electrónico, textil, automotriz y servicios, lo cual ha demandado un crecimiento de mano de obra con la consecuente presión sobre los servicios de transporte.

La inversión pública en infraestructura para el transporte masivo en la ZMG ha sido reducida desde 1993, fecha en la cual se concluyó la segunda línea del Tren Ligero. En los últimos años, la inversión pública urbana se ha canalizado a facilitar los desplazamientos del transporte automotriz privado, principalmente para dar respuesta al aumento en la tasa de motorización *-equivalente al 6% anual-*, la cual ha rebasado la inelástica infraestructura existente, mientras que el modelo de transporte colectivo ha mantenido su misma estructura desde hace varias décadas.

La tendencia inercial del modelo de transporte colectivo en la ZMG ha generado una problemática de ineficiencia, la cual tiene una serie de repercusiones directas en la calidad del servicio brindado a los usuarios, el congestionamiento del piso vial, las mermas en los ingresos del sistema, aumento en las emisiones contaminantes y el aumento costo por kilómetro. El modelo vigente de *hombre-camión* plantea una serie de problemáticas vinculada con la ausencia de incentivos ligados al ingreso hacia la calidad del servicio y el cumplimiento de estándares operativos. La estructura de transporte público registra un modelo atomizado y con rutas sobrepuestas lo cual genera índices de pasajeros por kilómetro *-IPK-* inferiores a 2, así como una incapacidad para ajustar la oferta a los requerimientos de la demanda en los distintos escenarios del día.

Guadalajara, al no poseer un sistema de transporte público integrado, soporta las consecuencias más notorias que se manifiestan, principalmente, en: Un creciente número de vehículos en circulación, provocando un alto nivel de congestión, además de la afectación de la rutina diaria de la población, la pérdida de horas productivas, el incremento de la longitud y los tiempos de viaje. Si a eso se agrega la obstaculización de las operaciones comerciales por las dificultades y el mayor costo asociado de abastecimiento, el deterioro de los servicios de transporte colectivo: irregularidad y demoras, la contaminación atmosférica, la contaminación sónica, el consumo irracional del espacio urbano: circulación + estacionamiento, el consumo de energía: traslado de 1,000 personas, 1 Km. 0,02 lit. /pasajero en auto, 0,01 en autobuses convencionales y 0,0035 en autobuses articulados. Accidentes: número de heridos y lesionados relacionado con el número de vehículos en circulación. El resultado: restricciones en acceso a oportunidades de empleo y servicios.

La problemática relacionada con el diseño de la oferta del transporte colectivo en la ZMG se caracteriza por la existencia de varios modos con reducidos niveles de integración entre sí, así como también por la inexistencia de infraestructura que brinde prioridad a los modos públicos colectivos. Adicionalmente, la red de transporte público

atiende a los principales ejes de desplazamiento radial pero presenta una carencia de corredores diametrales y transversales integrados con los ejes radiales, lo cual provoca, por una parte, una superposición de rutas en la zona centro, así como una desvinculación de las rutas con los patrones de origen y destino de la población. La estructura de transporte colectivo ha generado un sistema de transporte ineficiente con un elevado número de autobuses que circulan sobre pocos corredores, sin esquemas de priorización, con superposición de rutas y con baja integración.

Transporte colectivo convencional de permisionarios registra 5,000 autobuses y moviliza a más de 2 Millones de Pas/día, lo cual representa el 70% del servicio de transporte público. La totalidad de la demanda de usuarios de este modo es transportada bajo un modelo de “*hombre-camión*”. El modelo de transporte prácticamente ha operado sin cambios significativos desde hace más de 40 años a pesar que las necesidades y condiciones de la demanda han modificado los patrones de comportamiento. Bajo este modelo de negocio, los microempresarios de transporte -*hombre-camión*- tienen el incentivo de maximizar sus ingresos para cubrir diversas erogaciones que incluyen desde la manutención familiar hasta gastos operativos y el arrendamiento financiero, por lo tanto requieren operar sus unidades prácticamente de manera ininterrumpida. Bajo este escenario, la oferta horaria de unidades de transporte no se ajusta al comportamiento diario de valles y puntas de la demanda, ya que la oferta simplemente responde a la presión de ingreso de los operadores. La oferta de unidades vigente en la ZMG de 5.000 vehículos es prácticamente idéntica en hora valle que hora punta, ya que ningún operador estará dispuesto a retirar su vehículo para que un competidor obtenga el ingreso potencial. La inelasticidad en la oferta de unidades convencionales provoca que los costos operativos y uso de infraestructura vial se mantengan constantes a pesar que la demanda disminuya drásticamente en ciertas horas del día. El incentivo de los microempresarios del transporte de maximizar su ingreso ocasiona que el sistema pierda eficiencia en su conjunto y, por ende, encarezca la operación en perjuicio de la tarifa cobrada al usuario del transporte.

El bajo nivel de IPK que registra la zona urbana permite inferir que existe una oferta mayor al nivel a las necesidades de la demanda. Este desajuste es el resultado de la combinación de un menor crecimiento poblacional, un aumento del otorgamiento de permisos principalmente por razones político-electorales y una paulatina migración de usuarios al transporte privado como consecuencia de la disminución del valor de los automóviles usados y mayores facilidades de esquemas de financiamiento para la adquisición de éstos.

Adicionalmente, la inelasticidad de oferta provoca una sobrecarga en la infraestructura vial, lo cual reduce la velocidad cruceo promedio del conjunto de usuarios además de aumentar el nivel de emisiones contaminantes. La combinación de factores como la reducción de la velocidad cruceo promedio de las unidades convencionales, el bajo nivel de pasajeros transportados por unidad, la superposición de rutas, la falta de sistematización de carga/descarga de pasajeros, el bajo nivel de mantenimiento de las unidades, la incapacidad de ajustar la oferta de unidades a la demanda horaria, contribuye a incrementar significativamente el nivel de emisiones contaminantes registradas en las principales troncales de la ZMG. El tema ambiental también se vincula

con los desechos de residuos peligrosos como aceite y aditivos que se vierten en las vías de la ciudad como consecuencia de un estado no óptimo de los motores, así como también como consecuencia de la práctica común del gremio de desechar el aceite quemado en las alcantarillas y drenajes de la ciudad.

La problemática de desvinculación de oferta y demanda de transporte colectivo no sólo se limita a los picos y valles horario, sino que ésta se experimenta también en la tendencia diaria, ya que la misma oferta circula en sábados y domingos a pesar que la demanda se reduce sensiblemente.

El modelo de transporte basado en el esquema hombre-camión ha experimentado una paulatina pérdida de rentabilidad como resultado del incremento de las ineficiencias operativas. La evidencia internacional demuestra que, en las grandes urbes, el modelo de negocio de *hombre-camión* ha encontrado un punto de agotamiento endémico, lo cual ha obligado la migración paulatinamente hacia un modelo de empresa de transporte enfocada a la eficiencia y al servicio. Las causas que provocan estas ineficiencias se identifican a continuación:

- I. **Esquema individualizado de adquisiciones.** El proceso de adquisición, tanto de unidades de transporte como refacciones e insumos operativos, se realiza prácticamente al menudeo, lo cual reduce la capacidad del modelo de negocio tanto para generar economías de escala como aprovechamiento de descuento por volúmenes que permitan una reducción de costos operativos. Si bien existen mutualidades que unen a varios *hombre-camión* para ejercer mayor presión de compra con proveedores, estos esquemas no son prácticas generalizadas del gremio.
- II. **Ausencia de patios para pernocta.** El modelo carece de patios para que las unidades pernocten, por lo que generalmente las unidades son transportadas diariamente a los domicilios particulares de los operadores, lo cual resulta en una sumatoria de horas anuales de costos de operación (mantenimiento, combustible, etc.), sin un consecuente aumento de ingresos.
- III. **Ausencia de cultura de prevención.** El modelo carece de una cultura de prevención, por lo que las provisiones por concepto de gastos de mantenimiento generalmente son destinados a otros rubros para resolver gastos coyunturales, lo cual implica un deterioro paulatino de las unidades, lo que incrementa significativamente los gastos operativos en los últimos años de la vida útil de las unidades. Adicionalmente, el modelo carece de talleres exclusivos para el mantenimiento y servicio de las unidades, por lo cual la mayor parte de los mismos operadores son responsables de realizar el mantenimiento preventivo de sus unidades.
- IV. **Reducción de velocidad crucero promedio.** El modelo de hombre-camión registra una tendencia paulatina de disminución de ingresos operativos;

esto como consecuencia de una reducción de la velocidad cruceo promedio por una mayor saturación de las vialidades. En los últimos diez años, la velocidad cruceo promedio disminuyó de 21 km/h al nivel actual de menor de 12 km/h -en las troncales analizadas-. Esta reducción de la velocidad promedio conlleva a una serie de perjuicios como menores ingresos, aumento de costos operativos, así como un deterioro de la calidad del aire.

- V. **Reducción de aforos.** El modelo de “hombre-camión” ha registrado una caída de los aforos diarios de usuarios, lo cual representa menores ingresos operativos. En la década de los noventa, el aforo promedio por unidad superaba los 1,000 pasajeros diarios, mientras que actualmente, este promedio es inferior a 800 pasajeros. Esto como consecuencia del aumento paulatino de nuevos permisos de transporte colectivo en las décadas pasadas, el incremento en la tasa de crecimiento de motorización de vehículos particulares, así como un menor crecimiento poblacional en la ZMG.
- VI. **Desorden en carga y descarga de pasajeros.** La falta de orden y sistematización de paradas para carga/descarga de pasaje ocasiona significativas pérdidas en consumos de combustible y desgaste de las unidades. En promedio, las unidades se detienen a cargar/descargar pasaje cada 100 metros, pero la evidencia indica que estas acciones se realizan incluso cada 50 metros. Este proceso también es una causal de la disminución de la velocidad cruceo promedio del sistema, que ocasiona menores ingresos. Esta problemática contribuye al congestionamiento vial de las arterias en las cuales transita el transporte colectivo.
- VII. **Merma sobre ingresos.** Bajo el escenario sin proyecto, el operador es el responsable de recolectar los ingresos del sistema mediante el cobro de la tarifa en efectivo a los pasajeros, lo cual implica ausencia de control tanto monetario como estadístico. Esta práctica es contraria a la tendencia de los sistemas de transporte masivo con mayor desarrollo en el mundo, los cuales tienden a desmonetizar la operación de manera que el operador no se involucre en las transacciones de cobranza, ya que esto minimiza pérdidas potenciales por merma en los ingresos. Bajo este escenario, el transporte colectivo convencional opera 2.7 millones de viajes diarios a una tarifa de MxP 5.00 que equivale a un movimiento de efectivo diario aproximado de MxP 13.8 millones; si la merma sobre el ingreso fuese 2%, esto implicaría una pérdida anual de MxP 98.5 millones anuales.
- VIII. **Incremento de tarifa integral para el usuario.** La combinación de un sistema radial aunado a una desvinculación entre rutas con el patrón de *origen-destino* de la población ocasiona que el 58% de los usuarios del transporte colectivo requieran realizar dos o más transbordos para llegar a su destino, ya sea con otras unidades de transporte colectivo

motorizado o bien con el *Tren Ligero*. El modelo de transporte sin proyecto penaliza a los usuarios que requieren realizar transbordos de más de una ruta de transporte en su trayecto cotidiano de *origen-destino*, ya que el usuario tiene que pagar el pasaje completo cada vez que realiza un transbordo. Esta situación se agudiza para el 12% del total de los usuarios que requieren realizar dos o más transbordos para acudir a sus centros de labores. En consecuencia, el escenario sin proyecto perjudica el número de transbordos que realice el usuario sin menoscabo de la distancia recorrida.

La suma de las problemáticas antes descritas ha ocasionado que el modelo de *hombre-camiión* registre una paulatina caída en sus ingresos, lo cual repercute directamente en el ingreso del operador, ya que de acuerdo a la práctica común, su *ingreso-salario* es una proporción de los ingresos totales percibidos diariamente por los pasajeros transportados en su unidad. Este mecanismo de pago crea toda una distorsión de incentivos, ya que los operadores intentan compensar su caída de ingreso con mayor velocidad crucero que les permita un mayor aforo de pasajeros, lo cual se conoce como “*La guerra del centavo*”. Como consecuencia, la ciudad presenta un alto grado de accidentes viales y muertes ocasionadas por imprudencias viales. Para 2008, el transporte colectivo registró 34 muertes provocadas por accidentes de transporte público, 1,118 heridos y 574 coaliciones viales.

Adicionalmente, la problemática de “*La guerra del centavo*” genera una escasa vinculación del modelo con la calidad del servicio de transporte, ya que ante la búsqueda de la maximización del ingreso, la satisfacción del usuario no constituye una prioridad. Con base en las encuestas de satisfacción que se han implementado en el transporte convencional en la ZMG se concluyen las siguientes premisas:

- i) Existen casos de unidades de transporte convencional que no cumplen con el recorrido completo registrado ante el organismo regulador, lo cual demerita la calidad del servicio.
- ii) En términos generales, los excesos de velocidad son notorios, peligrosos y comunes.
- iii) Los horarios completos del recorrido generalmente no se cumplen.
- iv) Ciertas rutas que deben operar no lo hacen.
- v) Conductores transportan familiares y amigos sin cobrarles.
- vi) Unidades no respetan su parada.
- vii) El sistema identifica casos en los cuales el usuario paga su boleto pero no se le entrega el comprobante.

La tendencia decreciente en la rentabilidad del modelo de negocio de “*hombre-camiión*” puede llegar a provocar situaciones adversas para el desarrollo del transporte colectivo

sustentable en la ZMG. Por una parte, la combinación de una caída paulatina de aforos con el incremento de ineficiencias operativas puede presionar el aumento en la tarifa, como estrategia para subsanar ineficiencias, sin que este proceso se traduzca en una mejora del servicio ni frecuencia para el usuario. Por otra parte, la imposición de tarifas artificiales que no sean suficientes para cubrir los costos operativos puede desincentivar la inversión en la oferta de unidades, lo cual, a su vez, contribuiría a deteriorar el servicio en términos de frecuencia y capacidad.

El modelo de transporte colectivo registra una serie de factores que paulatinamente causan congestión vial y por ende disminución de la velocidad crucero, como por ejemplo: (i) la saturación de la infraestructura vial reduce la velocidad crucero; (ii) la distancia entre los puntos de carga y descarga de pasaje es inferior a 100 metros; (iii) incapacidad de la oferta para adaptarse a la caída de la demanda en horas valle, (iv) reducidos índices de IPK y (v) el operador es responsable de realizar el proceso de cobranza. Como consecuencia, la velocidad promedio de las unidades convencionales resulta inferior a 11 km/h.

## b) Descripción de la Situación Actual Optimizada

Esta sección tiene por objeto identificar acciones encaminadas a solucionar las problemáticas expuestas en la situación actual, pero con la restricción de un escenario en el cual no se contemple la realización del proyecto, es decir que dichas acciones de solución se caracterizan por registrar costos marginales en su implementación. A continuación se detallan las acciones identificadas con la vinculación de la problemática que pretende solventar:

### Acción 1: Ordenamiento de las rutas concesionadas.

*Problemática que pretende solventar:* El ordenamiento de las rutas podría contribuir a reducir la superposición y concentración de rutas sobre la troncal de Avenida Alcalde y sus bifurcaciones.

*Restricciones por las cuales se descarta la propuesta:* (i) La encuesta origen y destino - OD- indica que la Troncal Alcalde es uno de los mayores atractores de la urbe, por lo cual el desvío de rutas generaría una desvinculación de la oferta con el derrotero de la demanda, (ii) el sobredimensionamiento de la flota no se solucionaría mediante la implementación de esta acción, (iii) la oferta no se adecuaría a los picos y valles de la demanda con esta acción, (iv) los incentivos negativos del modelo de “hombre camión” y “Guerra del Centavo” se perpetuarían con esta acción, (v) las ineficiencias operativas no se solventarían con esta medida, (vi) esta medida no permitiría incrementar el índice de pasajero por kilómetro -IPK-, actualmente registra 2 en la troncal.

### Acción 2: Creación de carriles confinados para transporte convencional.

*Problemática que pretende solventar:* El confinamiento de las unidades convencionales de transporte público permitirá incrementar la velocidad crucero sobre la troncal de Avenida Alcalde y sus bifurcaciones, esta acción no requiere un reforzamiento del

concreto ya que utilizaría las mismas unidades convencionales.

*Restricciones por las cuales se descarta la propuesta:* (i) El sobredimensionamiento de la flota no se solucionaría mediante la implementación de esta acción, (ii) la oferta no se adecuaría a los picos y valles de la demanda con esta acción, (iii) los incentivos negativos del modelo de “hombre camión” y “Guerra del Centavo” se perpetuarían con esta acción, (iv) el costo político de la implementación sería alto, sin que ello conlleve una solución a la situación actual (v) técnicamente las distintas velocidades de las unidades podrían ocasionar embotellamientos o bien sería necesario confinar dos carriles en toda la troncal, lo cual limitaría a un solo carril al transporte privado, lo cual resulta en una difícil convivencia entre ambos modos de transporte (vi) esta medida no necesariamente contribuye a incrementar el índice de pasajero por kilómetro -IPK-, actualmente registra 3 en la troncal.

#### Acción 3: Eliminación de sobreoferta de unidades en de las rutas concesionadas.

*Problemática que pretende solventar:* La reducción de oferta mediante la cancelación de permisos en la troncal supone incrementar la eficiencia operativa de la troncal, contribuye a elevar el Índice de Pasajeros por kilómetro -IPK- y reduce el nivel de congestión en la convivencia de la vialidad del transporte colectivo con los vehículos motorizados privados.

*Restricciones por las cuales se descarta la propuesta:* (i) Si bien el regulador está legalmente facultado para rescindir permisos y de esta manera reducir la oferta de unidades, los permisionarios perciben este derecho de uso como un bien patrimonial, el cual incluso se transfiere a nuevas generaciones, por lo que resulta prácticamente inviable realizar este proceso en la práctica. Esta acción conllevaría a un costo significativo por la reducida aceptación por parte del gremio transportista, así como la presente indefinición en su aplicación, como por ejemplo, el esquema de elegibilidad de las unidades a retirar o bien el diseño de un modelo para la reinstalación de los operadores desplazados, (ii) la oferta no se adecuaría a los picos y valles de la demanda con esta acción, (iv) los incentivos negativos del modelo de “hombre camión” y “Guerra del Centavo” se perpetuarían con esta acción.

#### Acción 4: Ajuste diaria de la oferta a horas valles y picos.

*Problemática que pretende solventar:* El ordenamiento de la oferta a los requerimientos de la demanda a las distintas horas de la jornada de trabajo podría contribuir a reducir los costos operativos e incrementar los niveles de Índice de Pasajeros por Kilómetro de las unidades que operan sobre la Avenida Alcalde y sus bifurcaciones. El esquema de *hombre-camión* inhibe la posibilidad de que la oferta de unidades se pueda ajustar a los valles de la demanda que se registran a lo largo del día y, como consecuencia, las 5,000 unidades circulan al mismo tiempo sin ninguna correlación con la demanda.

*Restricciones por las cuales se descarta la propuesta:* (i) La posibilidad real de poner de acuerdo a los propietarios y operadores para implementar salidas de unidades programadas en horas valle resulta sumamente complicado, ya que por una parte puede existir la asimetría de información de que la contraparte no respete el acuerdo o bien la

imposibilidad de que el regulador pueda controlar y sancionar todo este proceso, (ii) el esquema vigente de la “Guerra del centavo” obliga al operador a maximizar los recorridos en busca de usuarios sin menoscabo de la eficiencia, (iii) Esta acción no resuelve el tema de superponían y concentración de rutas sobre la Troncal Alcalde, (iv) los incentivos negativos del modelo de “hombre camión” y “Guerra del Centavo” se perpetuarían con esta acción.

#### Acción 5: Cobranza automatizada.

*Problemática que pretende solventar:* Esta medida está enfocada a desmonetizar el proceso de pago de tarifa a través del conductor mediante un mecanismo de tarjetas electrónicas con pre-pago y lectores en cada unidad. Esta medida podría contribuir a reducir las mermas en el proceso de cobro e incrementar la velocidad crucero al no distraer al conductor con el proceso de cobranza.

*Restricciones por las cuales se descarta la propuesta:* (i) La implementación de la acción no podría limitarse a la troncal Alcalde, ya por lo que sería necesaria extenderse a la totalidad de unidades en la urbe, equivalente a 5,000, lo cual implicaría un esfuerzo técnico-político significativo, (ii) el sobredimensionamiento de la flota no se solucionaría mediante la implementación de esta acción, (iii) la oferta no se adecuaría a los picos y valles de la demanda con esta acción, (iv) los incentivos negativos del modelo de “hombre camión” y “Guerra del Centavo” se perpetuarían con esta acción e incluso la velocidad crucero no necesariamente se mejora significativamente, ya que esta variable no solo depende de la distracción del conductor sino también del congestionamiento vial

#### Acción 6: Eliminación del otorgamiento de concesiones.

*Problemática que pretende solventar:* La eliminación de nuevas concesiones permitirá en el mediano/largo plazo un ajuste de la oferta con los requerimientos reales de la demanda, por lo cual resultaría un incremento paulatino del IPK de la troncal, así como la reducción de costos operativos.

*Restricciones por las cuales se descarta la propuesta:* (i) En los último tres años el regulador no ha otorgado nuevos permiso y la problemática de sobre oferta sigue latente, por lo cual esto implica una solución significativamente lenta, (ii) la oferta no se adecuaría a los picos y valles de la demanda con esta acción, (iii) los incentivos negativos del modelo de “hombre camión” y “Guerra del Centavo” se perpetuarían con esta acción.

A continuación se enuncian las soluciones optimizadas que pueden contar con mayor factibilidad para su implementación y que fueron utilizadas como variables para estimar el escenario de la situación actual optimizada.

#### Acción 1: Incremento de eficiencia operativa.

*Problemática que pretende solventar:* Esta medida supone la implementación de los siguientes tres supuestos: (i) El conjunto de propietarios de unidades convencionales

unifican su poder de negociación para realizar compras masivas que les permitan reducir los costos de insumos operativos; (ii) el conjunto de unidades acuerda realizar un programa de mantenimiento preventivo de unidades que permita disminuir los costos operativos por mantenimientos mayores; (iii) el conjunto de propietarios de unidades acuerdan respetar un protocolo de carga/descarga de pasajeros que permita disminuir los frenados y arranques, lo cual implica un menor desgaste en frenos y un menor consumo de combustible. El escenario supone que los resultados de la aplicación de estas medidas pueden llegar a generar ahorros hasta en un 10% de los costos operativos vigentes, lo cual supone que el costo operativo de transporte convencional disminuya para la Troncal-Alcalde de Mxp 16.04 a MxP 14.58. El modelo prevé un incremento de la oferta de material rodante de 1.5% cada 5 años (0.3% de crecimiento anual), ya que la sobreoferta actual de unidades de transporte colectivo supone un crecimiento anual inferior al crecimiento promedio de la ZCG, estimado en 1.4%. Es decir que en 10 años el sistema de unidades convencionales solo crece 5 unidades, como estrategia para contrarrestar la sobreoferta que la plantea la situación actual. El crecimiento de la oferta en el periodo de evaluación de 30 años solo se incrementa 7.6% durante todo el periodo, equivalente a 24 unidades, como resultado de la sobreoferta registrada en el escenario actual. En términos nominales la implementación de las medidas de ordenamiento vial podría acarrear beneficios en reducción de costos operativos tiempo de MxP 986.9 millones durante la vida del proyecto, equivalente a 30 años.

Tabla 1. Incremento de eficiencia operativa Troncal-Alcalde

Troncal-Alcalde											
Sin Proyecto					Sin Proyecto Optimizado						
		Buses Convencionales Operando en Corredor		Costo Operativo por KM Anual	Costo Operativo Anual			Buses Convencionales Operando en Corredor		Costo Operativo por KM Anual	Costo Operativo Anual
			Km Anuales	KM Anual				Km Anuales	KM Anual		
1	2010					1	2010				
2	2011					2	2011				
3	2012	316	23,314,842	16.04	373,970,058	3	2012	316	23,314,842	14.58	339,930,390
4	2013	316	23,314,842	16.04	373,970,058	4	2013	316	23,314,842	14.58	339,930,390
5	2014	316	23,314,842	16.04	373,970,058	5	2014	316	23,314,842	14.58	339,930,390
6	2015	316	23,314,842	16.04	373,970,058	6	2015	316	23,314,842	14.58	339,930,390
7	2016	316	23,314,842	16.04	373,970,058	7	2016	316	23,314,842	14.58	339,930,390
8	2017	321	23,664,564	16.04	379,579,609	8	2017	321	23,664,564	14.58	345,029,346
9	2018	321	23,664,564	16.04	379,579,609	9	2018	321	23,664,564	14.58	345,029,346
10	2019	321	23,664,564	16.04	379,579,609	10	2019	321	23,664,564	14.58	345,029,346
11	2020	321	23,664,564	16.04	379,579,609	11	2020	321	23,664,564	14.58	345,029,346
12	2021	321	23,664,564	16.04	379,579,609	12	2021	321	23,664,564	14.58	345,029,346
13	2022	325	24,019,533	16.04	385,273,303	13	2022	325	24,019,533	14.58	350,204,786
14	2023	325	24,019,533	16.04	385,273,303	14	2023	325	24,019,533	14.58	350,204,786
15	2024	325	24,019,533	16.04	385,273,303	15	2024	325	24,019,533	14.58	350,204,786
16	2025	325	24,019,533	16.04	385,273,303	16	2025	325	24,019,533	14.58	350,204,786
17	2026	325	24,019,533	16.04	385,273,303	17	2026	325	24,019,533	14.58	350,204,786
18	2027	330	24,379,826	16.04	391,052,403	18	2027	330	24,379,826	14.58	355,457,858
19	2028	330	24,379,826	16.04	391,052,403	19	2028	330	24,379,826	14.58	355,457,858
20	2029	330	24,379,826	16.04	391,052,403	20	2029	330	24,379,826	14.58	355,457,858
21	2030	330	24,379,826	16.04	391,052,403	21	2030	330	24,379,826	14.58	355,457,858
22	2031	330	24,379,826	16.04	391,052,403	22	2031	330	24,379,826	14.58	355,457,858
23	2032	335	24,745,523	16.04	396,918,189	23	2032	335	24,745,523	14.58	360,789,725
24	2033	335	24,745,523	16.04	396,918,189	24	2033	335	24,745,523	14.58	360,789,725
25	2034	335	24,745,523	16.04	396,918,189	25	2034	335	24,745,523	14.58	360,789,725
26	2035	335	24,745,523	16.04	396,918,189	26	2035	335	24,745,523	14.58	360,789,725
27	2036	335	24,745,523	16.04	396,918,189	27	2036	335	24,745,523	14.58	360,789,725
28	2037	340	25,116,706	16.04	402,871,962	28	2037	340	25,116,706	14.58	366,201,571
29	2038	340	25,116,706	16.04	402,871,962	29	2038	340	25,116,706	14.58	366,201,571
30	2039	340	25,116,706	16.04	402,871,962	30	2039	340	25,116,706	14.58	366,201,571
<b>10,842,583,703</b>					<b>9,855,665,236</b>						

Tabla 2. Incremento de eficiencia operativa Troncal-Alcalde

Troncal-Alcalde	
	Diferencia Sin Proyecto (-) Con Proyecto
2010	
2011	
2012	34,039,669
2013	34,039,669
2014	34,039,669
2015	34,039,669
2016	34,039,669
2017	34,550,264
2018	34,550,264
2019	34,550,264
2020	34,550,264
2021	34,550,264
2022	35,068,518
2023	35,068,518
2024	35,068,518
2025	35,068,518
2026	35,068,518
2027	35,594,545
2028	35,594,545
2029	35,594,545
2030	35,594,545
2031	35,594,545
2032	36,128,464
2033	36,128,464
2034	36,128,464
2035	36,128,464
2036	36,128,464
2037	36,670,391
2038	36,670,391
2039	36,670,391
	<b>986,918,467</b>

## Acción 2: Ordenamiento Vial.

**Problemática que pretende solventar:** Esta medida supone que las unidades de transporte convencional se comprometen a implementar medidas que aminoren el congestionamiento vial y por ende resulten en una mayor velocidad cruceo, como por ejemplo, identificar paradas a distancias mayores de 200 mts, evitar el rebase de unidades, eliminar vueltas izquierdas, cero tolerancia en ascensos y descensos no autorizados. Para fines del presente análisis se determinó que la implementación de estas acciones podría contribuir a incrementar la velocidad cruceo promedio en 1.5 km/h, la cual difícilmente podría ser mayor, ya que se encuentra restringida al índice de saturación de la vialidad. Bajo el escenario optimizado, la velocidad promedio para la Troncal-Alcalde se incrementaría de 12.70 km/h a 14.20 km/h. Como consecuencia de la implementación del escenario optimizado, el tramo promedio de recorrido para la Troncal-Alcalde es de 9.66 km, lo cual registraría un ahorro de 4.82 minutos para dicha troncal. En términos nominales la implementación de las medidas de ordenamiento vial podría acarrear beneficios en reducción de tiempo de MxP 4,805 millones durante la vida del proyecto, equivalente a 30 años.

Tabla 3. Optimización Tiempo Troncal Alcalde

Sin Proyecto				Sin Proyecto Optimizado			
% Pasajeros	Velocidad sin Proyecto Km/h	Tramo Promedio Km	A Tiempo sin Proyecto Minutos	% Pasajeros	Velocidad sin Proyecto Km/h	Tramo Promedio Km	A Tiempo sin Proyecto Minutos
<b>Velocidad Promedio</b>	<b>12.7</b>	9.66	<b>45.63</b>	<b>Velocidad Promedio</b>	<b>14.2</b>	9.66	<b>40.81</b>
6:00 a 9:00	30%	11		6:00 a 9:00	30%	12.5	
9:00 a 13:00	10%	16		9:00 a 13:00	10%	17.5	
13:00 a 16:00	20%	12		13:00 a 16:00	20%	13.5	
16:00 a 19:00	12%	16		16:00 a 19:00	12%	17.5	
19:00 a 21:00	20%	11		19:00 a 21:00	20%	12.5	
21:00 a 23:00	8%	16		19:00 a 23:00	8%	17.5	
	100%				100%		

Tabla 4. Optimización de Tiempo Troncal Alcalde

		Pax/Diarios	Pax/Anuales	Costo \$/Hora Usuario	Beneficio Optimizado
1	2010				
2	2011				
3	2012	252,000	79,380,000	1.60	127,362,914
4	2013	257,355	81,066,825	1.60	130,069,376
5	2014	262,824	82,789,495	1.60	132,833,350
6	2015	268,409	84,548,772	1.60	135,656,059
7	2016	274,112	86,345,433	1.60	138,538,750
8	2017	279,937	88,180,274	1.60	141,482,698
9	2018	285,886	90,054,104	1.60	144,489,206
10	2019	291,961	91,967,754	1.60	147,559,601
11	2020	298,165	93,922,069	1.60	150,695,243
12	2021	304,501	95,917,913	1.60	153,897,517
13	2022	310,972	97,956,169	1.60	157,167,839
14	2023	317,580	100,037,737	1.60	160,507,656
15	2024	324,329	102,163,539	1.60	163,918,443
16	2025	331,221	104,334,514	1.60	167,401,710
17	2026	338,259	106,551,623	1.60	170,958,997
18	2027	345,447	108,815,845	1.60	174,591,875
19	2028	352,788	111,128,181	1.60	178,301,953
20	2029	360,285	113,489,655	1.60	182,090,869
21	2030	367,941	115,901,310	1.60	185,960,300
22	2031	375,759	118,364,213	1.60	189,911,956
23	2032	383,744	120,879,453	1.60	193,947,585
24	2033	391,899	123,448,141	1.60	198,068,972
25	2034	400,227	126,071,414	1.60	202,277,937
26	2035	408,732	128,750,432	1.60	206,576,343
27	2036	417,417	131,486,378	1.60	210,966,091
28	2037	426,287	134,280,464	1.60	215,449,120
29	2038	435,346	137,133,924	1.60	220,027,414
30	2039	444,597	140,048,020	1.60	224,702,997

**4,805,412,770**

La situación del transporte colectivo actual registra una serie de variables *técnico-políticas* que desafortunadamente inhiben la implementación de acciones que permitan revertir la tendencia histórica de ineficiencias. Como prueba de estas barreras, el modelo de transporte de unidades colectivas se ha mantenido prácticamente sin evolución en los últimos 40 años, a pesar que los patrones de la demanda de la urbe han venido modificándose significativamente. El análisis incluyó una serie de escenarios en los cuales se proyecta la situación actual optimizada, es decir, la búsqueda de mayor eficiencia bajo el mismo modelo organizacional vigente de *hombre-camión*, sin embargo estas acciones no resultan insuficientes para solventar las problemáticas definidas en la situación actual.

### c) Análisis de Oferta y Demanda de la Situación sin Proyecto

#### i) Análisis de la Oferta en la Troncal-Alcalde:

La Troncal-Alcalde y sus bifurcaciones recorren la ciudad de Guadalajara de norte a sur y cruza directamente por el centro de la ciudad, esta troncal de 38.5 km de distancia puede considerarse como el centro neurálgico del transporte público convencional, ya que su derrotero incluye a más del 50% del total de 5,000 unidades que circulan en la zona urbana. Con base al cruce información de levantamiento de campo y a los permisos con que cuenta el regulador se identificaron 274 unidades cuyo derrotero recorre más del 40% de la distancia de la troncal, un total de 1,134 unidades con derrotero entre el 40% y el 5% y 1,106 unidades con integración al derrotero inferior al 5%.

Tabla 5. Unidades del servicio de transporte colectivo de la Troncal-Alcalde

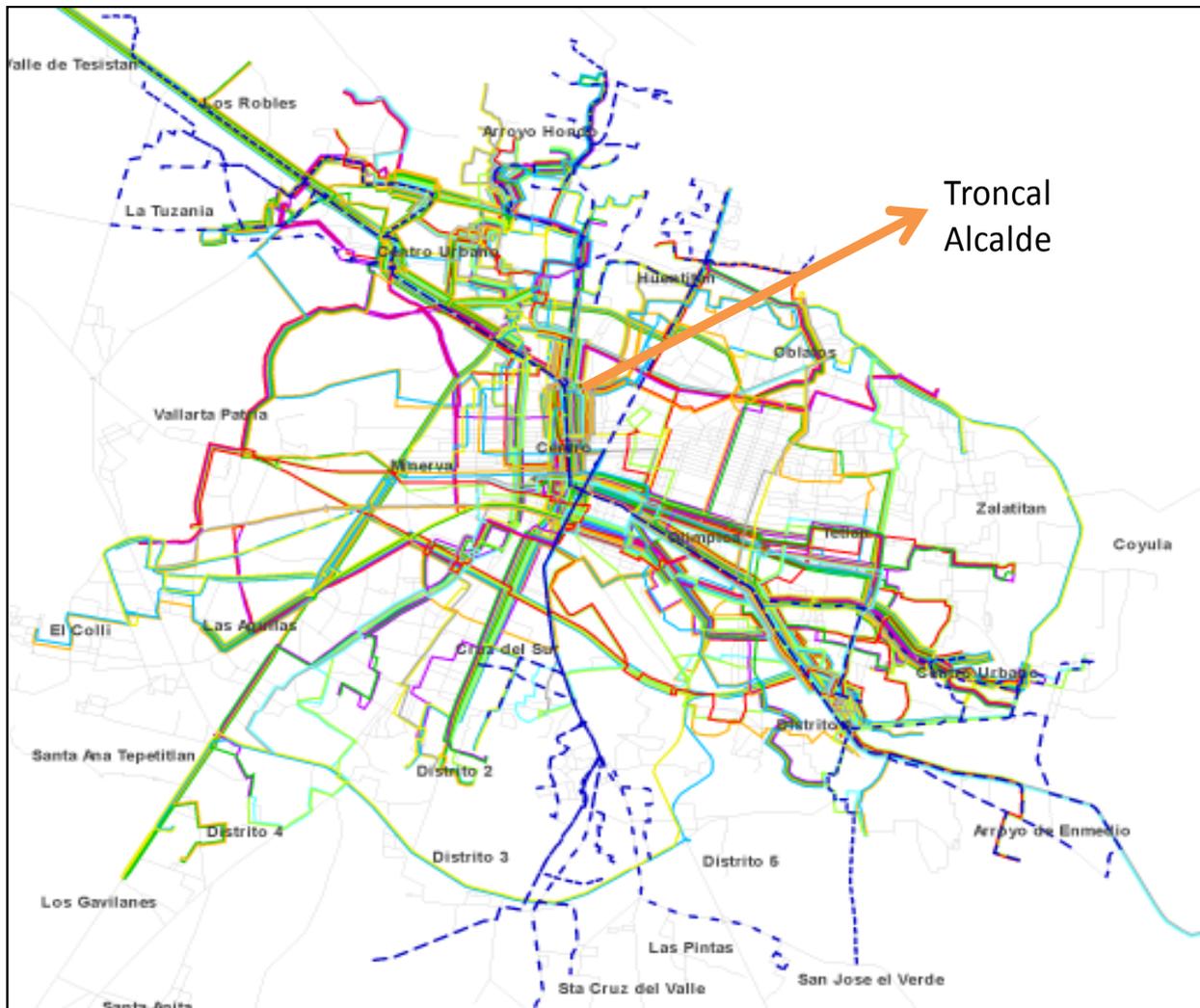
Total de Unidades Integradas con más de un 40%	274
Total de Unidades Integradas entre un 5% y un 40%	1,134
Total de Unidades con Integración inferior al 5%	1,106
<b>Total Unidades Troncal Alcalde</b>	<b>2,514</b>

La troncal Alcalde no cuenta con oferta de otros modos de transporte distintos a las unidades de transporte convencional, como sucede en otras troncales, por ejemplo Troncal-Federalismo y Troncal Javier Mina con Tren Ligero o bien la Troncal-Calzada con BRT Macrobus. El tipo de unidades que componen la oferta son “Torino Midibus” y “Midibus Boxes”, con motor de potencia nominal de 210 hp y cuya capacidad máxima es 80 pasajeros. La vida útil de estas unidades oscila entre 8 y 10 años, adicionalmente el regulador establece una vida máxima de operación de 10 años, la antigüedad del parque vehicular promedio de la oferta de la troncal es cercana a los 6.5 años. El horario de operación establecido por el regulador se define en 16 horas, iniciando a las 6:00 y

finalizando a las 22:00, sin embargo.

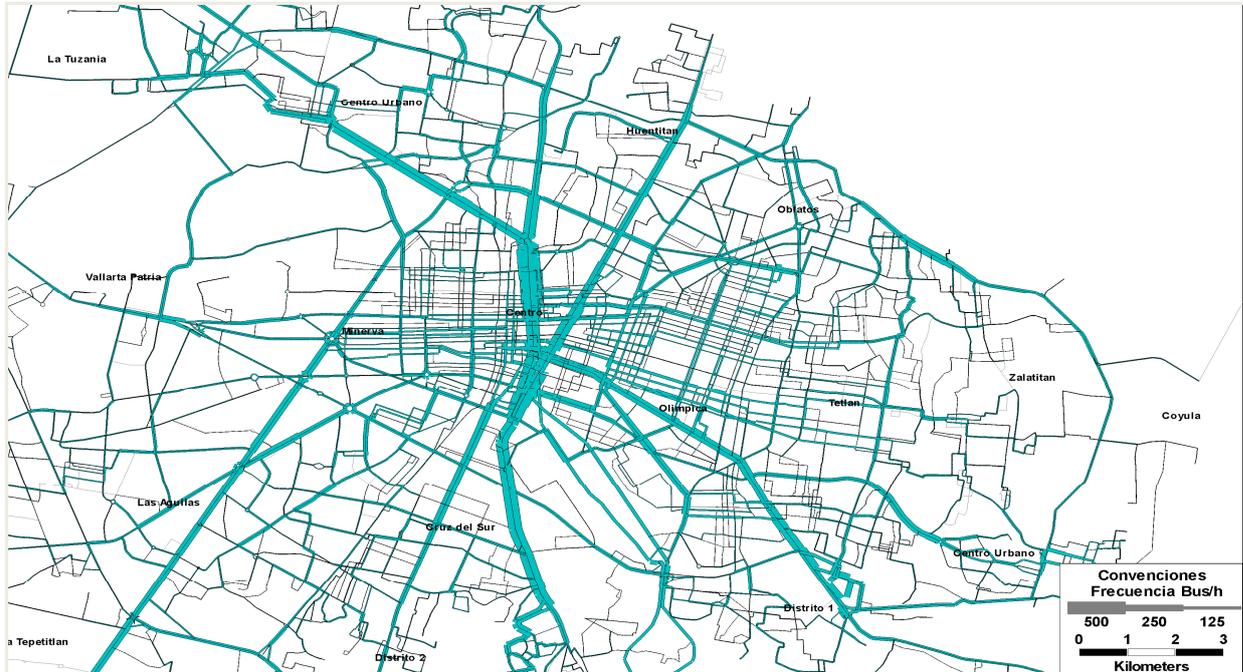
Los ascensos y descensos de las rutas se definen tanto por señalamiento como también por paradores, tipo refugio, los cuales se ubican a lo largo de los 38.5 Km. de la troncal. Generalmente, los ascensos y descensos se encuentra equidistantes entre sí a distancias mayores de 100 m, prácticamente cada cuadra, sin embargo, en la operación cotidiana se identifica una relativa laxitud en este proceso, lo cual impacta negativamente en el consumo de combustible (Arranques), así como desgaste de frenos, además de impactar negativamente la fluidez del tráfico en las vialidades de la troncal.

El mapa inferior describe en líneas de distinto color el derrotero de cada una de las 138 rutas que componen la oferta en la Troncal-Alcalde. Adicionalmente, en el *Anexo II* se incluye una descripción detallada de la flota que compone cada una de las rutas que componen esta troncal. El plano permite identificar la superposición y concentración de rutas en el derrotero de la troncal.



El proceso de para determinar la oferta de unidades convencionales en la situación sin proyecto incluye un análisis de la oferta operativa de transporte público convencional en el contexto de de la totalidad de la mancha urbana de la Zona Metropolitana de Guadalajara -ZMG-. Este ejercicio analítico permite identificar la frecuencia de unidades por hora del total de inventario de vialidades en la ZMG. De manera explícita se identifica que la Troncal-Alcance, así como sus bifurcaciones, registra la mayor frecuencia de unidades convencionales de todas las vialidades de la urbe. Así mismo, este ejercicio permite corroborar que la Troncal-Alcalde desplaza en su derrotero al menos el 50% del inventario total de unidades que circulan actualmente en la ZMG.

**Figura 1. Oferta Operativa de Transporte Público en la Zona Metropolitana de Guadalajara**



Los costos de adquisición de las unidades oscilan en 1,100 mil pesos y generalmente estas unidades son adquiridas mediante arrendamiento financiero a plazos entre 48 y 60 meses. El costo de operación y manteniendo registra MxP 16.04 por kilómetro, sin embargo este costo no incorpora las erogaciones no operativas como utilidad, arrendamiento financiero (Capital + intereses) y descuento sobre boletos a infantes y adultos mayores. El costo operativo resulta alto ya que para el caso de la oferta de la troncal el operador recibe el 30% del total de ingresos de la unidad como remuneración laboral y un 13% sobre los ingresos por concepto de seguro de seguro social y retención de impuestos, es decir que el costo operativo tiene un componente variable del 43% directo sobre los ingresos, lo cual no sucede en otros modelos en los cuales el operador de la unidad recibe un sueldo fijo. Este ingreso operativo adicional constituye la raíz del efecto de la “Guerra del Centavo” en el cual cada operador buscara maximizar su ingreso mediante el ascenso de un mayor número de pasajeros, sin menoscabo del servicio y la calidad del pasajero. A continuación se detallan la mecánica para la estimación del costo operativo por kilómetro de la oferta, así como un listado detallado de los insumos que la componen.

Base de Datos para la obtención de la Tarifa del Transporte Publico 2009					
1 VARIABLES DE MERCADO				AUTOBUS TORINO URBANO	MIDIBUS BOXER
1.1 Valor de Adquisicion				1,100,000	1,100,000
1.2 Valor de llantas				40,000.00	40,000.00
Cotizacion Radial Llantas SA de CV.					
	Llanta Nueva 8meses de vida	4,281.00	6.00	25,686.00	
	Montaje (Alineación Balanceo Valvulas)	286.50	6.00	1,719.00	
	Revitalizada 5 meses de vida	1,230.00	6.00	7,380.00	
	Montaje (Alineación Balanceo Valvulas)	286.50	6.00	1,719.00	
				36,504.00	
	Costo por 12 meses			33,696.00	
1.3 Precio Diesel Noviembre				7.73	7.73
	Precio : feb 2003	4.88	1.00	4.88	
1.4 Precio Aceite				40.00	40.00
	Aceite PEMEX 15 w 40 SAE de 200 lts.	3,241.34	200.00	16.21	
2 VARIABLES DE PRODUCCION					
2.1 Ingreso por boleto				4.50	4.50
2.2 Vida económica				49,640.00	49,640.00
	85 % de Horas de Trabajo en un Año	16.50	365.00	5,119.13	
	Vida Economica Estimada 10 años	5,119.13	10.00	51,191.25	
2.3 Horas trabajadas por año				4,964.00	4,964.00
	100 % de Horas de Trabajo en un Año	16.50	365.00	6,022.50	
	85 % de Horas de Trabajo en un Año	16.50	365.00	5,119.13	
2.4 Desplazamiento por hora				16.00	16.00
	Propuesta de Velocidad Comercial Km x Hr			18.00	
2.5 Pasajeros por dia				698.00	698.00
2.6 Horas por dia				14.00	14.00
3 VARIABLES DE RENDIMIENTO					
3.1 Tasa de interes				0.14	0.14
	Basado en tasa lider		8.00	8.00	
3.2 Prima de seguros				0.04	0.04
	Costo para Asegurar la unidad				
	4% del Valor de la unidad		0.03		
3.3 Factor de valor de rescate				0.05	0.10
	Basado en datos Agosto 1998				
3.4 Coeficiente de almacenaje				-	-
	Costo de pension por camion y dia	25.00	365.00	9,125.00	
	sobre Valor de la Unidad por año			1.78	
3.5 Potencia nominal				210.00	190.00
3.6 Factor de operación				0.19	0.19
	Diesel	702.40	682.00	539.00	
	Llantas	80.42	42.85	42.85	
	Aceite	23.00	14.72	14.72	
	Lavado y engrasado	132.18	103.50	103.50	
	Total	938.00	843.07	700.07	
Sobre Gastos Totales					

3.7 Factor de Mantenimiento				0.30	0.30
frenos	110.34	111.68	111.68		
Trasmision	9.50	8.71	8.71		
Afinacion	39.16	43.09	43.09		
Diferencial	46.40	48.11	48.11		
Sistema de Enfriamiento	54.51	49.51	49.51		
Direccion	50.69	51.92	51.92		
Compresora	20.89	20.39	20.39		
Sistema Electrico	122.93	117.58	117.58		
Tren de Potencia					
MOTOR	60.11	33.42	33.42		
Bastidor ( Chasis)	39.30				
Suspension	129.26	120.21	120.21		
Reparacion de carrocería y Pintura	37.05	43.16	43.16		
Total	720.14	647.78	647.78		
Sobre Gastos Totales de operación	0.36				
3.8 Capacidad de carter				24.00	17.00
3.9 Cambios de aceite				308.00	308.00
Promedio Km. recorridos por día	289.00	15.00	4,335.00		
Se cambia el Aceite cada 15 días	16.50	15.00	247.50		
3.1 Vida economica de llantas				4,964.00	4,964.00
Horas de 7 Meses de Vida	30.40	7.00	212.80		
		16.50	3,511.20		
3.11 Factor de liquidacion a la nomina de operación				0.30	0.30
3.12 Factor de impuestos y prestaciones al operador				0.13	0.13
Reparto de Utilidades	20.94	22.95			
Descanso Obligatorio ( 7o. Día)	15.00	12.66			
Días oficiales de descanso	1.97	1.44			
Aguinaldo	3.70	3.11			
Vacaciones	4.62	3.11			
Sobre Sueldo Dominical	3.75	3.15			
Medios Sueldos	12.00	3.78			
Seguro Social	17.90	15.33			
Impuestos	8.38	7.25			
Indemizaciones	0.31	0.32			
Mantenimiento Rutas	6.09	5.60			
3+	94.66	78.70			
Sobre Gastos Tota operación					
3.13 Factor de administracion y gastos indirectos				5,067.00	5,067.00
Sueldos					
Honorarios del Consejo	1,126.65				
Personal de Ruta					
Telefonos					
CFE					
Mtto de Equipo de Oficina					
Mtto de Equipo de Computo					
Mtto de Equipo de Transporte					
Papelera y Articulos de Oficina					
Articulos de Aseo					
Impuestos ( I.S.R.-- I.M.S.S.--Sindicato)					
Prestaciones de Ley :( Vacaciones,Aguinaldo,Ahorro para el retiro, Infonavit,etc.)					
Gastos de Oficina					
Mtto de Edificios					
Arrendamiento					
Muebles y Enceres					
Correos					
Gastos Legales y Notariales					
Mtto Eq. Radiocomunicacion	19.95				
Aseo Publico					
Celulares					
Radio Localizadores					
Equipo de Transporte					
Vigilancia					
Renta de equipos de comunicacion					
Mobiliario y Equipo					
Seguros y Fianzas					
Total	95.96	83.00	20.75		
Sobre Gastos Totales de operación		3.90	1.20		

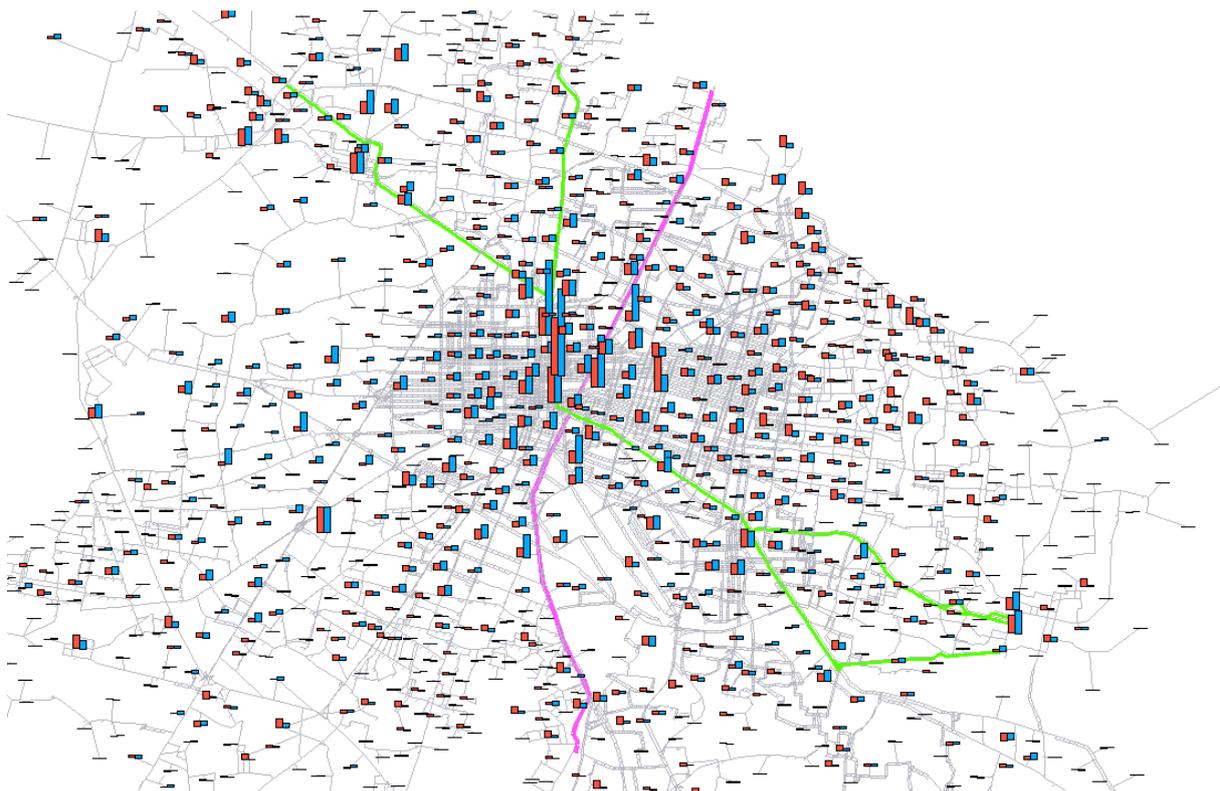
3.14 Factor de utilidad	2,111.55	1,730.94
Basado en 10 %	0.15	0.15
3.15 Factor de Coordinacion e infraestructura	-	-
Aportacion al OCOIT-Dictamen 30/06/98		
Aportacion al CEIT		
3.16 Factor de Boleto de Descuento	0.06	0.06
De Acuerdo a Ingresos Brutos		
3.17 Factor de inflacion por hora	0.00	0.00
Factor para Proyectar el tiempo de establecimiento de la Tarifa		
4 CONSTANTES		
4.1 Factor de Consumo de combustible	0.15	0.15
4.2 Rendimiento de combustible	2.00	2.22
4.3 Consumo de aceite	0.00	0.01
5 DETERMINADOS		
5.1 Valor inicial	1,140,000.00	1,140,000.00
5.2 Valor de rescate	57,000.00	114,000.00
5.3 Potencia de operación	40.82	36.94
5.4 ingreso total por hora	224.36	224.36
5.5 Arrendamiento Financiero	20,614.01	20,614.01
5.6 Plazo (Años)	7.00	7.00
5.6 ingreso total por dia	3,141.00	3,141.00

Costos Fijos	X HORA	X HORA
Arrendamiento Financiero	49.83	49.83
Seguros	7.76	7.76
Almacenaje	-	-
Mantenimiento	66.48	66.48
<b>TOTAL DE CARGOS FIJOS</b>	<b>124.07</b>	<b>124.07</b>
Costos Variables		
Diesel	61.84	55.71
Aceite	3.12	2.21
Llantas	8.06	8.06
<b>TOTAL CONSUMOS</b>	<b>73.01</b>	<b>65.98</b>
OPERADOR		
Ingreso bruto del Operador	67.31	67.31
IMSS, INFONAVIT, 2% Nominas, SAR	8.75	8.75
<b>TOTAL DE OPERADOR</b>	<b>76.06</b>	<b>76.06</b>
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN	12.25	12.25
UTILIDAD	33.65	33.65
COORDINACION E INFRAESTRUCTURA	-	-
BOLETO DE DESCUENTO	13.01	13.01
INFLACION	0.00	0.00
<b>TOTAL DE COSTO POR HORA</b>	<b>332.06</b>	<b>325.02</b>
Arrendamiento Financiero (Capital +Intereses)	49.83	49.83
Seguros	7.76	7.76
UTILIDAD	33.65	33.65
BOLETO DE DESCUENTO	13.01	13.01
<b>TOTAL DE COSTO POR HORA OPERATIVA</b>	<b>227.80</b>	<b>220.76</b>
	Km / Hr	Km / Hr
Desplazamiento por hora	14.20	14.20
<b>Costo Operativo por Kilometro FASE II</b>	<b>16.04</b>	<b>15.55</b>

## ii) Análisis de la Demanda en la Troncal-Alcalde:

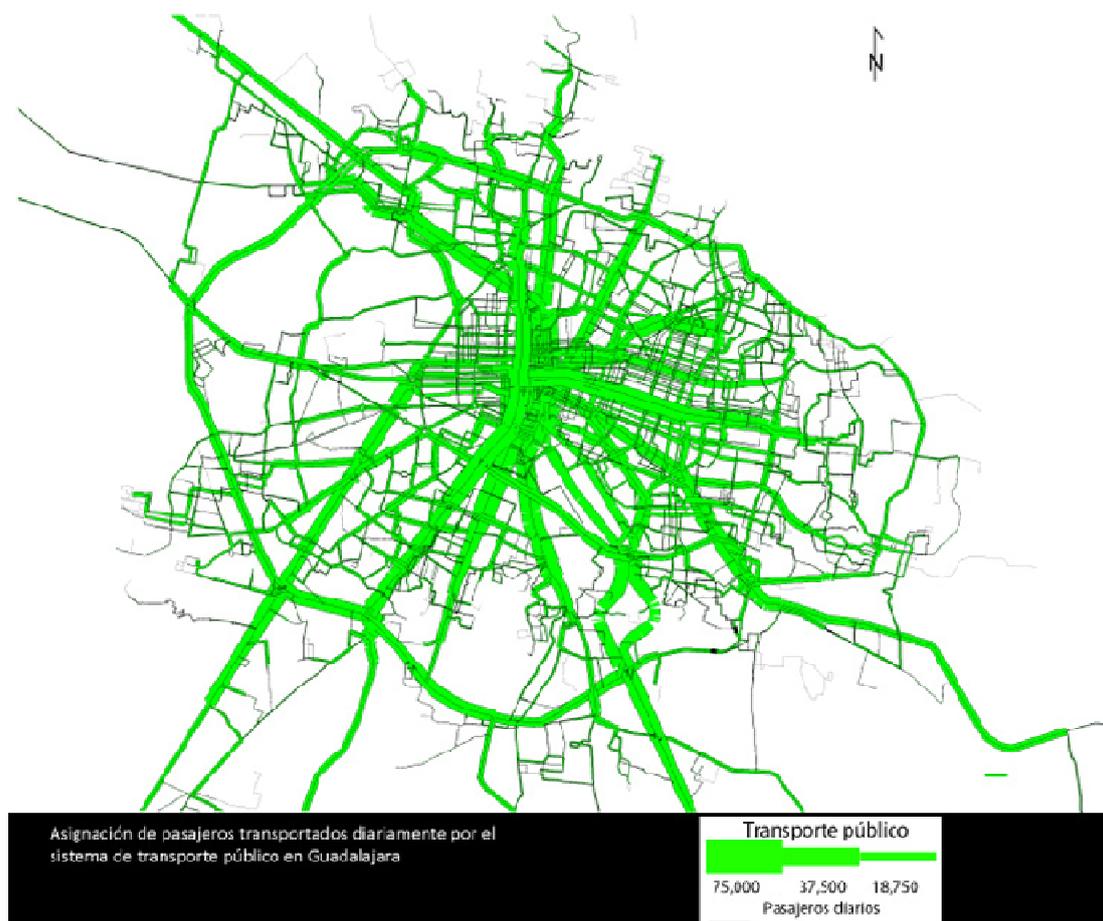
La estimación de la demanda de la Troncal-Alcalde está basada en un análisis sistematizado de los siguientes procesos: (i) Encuesta de origen y destino, (ii) encuestas de preferencias declaradas, (iii) aforos seccionales, (iv) aforos visuales de ocupación y (v) análisis de polígonos de carga y (vi) análisis de Delta Positivo. El análisis de la demanda permite estimar el número de pasajeros que son transportados por la troncal en día promedio anual, los cuales se definen en 315 días, una vez descontando días festivos y fines de semana. Los resultados del proceso de estimación de la demanda arrojaron que actualmente el **volumen de pasajeros diarios promedio para la Troncal-Alcalde asciende a 252,000**. -El sustento técnico de los estudios de estimación de la demanda se describen en el ANEXO VI-.

(i) *Encuesta de origen y destino.* La estimación de la demanda se sustenta en la Encuesta Origen -O-D- 2007, denominada. “ESTUDIO DE DEMANDA MULTIMODAL DE DESPLAZAMIENTOS DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA”, la cual está integrada por 19,227 encuestas sobre puntos atractores definidos en la mancha urbana. Este análisis concluye que en la ZMG se realizan diariamente 9’782,652 viajes, de los cuales 5’796,857 millones son viajes motorizados, equivalente al 59.25% del total. La participación del transporte colectivo al total de viajes motorizados representa el 28.33%, equivalentes a 2’772,373 viajes diarios. El plano urbano inferior correlaciona el total de viajes originados en el estudio de O-D y la vinculación con la Troncal-Alcalde. La línea verde en el plano inferior identifica la Troncal-Alcalde y la evidencia de los patrones de demanda demuestran que los mayores centros atractores de la ZMG convergen en el derrotero de dicha troncal.



El mapa inferior integra de manera visual las preferencias de movilidad *-exclusivo para transporte público-* de la población de la totalidad de la mancha urbana de la ZMG, en dicho plano se identifica la concentración de pasajeros de transporte público que utiliza el derrotero de la Troncal-Alcalde. Adicionalmente, esta troncal constituye el mayor flujo de demanda de la ciudad y su volumen solo es comparable con otras troncales como Troncal-Independencia en al cual transita un sistema de BRT, así como la Troncal-Federalismo y la Troncal Javier Mina por las cuales transita el Tren Eléctrico Urbano. - Para obtener mayor información sobre la metodología empleada y la descripción de los atractores *para el análisis Origen-Destino-* favor de remitirse al Anexo IV.

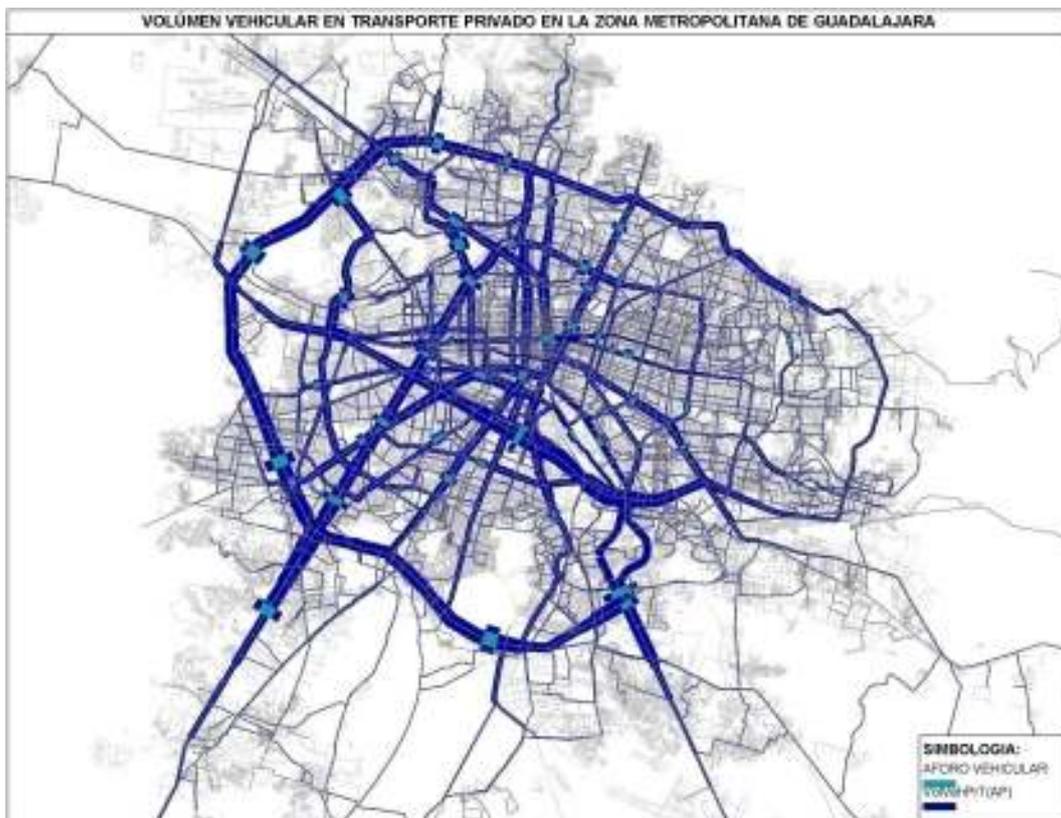
**Figura 2. Viajes por persona por día en transporte público en la Zona Metropolitana de Guadalajara**



Fuente: CEIT.

Para contrastar los resultados de la demanda de transporte colectivo se utilizó la encuesta origen-destino para evidenciar que el flujo de demanda vial del transporte motorizado privado no necesariamente es coincidente en las mismas vías que utiliza la demanda vehicular de transporte masivo, lo cual permite evidenciar que las troncales no necesariamente comparten la misma naturaleza de la demanda vehicular. Por ejemplo, el plano inferior permite evidenciar que a pesar de que la Troncal-Alcalde constituye la principal vía de la demanda de transporte público, esta misma vía no resulta relevante para la demanda del transporte privado motorizado. Para el transporte privado las vías más importantes como Troncal-Periférico, Troncal-Lopez Mateos, Troncal-Patria, Troncal Lázaro Cárdenas resultan de menor relevancia para la demanda de transporte público motorizado.

Figura 3. Volumen Vehicular en Transporte Privado en la Zona Metropolitana de Guadalajara



Fuente: CEIT.

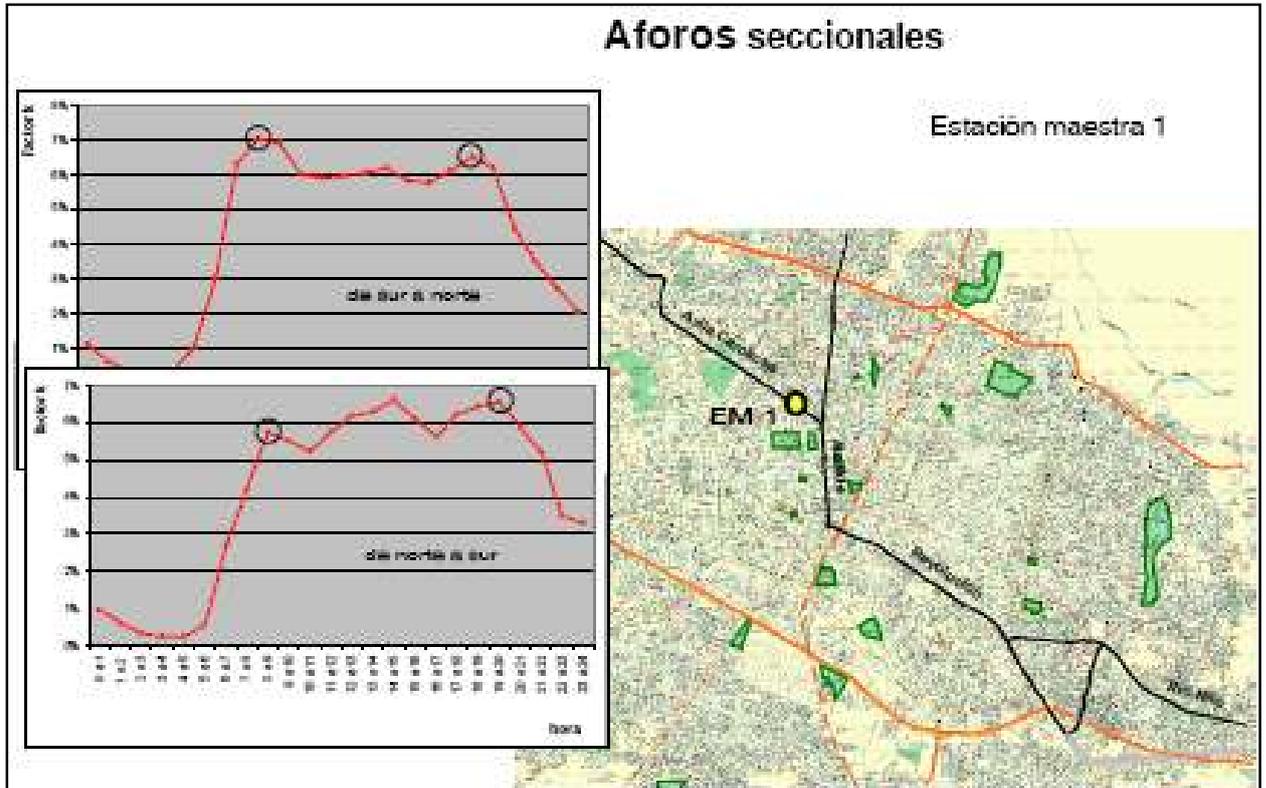
*(ii) encuestas de preferencias declaradas,*

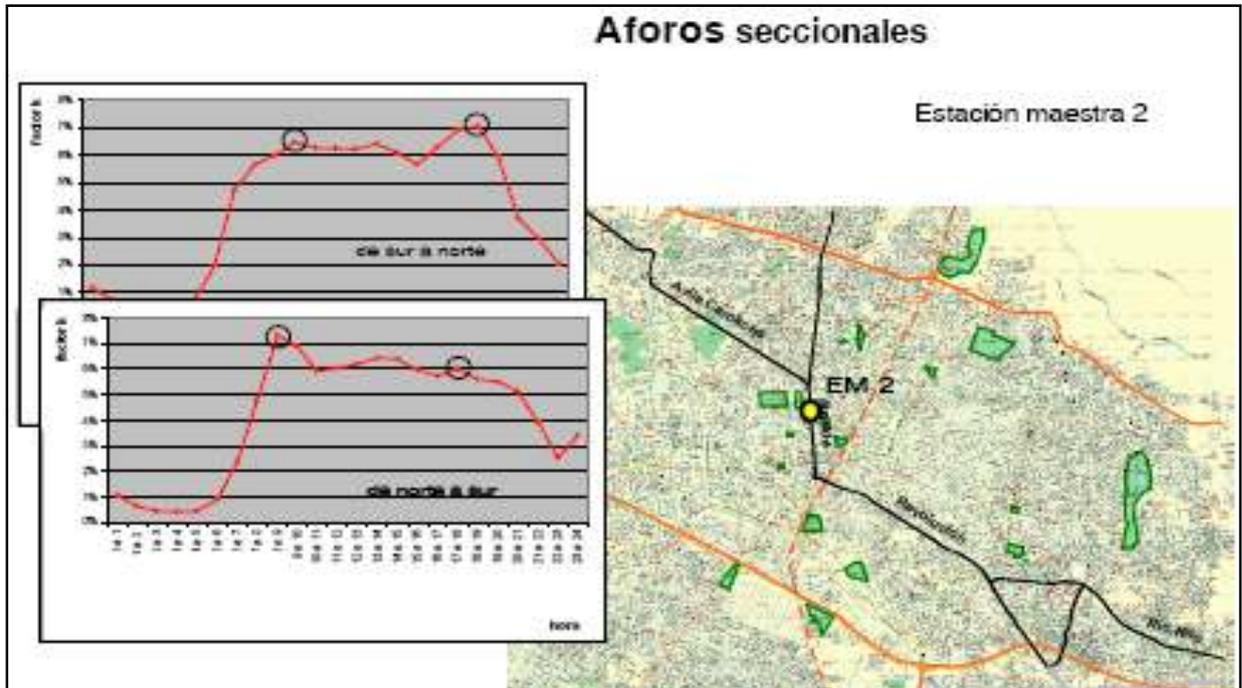
Este mecanismo para medición de la demanda potencial se implementó en distintos puntos del trayecto de la Troncal-Alcalde. La metodología de la encuesta consistió en la aplicación de las siguientes preguntas a una muestra estadística representativa: (i) ¿Usted estaría dispuesto a utilizar el transporte colectivo si éste fuera puntual y limpio? (ii) Si la gasolina subiera al doble, ¿usted dejaría de utilizar su automóvil para utilizar el transporte público? (iii) Si la congestión vial se incrementara al doble, ¿usted dejaría de utilizar su automóvil por un medio de transporte colectivo? Los resultados de las encuestas arrojan que la demanda actual podría incrementarse en un 20% y hasta un 30% en un escenario extremo de incremento de congestión y gasolina.

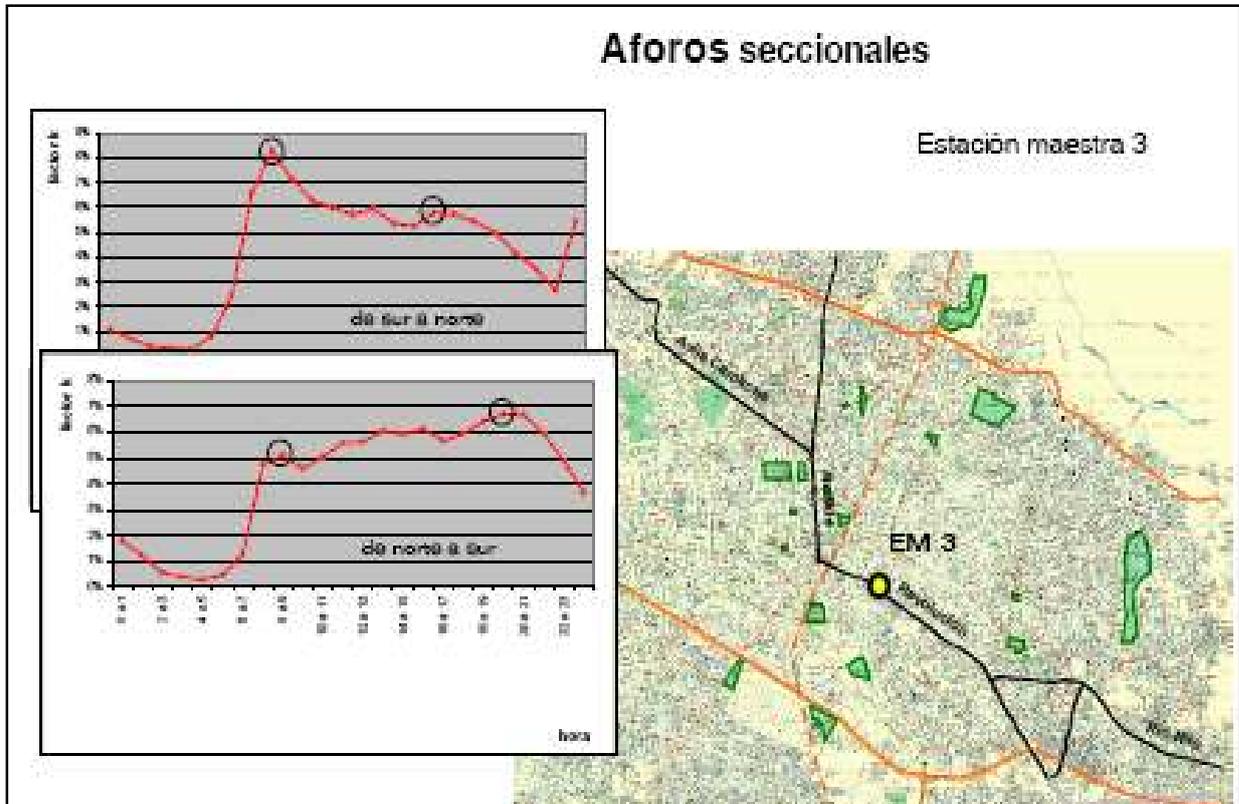
*(iii) aforos seccionales,*

El ejercicio de aforos seccionales permite fragmentar la información de los aforos para cada trayecto que compone la Troncal-Alcalde. Este ejercicio resulta una herramienta valiosa para balancear la oferta de unidades con la demanda, de manera que pueda ajustarse según los requerimientos de horas valle y picos. Adicionalmente, el análisis seccional de trayectos permite realizar el diseño de requerimientos de ofertas para demandas específicas, en los que pueda mejorar la velocidad crucero de dichas unidades al unir dos o más puntos de demanda representativa, sin necesidad de que la unidad realice paradas en todos los puntos de la troncal.

Figura 4. Aforos sectoriales FASE II



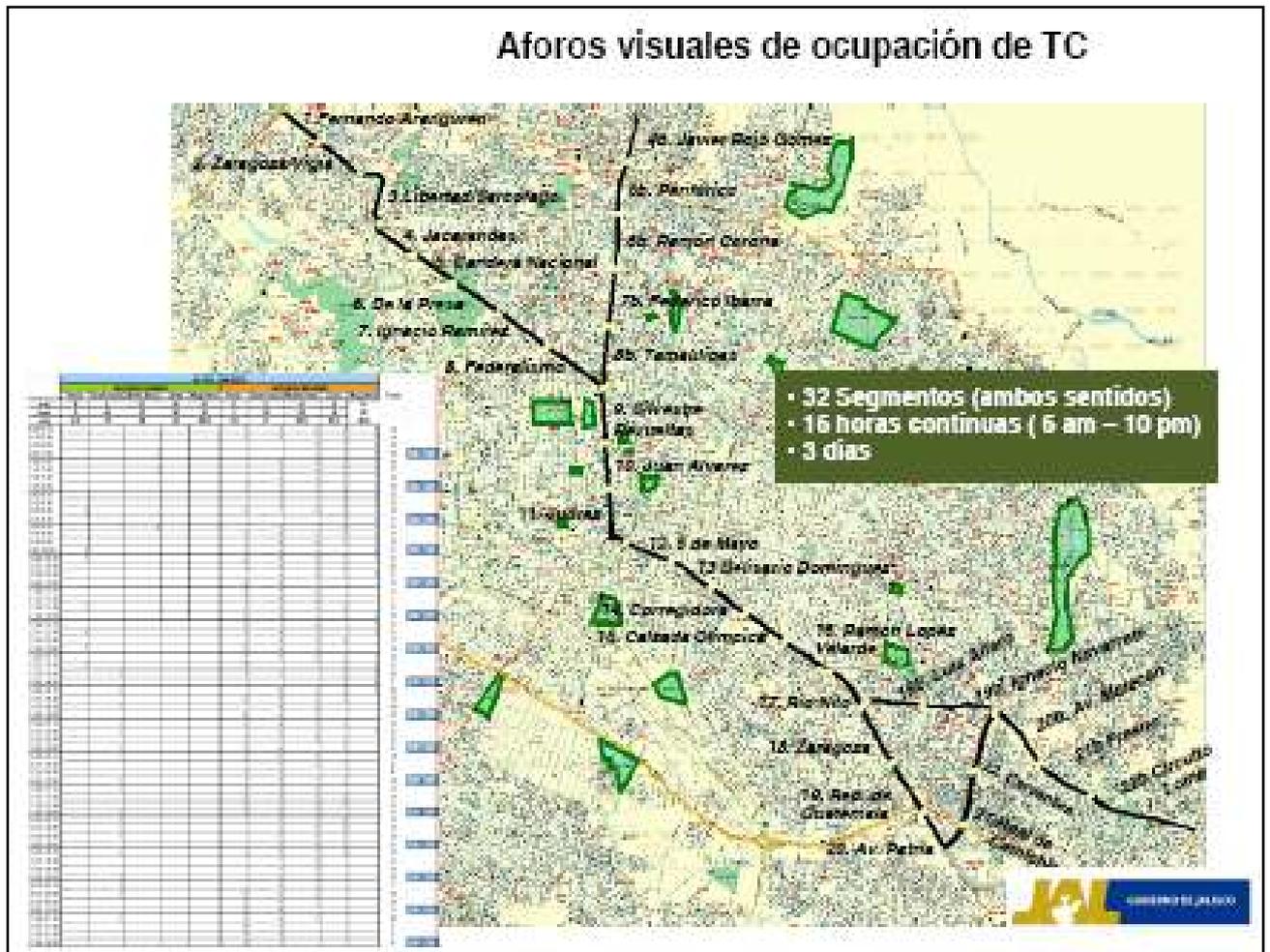




*(iv) aforos visuales de ocupación*

Para la estimación de la demanda de la Troncal-Alcalde, la información de polígonos se alimentó con base en el proceso de de aforos visuales de ocupación, los cuales incluyeron 35 segmentos a lo largo de la ruta, en ambos sentidos, durante 16 horas continuas en un periodo de 3 días típicos.

Figura 5. Aforos visuales de ocupación de TC FASE II



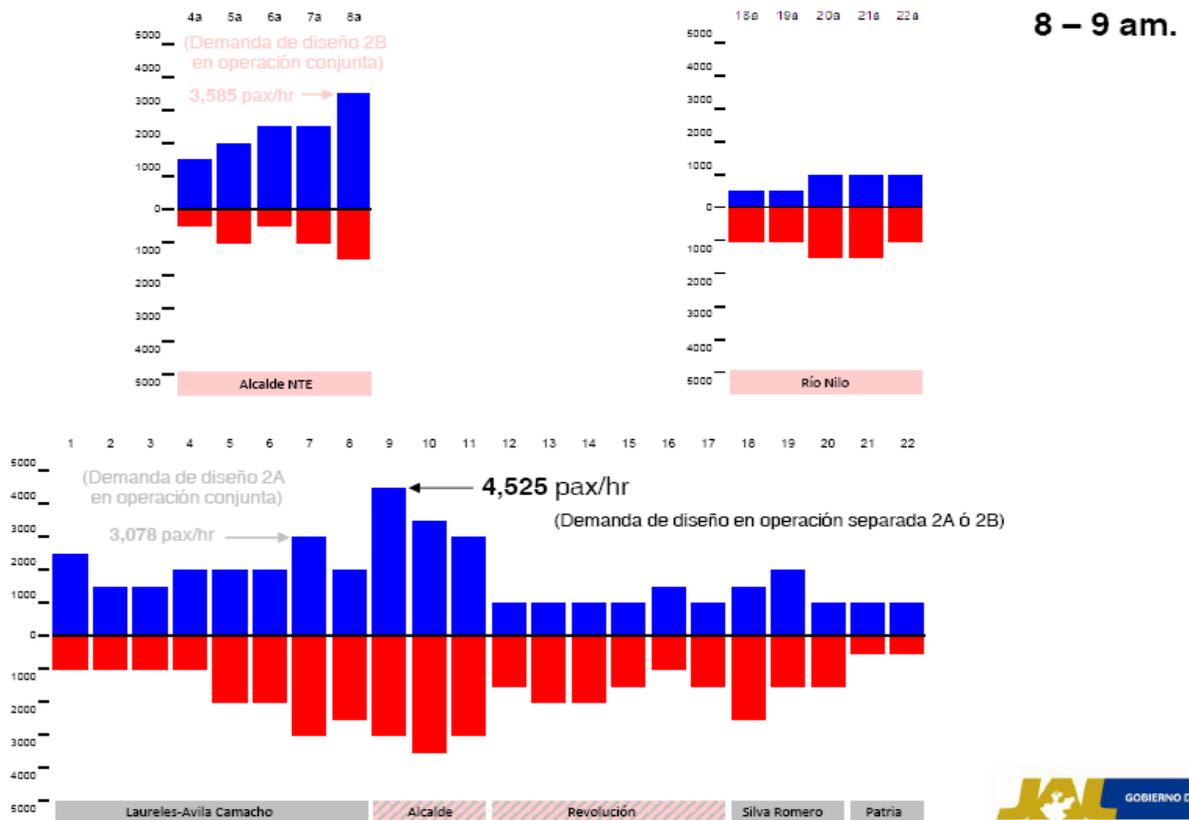
(v) análisis de polígonos de carga (Medición de número de pasajeros que desciende y ascienden en cada parada)

La medición de los polígonos de carga para la Troncal-Alcalde permite identificar una exacta correlación entre los puntos geográficos con la demanda real en cada una de las horas diarias del transcurso del día. Adicionalmente, esta herramienta permite identificar los horarios de demanda máxima diaria.

Los polígonos de carga se realizaron en cada uno de los tramos comprendidos en la FASE II, de las 6:00 am a las 10:00 pm. El instrumento de polígono permite vincular cualquier punto del trayecto de la troncal con su respectiva demanda, con el comportamiento de

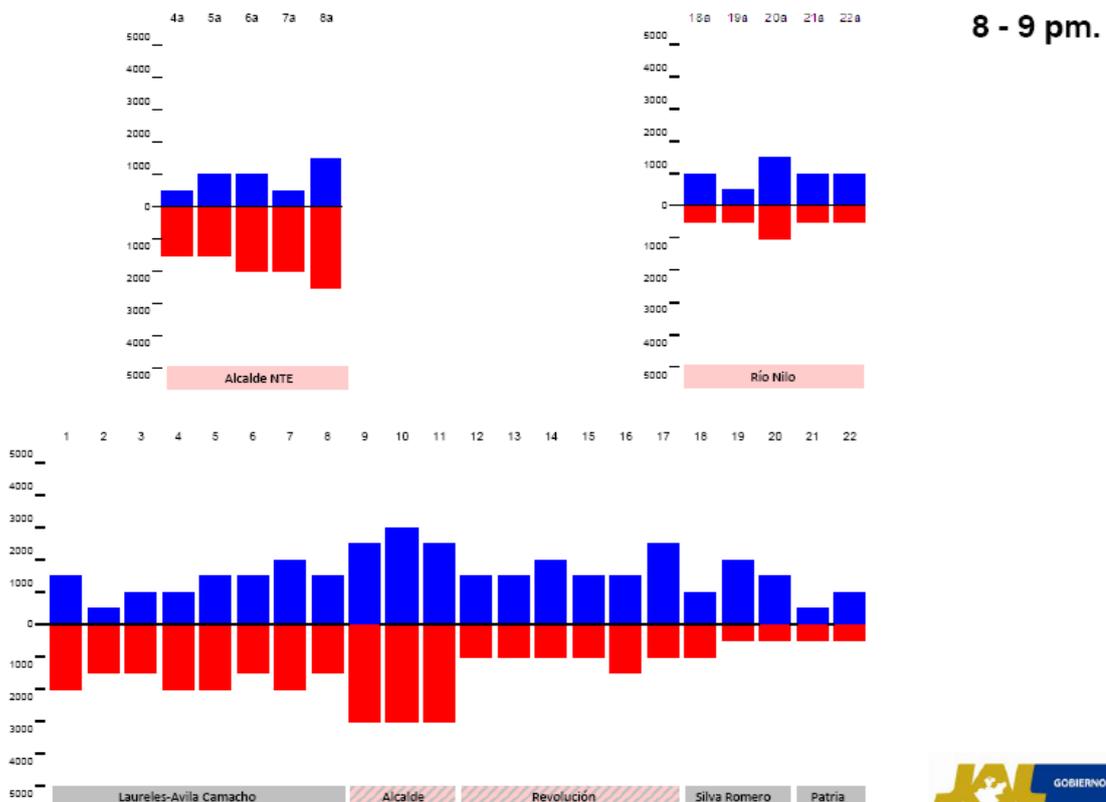
carga y descarga de usuarios en cada hora del día, lo cual resulta un insumo fundamental para definir tanto la ubicación como la dimensión de la demanda en cada punto geográfico de la troncal. Como resultado del estudio de polígono de carga se determino que la demanda máxima de pasajeros se ubica en Ave. Alcalde en la hora de 8:00 a 9:00. Adicionalmente, el comportamiento de la trayectoria origen destino (marcado en azul) prácticamente mantiene el mismo comportamiento que el trayecto destino-origen (marcado en rojo), lo cual permite evidenciar que la demanda de la troncal no registra una demanda máxima en un solo sentido, como sucede con troncales con derroteros a la periferia de la ciudad con puntos dormitorios. **El volumen de pasajeros en hora pico registra una demanda máxima de 4,525 pasajeros hora sentido en la observación de 8:00-9:00 AM.** En cuanto a la bifurcación de la Troncal, denominada Troncal-Alcalde Norte, el volumen de pasajeros en hora pico asciende a 3,585 usuarios hora sentido a la misma hora de de 8:00-9:00 AM.

### Poligonos de Carga



La observación de la demanda mínima en la Troncal-Acalde asciende a 3,000 pasajeros por hora y se identifica en el horario de comprendido entre la 20:00 y las 21:00. Sin embargo, como se muestra en la serie de polígonos de carga de la jornada completa de trabajo, el flujo de demanda mantiene un patrón de comportamiento similar prácticamente en todas las horas del día así como en ambos sentidos. -Favor de referirse al ANEXO IV para ver la serie completa de la jornada de trabajo de los Polígonos de Carga-.

### Polígonos de Carga



#### (vi) Análisis de Delta Positivo

La elección de esta metodología de análisis se debió al nivel de precisión que ha demostrado en anteriores proyectos, dentro de los que se incluye la determinación de la demanda de la FASE II, en la cual se estimó 125,000 ppd y a pesar del tema de la Influenza y por menores técnicos antes de cumplir con 6 meses de operación, el margen de error fue menor el 3.5%. El proceso de estimación de la demanda desecho la

metodología de encuestas domiciliadas, ya que este análisis de predicción de la demanda ha demostrado imprecisiones en proyectos basados en troncales. También, el proceso de estimación desecha la metodología de estimación a través de conteos ya que este tipo de análisis desvincula la demanda cuantificada con el origen y destino de los derroteros de los usuarios.

El análisis de Delta Positivo para estimación de la demanda se aplicó mediante un levantamiento estadístico sobre la totalidad de ascensos y descensos en el marco de las 18 horas de operación diaria y en un periodo de 5 días típicos. La troncal de 38.5 kms de longitud fue dividida en 32 segmentos, los cuales incluyen ambas bifurcaciones, de la parte norte y de la parte sur. La estimación de la demanda se realizó en ambos sentidos de derrotero, la trayectoria norte-sur se enuncia en números de color azul, mientras que la trayectoria sur-norte se define en color rojo.

Las tablas inferiores muestran las observaciones estadísticas tanto de ascensos como descensos en los 32 segmentos, así mismo concentran la información generada durante los 5 días de levantamiento (Derrotero norte-sur en azul y derrotero sur-norte en rojo).

Tablas 6. Levantamientos de observaciones de ascensos y descensos en ambos sentidos por segmento

### 1. Fernando Aranguren

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG	MAX	MAX
6 a 7am	1202	2028	1615	607	1018	812	2.0	1.0
7 a 8am	1617	2560	2088	846	1348	1097	2.5	1.5
8 a 9am	1603	2517	2060	549	900	724	2.5	1.0
9 a 10am	1111	1813	1462	545	973	759	2.0	1.0
10 a 11am	869	1463	1166	343	670	507	1.5	0.5
11 a 12pm	655	1165	910	512	873	692	1.0	1.0
12 a 1pm	829	1403	1116	333	605	469	1.5	0.5
1 a 2pm	1372	2200	1786	577	953	765	2.0	1.0
2 a 3pm	1024	1690	1357	642	1103	873	1.5	1.0
3 a 4pm	576	1037	807	661	1157	909	1.0	1.0
4 a 5pm	568	980	774	613	1098	856	1.0	1.0
5 a 6pm	578	1037	808	718	1222	970	1.0	1.0
6 a 7pm	854	1428	1141	1287	2082	1684	1.5	2.0
7 a 8pm	685	1175	930	1059	1673	1366	1.0	1.5
8 a 9pm	730	1258	994	1128	1807	1468	1.5	2.0
9 a 10pm	386	698	542	795	1338	1067	0.5	1.5

Max **2,560**                      Max **2,082**

## 2. Zaragoza

summary

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	696	1173	935	332	660	496	1.0	0.5
7 a 8am	955	1545	1250	418	742	580	1.5	0.5
8 a 9am	916	1535	1226	485	835	660	1.5	1.0
9 a 10am	945	1543	1244	315	620	467	1.5	0.5
10 a 11am	689	1190	939	260	505	383	1.0	0.5
11 a 12pm	491	892	691	325	587	456	1.0	0.5
12 a 1pm	483	862	673	424	728	576	1.0	0.5
1 a 2pm	636	1127	881	764	1,262	1,013	1.0	1.5
2 a 3pm	496	912	704	810	1,325	1,068	1.0	1.5
3 a 4pm	405	777	591	704	1,162	933	1.0	1.0
4 a 5pm	451	830	641	654	1,072	863	1.0	1.0
5 a 6pm	551	967	759	706	1,165	935	1.0	1.0
6 a 7pm	844	1413	1129	908	1,457	1,182	1.5	1.5
7 a 8pm	551	977	764	1,029	1,657	1,343	1.0	1.5
8 a 9pm	377	697	537	911	1,463	1,187	0.5	1.5
9 a 10pm	266	518	392	675	1,098	887	0.5	1.0

Max 1,545      Max 1,657

#### 4. Jacarandas

	summary						N-S	S-N
	N-S			S-N				
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG	MAX	MAX
6 a 7am	475	960	718	271	612	441	1.0	0.5
7 a 8am	957	1,695	1,326	480	967	724	1.5	1.0
8 a 9am	1,016	1,807	1,411	451	855	653	2.0	1.0
9 a 10am	798	1,460	1,129	691	1,272	981	1.5	1.5
10 a 11am	718	1,342	1,030	632	1,207	920	1.5	1.0
11 a 12pm	645	1,243	944	597	1,168	883	1.0	1.0
12 a 1pm	716	1,327	1,021	537	1,087	812	1.5	1.0
1 a 2pm	1,066	1,850	1,458	964	1,623	1,294	2.0	1.5
2 a 3pm	546	1,080	813	821	1,508	1,165	1.0	1.5
3 a 4pm	497	1,023	760	770	1,457	1,113	1.0	1.5
4 a 5pm	526	1,087	807	669	1,278	974	1.0	1.5
5 a 6pm	504	1,100	802	711	1,338	1,025	1.0	1.5
6 a 7pm	827	1,498	1,163	1,001	1,753	1,377	1.5	2.0
7 a 8pm	516	1,068	792	1,022	1,787	1,405	1.0	2.0
8 a 9pm	421	955	688	1,056	1,888	1,472	1.0	2.0
9 a 10pm	330	813	572	684	1,255	970	1.0	1.5
	Max	1,850		Max	1,888			

## 5. Bandera Nacional

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG	MAX	MAX
6 a 7am	668	1,327	997	466	1,075	770	1.5	1.0
7 a 8am	995	1,807	1,401	981	1,790	1,386	2.0	2.0
8 a 9am	1,222	2,122	1,672	1,261	2,180	1,721	2.0	2.0
9 a 10am	691	1,383	1,037	955	1,742	1,349	1.5	2.0
10 a 11am	544	1,153	849	944	1,753	1,349	1.0	2.0
11 a 12pm	445	978	712	787	1,495	1,141	1.0	1.5
12 a 1pm	505	1,050	778	764	1,470	1,117	1.0	1.5
1 a 2pm	792	1,482	1,137	857	1,578	1,218	1.5	2.0
2 a 3pm	1,134	1,982	1,558	1,080	1,875	1,478	2.0	2.0
3 a 4pm	915	1,598	1,257	1,042	1,877	1,459	1.5	2.0
4 a 5pm	838	1,533	1,186	878	1,608	1,243	1.5	1.5
5 a 6pm	990	1,782	1,386	865	1,595	1,230	2.0	1.5
6 a 7pm	1,382	2,265	1,824	1,025	1,787	1,406	2.5	2.0
7 a 8pm	1,075	1,888	1,482	1,187	2,070	1,628	2.0	2.0
8 a 9pm	671	1,293	982	965	1,727	1,346	1.5	2.0
9 a 10pm	402	868	635	773	1,435	1,104	1.0	1.5
	Max	<b>2,265</b>		Max	<b>2,180</b>			

## 6. Av de la Presa

### summary

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	738	1,312	1,025	632	1,187	909	1.5	1.0
7 a 8am	890	1,545	1,218	1,006	1,762	1,384	1.5	2.0
8 a 9am	1,222	2,047	1,635	1,231	2,125	1,678	2.0	2.0
9 a 10am	902	1,625	1,263	871	1,585	1,228	1.5	1.5
10 a 11am	655	1,217	936	445	970	708	1.0	1.0
11 a 12pm	594	1,137	865	540	1,085	813	1.0	1.0
12 a 1pm	651	1,230	941	749	1,423	1,086	1.0	1.5
1 a 2pm	740	1,343	1,042	722	1,338	1,030	1.5	1.5
2 a 3pm	800	1,447	1,123	866	1,608	1,237	1.5	1.5
3 a 4pm	802	1,472	1,137	806	1,515	1,161	1.5	1.5
4 a 5pm	794	1,482	1,138	726	1,432	1,079	1.5	1.5
5 a 6pm	861	1,575	1,218	633	1,235	934	1.5	1.0
6 a 7pm	981	1,758	1,370	769	1,437	1,103	2.0	1.5
7 a 8pm	998	1,787	1,393	771	1,460	1,116	2.0	1.5
8 a 9pm	921	1,723	1,322	667	1,310	989	1.5	1.5
9 a 10pm	820	1,573	1,197	835	1,575	1,205	1.5	1.5

Max **2,047**      Max **2,125**

## 7. Ignacio Ramírez

summary

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	1,009	1,763	1,386	550	1,005	778	2.0	1.0
7 a 8am	1,307	2,182	1,744	1,183	2,118	1,651	2.0	2.0
8 a 9am	1,843	3,078	2,461	1,591	2,782	2,186	3.0	3.0
9 a 10am	1,255	2,217	1,736	937	1,785	1,361	2.0	2.0
10 a 11am	902	1,715	1,308	836	1,655	1,246	1.5	1.5
11 a 12pm	857	1,643	1,250	764	1,483	1,124	1.5	1.5
12 a 1pm	1,048	1,872	1,460	951	1,782	1,366	2.0	2.0
1 a 2pm	1,253	2,105	1,679	1,324	2,308	1,816	2.0	2.5
2 a 3pm	1,068	1,933	1,500	1,532	2,770	2,151	2.0	3.0
3 a 4pm	1,099	2,053	1,576	1,282	2,332	1,807	2.0	2.5
4 a 5pm	1,105	2,040	1,573	1,141	2,172	1,656	2.0	2.0
5 a 6pm	1,332	2,373	1,852	1,057	2,000	1,529	2.5	2.0
6 a 7pm	1,638	2,803	2,220	1,569	2,683	2,126	3.0	2.5
7 a 8pm	1,473	2,550	2,012	1,505	2,687	2,096	2.5	2.5
8 a 9pm	1,146	2,060	1,603	1,033	1,963	1,498	2.0	2.0
9 a 10pm	554	1,113	833	802	1,562	1,182	1.0	1.5

Max **3,078**                      Max **2,782**

## 8. Federalismo

	summary						N-S	S-N
	N-S			S-N				
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG	MAX	MAX
6 a 7am	610	1,293	951	587	1,185	886	1.5	1.0
7 a 8am	776	1,423	1,099	1,271	2,200	1,736	1.5	2.0
8 a 9am	994	1,728	1,361	1,393	2,385	1,889	2.0	2.5
9 a 10am	1,109	1,968	1,538	953	1,735	1,344	2.0	2.0
10 a 11am	889	1,608	1,248	665	1,333	999	1.5	1.5
11 a 12pm	756	1,473	1,114	843	1,535	1,189	1.5	1.5
12 a 1pm	838	1,588	1,213	997	1,818	1,408	1.5	2.0
1 a 2pm	948	1,695	1,321	1,177	2,075	1,626	1.5	2.0
2 a 3pm	854	1,640	1,247	610	1,100	855	1.5	1.0
3 a 4pm	869	1,740	1,305	450	897	673	1.5	1.0
4 a 5pm	784	1,535	1,160	522	1,092	807	1.5	1.0
5 a 6pm	881	1,667	1,274	519	1,043	781	1.5	1.0
6 a 7pm	1,330	2,250	1,790	768	1,362	1,065	2.5	1.5
7 a 8pm	1,064	1,985	1,524	968	1,740	1,354	2.0	1.5
8 a 9pm	783	1,545	1,164	865	1,535	1,200	1.5	1.5
9 a 10pm	687	1,407	1,047	912	1,640	1,276	1.5	1.5

Max 2,250      Max 2,385

#### 4b. J. Rojo Gómez

	summary						N-S	S-N
	N-S			S-N				
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG	MAX	MAX
6 a 7am	998	1,527	1,262	32	195	113	1.5	0.5
7 a 8am	1,042	1,613	1,328	142	342	242	1.5	0.5
8 a 9am	804	1,258	1,031	251	535	393	1.5	0.5
9 a 10am	615	962	788	200	452	326	1.0	0.5
10 a 11am	587	943	765	194	430	312	1.0	0.5
11 a 12pm	397	652	524	193	442	318	0.5	0.5
12 a 1pm	357	630	494	218	465	342	0.5	0.5
1 a 2pm	585	952	768	371	710	541	1.0	0.5
2 a 3pm	259	507	383	432	807	619	0.5	1.0
3 a 4pm	156	368	262	392	828	610	0.5	1.0
4 a 5pm	157	395	276	350	683	517	0.5	0.5
5 a 6pm	189	440	314	452	835	644	0.5	1.0
6 a 7pm	212	452	332	738	1,228	983	0.5	1.0
7 a 8pm	187	427	307	966	1,577	1,271	0.5	1.5
8 a 9pm	74	263	169	863	1,418	1,141	0.5	1.5
9 a 10pm	74	187	130	600	1,008	804	0.5	1.0

Max **1,613**      Max **1,577**

## 5b. Periférico

### summary

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	413	838	626	177	648	413	1.0	0.5
7 a 8am	997	1,802	1,399	212	755	484	2.0	1.0
8 a 9am	941	1,730	1,335	299	900	600	2.0	1.0
9 a 10am	732	1,427	1,080	318	935	627	1.5	1.0
10 a 11am	606	1,252	929	325	938	632	1.5	1.0
11 a 12pm	354	873	614	368	970	669	1.0	1.0
12 a 1pm	463	1,013	738	483	1,168	826	1.0	1.0
1 a 2pm	626	1,260	943	660	1,433	1,047	1.5	1.5
2 a 3pm	334	788	561	645	1,328	987	1.0	1.5
3 a 4pm	262	732	497	522	1,163	843	0.5	1.0
4 a 5pm	245	685	465	422	1,042	732	0.5	1.0
5 a 6pm	264	682	473	550	1,193	872	0.5	1.0
6 a 7pm	453	997	725	883	1,668	1,276	1.0	1.5
7 a 8pm	561	1,108	835	925	1,700	1,312	1.0	1.5
8 a 9pm	492	1,088	790	758	1,492	1,125	1.0	1.5
9 a 10pm	422	860	641	522	1,170	846	1.0	1.0

Max **1,802**

Max **1,700**

## 6b. Ramón Corona

	summary						N-S	S-N
	N-S			S-N				
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG	MAX	MAX
6 a 7am	1,104	1,897	1,500	89	477	283	2.0	0.5
7 a 8am	1,684	2,678	2,181	146	583	365	2.5	0.5
8 a 9am	1,602	2,702	2,152	147	610	379	2.5	0.5
9 a 10am	1,085	1,907	1,496	202	693	448	2.0	0.5
10 a 11am	668	1,343	1,006	200	700	450	1.5	0.5
11 a 12pm	418	1,032	725	209	672	440	1.0	0.5
12 a 1pm	290	822	556	315	830	572	1.0	1.0
1 a 2pm	595	1,282	939	838	1,595	1,217	1.5	1.5
2 a 3pm	390	928	659	852	1,625	1,239	1.0	1.5
3 a 4pm	293	860	576	694	1,433	1,064	1.0	1.5
4 a 5pm	357	997	677	560	1,238	899	1.0	1.0
5 a 6pm	354	950	652	407	957	682	1.0	1.0
6 a 7pm	547	1,277	912	830	1,560	1,195	1.5	1.5
7 a 8pm	416	1,043	730	1,400	2,325	1,862	1.0	2.5
8 a 9pm	366	950	658	1,165	2,067	1,616	1.0	2.0
9 a 10pm	552	1,172	862	792	1,368	1,080	1.0	1.5
	Max	2,702		Max	2,325			

## 7b. Federico Ibarra

	summary						N-S	S-N
	N-S			S-N				
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG	MAX	MAX
6 a 7am	701	1,182	941	30	295	163	1.0	0.5
7 a 8am	1,562	2,493	2,028	150	597	373	2.5	0.5
8 a 9am	1,366	2,343	1,855	234	780	507	2.5	1.0
9 a 10am	1,100	1,950	1,525	241	758	500	2.0	1.0
10 a 11am	610	1,215	913	256	820	538	1.0	1.0
11 a 12pm	409	982	696	290	817	553	1.0	1.0
12 a 1pm	344	887	615	431	1,085	758	1.0	1.0
1 a 2pm	425	1,020	722	561	1,297	929	1.0	1.5
2 a 3pm	322	895	609	732	1,598	1,165	1.0	1.5
3 a 4pm	341	980	660	659	1,428	1,043	1.0	1.5
4 a 5pm	1,254	2,343	1,798	631	1,408	1,019	2.5	1.5
5 a 6pm	318	923	620	711	1,480	1,096	1.0	1.5
6 a 7pm	408	1,118	763	1,131	2,050	1,590	1.0	2.0
7 a 8pm	267	898	582	1,203	2,090	1,647	1.0	2.0
8 a 9pm	178	685	431	1,084	2,030	1,557	0.5	2.0
9 a 10pm	69	393	231	712	1,380	1,046	0.5	1.5

Max **2,493**      Max **2,090**

## 8b. Tamaulipas

### summary

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	1,365	2,343	1,854	506	1,203	854	2.5	1.0
7 a 8am	2,042	3,403	2,722	587	1,465	1,026	3.5	1.5
8 a 9am	2,176	3,585	2,881	602	1,475	1,038	3.5	1.5
9 a 10am	1,630	2,818	2,224	586	1,468	1,027	3.0	1.5
10 a 11am	1,079	2,048	1,563	755	1,695	1,225	2.0	1.5
11 a 12pm	1,147	2,268	1,707	1,221	2,255	1,738	2.5	2.5
12 a 1pm	1,328	2,448	1,888	1,184	2,213	1,698	2.5	2.0
1 a 2pm	1,361	2,478	1,919	1,502	2,673	2,087	2.5	2.5
2 a 3pm	983	2,048	1,516	839	1,817	1,328	2.0	2.0
3 a 4pm	959	2,080	1,520	1,015	2,123	1,569	2.0	2.0
4 a 5pm	998	2,280	1,639	752	1,753	1,253	2.5	2.0
5 a 6pm	778	1,873	1,326	762	1,775	1,269	2.0	2.0
6 a 7pm	985	2,133	1,559	1,429	2,668	2,049	2.0	2.5
7 a 8pm	691	1,773	1,232	1,465	2,703	2,084	2.0	2.5
8 a 9pm	641	1,632	1,136	1,316	2,538	1,927	1.5	2.5
9 a 10pm	393	1,090	742	864	1,738	1,301	1.0	2.0
	Max	<b>3,585</b>		Max	<b>2,703</b>			

## 9. Silvestre Revueltas

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
6 a 7am	1,353	2,770	2,061	722	2,005	1,363	3.0	2.0
7 a 8am	2,481	4,433	3,457	1,520	3,410	2,465	4.5	3.5
8 a 9am	2,429	4,525	3,477	1,395	3,145	2,270	4.5	3.0
9 a 10am	1,892	3,890	2,891	1,240	2,930	2,085	4.0	3.0
10 a 11am	1,446	3,018	2,232	1,050	2,678	1,864	3.0	2.5
11 a 12pm	1,561	3,310	2,435	1,205	2,748	1,976	3.5	2.5
12 a 1pm	1,578	3,243	2,410	1,579	3,203	2,391	3.0	3.0
1 a 2pm	1,918	3,718	2,818	2,124	3,968	3,046	3.5	4.0
2 a 3pm	1,651	3,072	2,361	1,575	3,072	2,323	3.0	3.0
3 a 4pm	1,758	3,437	2,598	1,781	3,473	2,627	3.5	3.5
4 a 5pm	2,078	3,987	3,032	1,559	3,105	2,332	4.0	3.0
5 a 6pm	1,896	3,665	2,780	1,148	2,612	1,880	3.5	2.5
6 a 7pm	2,522	4,427	3,475	1,489	3,090	2,290	4.5	3.0
7 a 8pm	1,585	3,183	2,384	1,638	3,385	2,511	3.0	3.5
8 a 9pm	1,189	2,595	1,892	1,486	3,093	2,290	2.5	3.0
9 a 10pm	1,650	3,255	2,453	780	1,787	1,283	3.5	2.0

Max	<b>4,525</b>	Max	<b>3,968</b>
-----	--------------	-----	--------------

## 10. Juan Alvarez

### summary

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	1,020	2,020	1,520	800	1,928	1,364	2.0	2.0
7 a 8am	1,788	3,415	2,601	1,615	3,122	2,368	3.5	3.0
8 a 9am	1,850	3,468	2,659	1,641	3,297	2,469	3.5	3.5
9 a 10am	1,629	3,195	2,412	1,325	2,933	2,129	3.0	3.0
10 a 11am	1,492	2,903	2,198	1,140	2,623	1,882	3.0	2.5
11 a 12pm	1,359	2,735	2,047	1,279	2,762	2,020	2.5	3.0
12 a 1pm	1,516	2,930	2,223	1,539	3,093	2,316	3.0	3.0
1 a 2pm	1,682	3,120	2,401	1,585	3,002	2,293	3.0	3.0
2 a 3pm	1,448	2,925	2,187	1,062	2,335	1,699	3.0	2.5
3 a 4pm	1,584	3,185	2,385	1,163	2,483	1,823	3.0	2.5
4 a 5pm	1,317	2,880	2,099	1,063	2,312	1,688	3.0	2.5
5 a 6pm	1,217	2,657	1,937	1,170	2,602	1,886	2.5	2.5
6 a 7pm	1,719	3,385	2,552	1,309	2,775	2,042	3.5	3.0
7 a 8pm	1,937	3,787	2,862	1,651	3,377	2,514	4.0	3.5
8 a 9pm	1,444	3,088	2,266	1,480	3,132	2,306	3.0	3.0
9 a 10pm	825	1,958	1,392	1,279	2,663	1,971	2.0	2.5
	Max	<b>3,787</b>		Max	<b>3,377</b>			

## 11. Juárez

summary

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	1,014	1,817	1,416	1,200	2,210	1,705	2.0	2.0
7 a 8am	1,427	2,542	1,984	1,465	2,547	2,006	2.5	2.5
8 a 9am	1,829	3,248	2,539	1,801	3,163	2,482	3.0	3.0
9 a 10am	1,497	2,827	2,162	1,250	2,528	1,889	3.0	2.5
10 a 11am	1,427	2,632	2,030	1,089	2,330	1,710	2.5	2.5
11 a 12pm	1,411	2,655	2,033	949	2,130	1,539	2.5	2.0
12 a 1pm	1,450	2,700	2,075	1,387	2,702	2,044	2.5	2.5
1 a 2pm	1,776	3,063	2,420	2,050	3,608	2,829	3.0	3.5
2 a 3pm	1,292	2,398	1,845	1,097	2,110	1,604	2.5	2.0
3 a 4pm	1,166	2,317	1,741	1,228	2,310	1,769	2.5	2.5
4 a 5pm	784	1,888	1,336	1,257	2,562	1,910	2.0	2.5
5 a 6pm	861	1,905	1,383	690	1,592	1,141	2.0	1.5
6 a 7pm	1,138	2,308	1,723	1,520	2,792	2,156	2.5	3.0
7 a 8pm	1,317	2,553	1,935	1,827	3,445	2,636	2.5	3.5
8 a 9pm	1,262	2,447	1,854	1,463	2,802	2,133	2.5	3.0
9 a 10pm	1,040	2,005	1,523	1,365	2,595	1,980	2.0	2.5

Max 3,248      Max 3,608

## 12. 5 de Mayo

### summary

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	312	740	526	249	598	424	0.5	0.5
7 a 8am	356	777	566	650	1,153	902	1.0	1.0
8 a 9am	401	892	647	1,042	1,747	1,394	1.0	1.5
9 a 10am	538	1,067	802	1,030	1,760	1,395	1.0	2.0
10 a 11am	452	922	687	730	1,372	1,051	1.0	1.5
11 a 12pm	511	1,032	772	559	1,107	833	1.0	1.0
12 a 1pm	595	1,108	852	648	1,257	953	1.0	1.5
1 a 2pm	733	1,282	1,007	724	1,268	996	1.5	1.5
2 a 3pm	749	1,297	1,023	1,106	1,858	1,482	1.5	2.0
3 a 4pm	655	1,150	903	980	1,673	1,326	1.0	1.5
4 a 5pm	702	1,242	972	887	1,533	1,210	1.0	1.5
5 a 6pm	619	1,155	887	908	1,598	1,253	1.0	1.5
6 a 7pm	749	1,282	1,016	954	1,715	1,335	1.5	1.5
7 a 8pm	926	1,572	1,249	893	1,640	1,266	1.5	1.5
8 a 9pm	889	1,492	1,191	487	1,063	775	1.5	1.0
9 a 10pm	726	1,313	1,020	476	1,028	752	1.5	1.0

Max **1,572**

Max **1,858**

### 13. Belisario / Ejército

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	374	792	583	314	678	496	1.0	0.5
7 a 8am	609	1,138	874	944	1,628	1,286	1.0	1.5
8 a 9am	665	1,242	953	1,068	1,850	1,459	1.0	2.0
9 a 10am	694	1,292	993	853	1,523	1,188	1.5	1.5
10 a 11am	551	1,065	808	681	1,270	975	1.0	1.5
11 a 12pm	776	1,382	1,079	583	1,095	839	1.5	1.0
12 a 1pm	855	1,433	1,144	616	1,163	890	1.5	1.0
1 a 2pm	826	1,402	1,114	829	1,462	1,145	1.5	1.5
2 a 3pm	642	1,285	984	884	1,588	1,236	1.5	1.5
3 a 4pm	523	1,030	776	693	1,358	1,026	1.0	1.5
4 a 5pm	524	1,040	782	496	1,020	758	1.0	1.0
5 a 6pm	546	1,080	813	562	1,095	828	1.0	1.0
6 a 7pm	835	1,550	1,193	584	1,170	877	1.5	1.0
7 a 8pm	895	1,583	1,239	596	1,173	885	1.5	1.0
8 a 9pm	821	1,470	1,146	330	787	559	1.5	1.0
9 a 10pm	576	1,108	842	461	918	690	1.0	1.0

Max **1,583**                      Max **1,850**

## 14. Corregidora

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	374	795	585	669	1,180	925	1.0	1.0
7 a 8am	560	1,067	813	893	1,530	1,211	1.0	1.5
8 a 9am	488	985	736	1,086	1,817	1,451	1.0	2.0
9 a 10am	523	1,085	804	852	1,482	1,167	1.0	1.5
10 a 11am	434	967	700	562	1,075	819	1.0	1.0
11 a 12pm	443	885	664	551	1,055	803	1.0	1.0
12 a 1pm	530	1,042	786	536	1,052	794	1.0	1.0
1 a 2pm	970	1,663	1,317	722	1,272	997	1.5	1.5
2 a 3pm	719	1,227	973	667	1,158	913	1.0	1.0
3 a 4pm	902	1,417	1,159	574	1,040	807	1.5	1.0
4 a 5pm	610	1,087	848	600	1,072	836	1.0	1.0
5 a 6pm	687	1,227	957	598	1,057	827	1.0	1.0
6 a 7pm	927	1,505	1,216	640	1,148	894	1.5	1.0
7 a 8pm	1,150	1,837	1,493	539	965	752	2.0	1.0
8 a 9pm	1,203	1,923	1,563	474	888	681	2.0	1.0
9 a 10pm	565	965	765	213	480	347	1.0	0.5

Max **1,923**      Max **1,817**

## 15. Calzada Olímpica

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	141	435	288	523	973	748	0.5	1.0
7 a 8am	342	828	585	1,239	2,040	1,639	1.0	2.0
8 a 9am	438	938	688	1,023	1,660	1,341	1.0	1.5
9 a 10am	460	978	719	959	1,690	1,325	1.0	1.5
10 a 11am	591	1,163	877	729	1,390	1,060	1.0	1.5
11 a 12pm	662	1,188	925	515	1,018	766	1.0	1.0
12 a 1pm	880	1,513	1,196	539	1,128	833	1.5	1.0
1 a 2pm	840	1,490	1,165	965	1,670	1,317	1.5	1.5
2 a 3pm	695	1,257	976	812	1,433	1,122	1.5	1.5
3 a 4pm	681	1,163	922	794	1,420	1,107	1.0	1.5
4 a 5pm	571	1,050	811	654	1,238	946	1.0	1.0
5 a 6pm	525	1,068	797	679	1,280	980	1.0	1.5
6 a 7pm	874	1,503	1,189	928	1,625	1,277	1.5	1.5
7 a 8pm	1,071	1,752	1,411	867	1,570	1,219	2.0	1.5
8 a 9pm	861	1,460	1,161	592	1,068	830	1.5	1.0
9 a 10pm	429	813	621	660	1,133	896	1.0	1.0

Max **1,752**      Max **2,040**

## 16. Ramón López Velarde

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	659	1,235	947	352	788	570	1.0	1.0
7 a 8am	757	1,370	1,063	425	900	663	1.5	1.0
8 a 9am	860	1,528	1,194	419	870	645	1.5	1.0
9 a 10am	575	1,083	829	499	1,055	777	1.0	1.0
10 a 11am	454	970	712	337	827	582	1.0	1.0
11 a 12pm	455	1,008	732	335	715	525	1.0	0.5
12 a 1pm	467	1,095	781	477	963	720	1.0	1.0
1 a 2pm	621	1,238	930	584	1,057	820	1.0	1.0
2 a 3pm	704	1,287	996	531	1,100	815	1.5	1.0
3 a 4pm	643	1,148	896	588	1,123	855	1.0	1.0
4 a 5pm	527	1,032	779	455	920	688	1.0	1.0
5 a 6pm	688	1,305	996	434	873	654	1.5	1.0
6 a 7pm	795	1,425	1,110	372	775	574	1.5	1.0
7 a 8pm	981	1,683	1,332	736	1,335	1,036	1.5	1.5
8 a 9pm	759	1,337	1,048	826	1,453	1,140	1.5	1.5
9 a 10pm	784	1,448	1,116	756	1,317	1,036	1.5	1.5

Max **1,683**                      Max **1,453**

## 17. Río Nilo (1)

summary

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	552	1,040	796	722	1,320	1,021	1.0	1.5
7 a 8am	448	947	697	769	1,385	1,077	1.0	1.5
8 a 9am	485	1,022	753	793	1,375	1,084	1.0	1.5
9 a 10am	423	897	660	612	1,107	859	1.0	1.0
10 a 11am	463	1,018	741	607	1,138	873	1.0	1.0
11 a 12pm	452	950	701	412	822	617	1.0	1.0
12 a 1pm	537	1,052	794	655	1,192	923	1.0	1.0
1 a 2pm	692	1,238	965	726	1,352	1,039	1.0	1.5
2 a 3pm	633	1,222	927	1,239	2,025	1,632	1.0	2.0
3 a 4pm	580	1,108	844	493	915	704	1.0	1.0
4 a 5pm	591	1,157	874	475	922	699	1.0	1.0
5 a 6pm	793	1,537	1,165	772	1,345	1,059	1.5	1.5
6 a 7pm	940	1,658	1,299	692	1,238	965	1.5	1.0
7 a 8pm	1,037	1,762	1,399	743	1,292	1,017	2.0	1.5
8 a 9pm	1,409	2,287	1,848	392	837	615	2.5	1.0
9 a 10pm	827	1,465	1,146	198	440	319	1.5	0.5

Max 2,287      Max 2,025

## 18. Zaragoza

### summary

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	600	1,118	859	732	1,352	1,042	1.0	1.5
7 a 8am	829	1,548	1,189	1,156	1,942	1,549	1.5	2.0
8 a 9am	863	1,583	1,223	1,440	2,328	1,884	1.5	2.5
9 a 10am	661	1,278	970	1,280	2,172	1,726	1.5	2.0
10 a 11am	683	1,282	983	1,129	1,972	1,550	1.5	2.0
11 a 12pm	566	1,195	880	1,118	1,952	1,535	1.0	2.0
12 a 1pm	490	1,008	749	921	1,732	1,326	1.0	1.5
1 a 2pm	726	1,343	1,035	1,140	1,998	1,569	1.5	2.0
2 a 3pm	416	862	639	478	960	719	1.0	1.0
3 a 4pm	412	827	619	387	785	586	1.0	1.0
4 a 5pm	417	837	627	348	803	576	1.0	1.0
5 a 6pm	386	843	615	293	712	502	1.0	0.5
6 a 7pm	577	1,042	809	493	1,020	757	1.0	1.0
7 a 8pm	663	1,235	949	445	930	687	1.0	1.0
8 a 9pm	517	962	740	369	835	602	1.0	1.0
9 a 10pm	426	815	621	186	462	324	1.0	0.5

Max **1,583**      Max **2,328**

## 19. Rep Guatemala

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	662	1,335	999	356	852	604	1.5	1.0
7 a 8am	731	1,413	1,072	545	1,195	870	1.5	1.0
8 a 9am	980	1,833	1,407	795	1,523	1,159	2.0	1.5
9 a 10am	708	1,473	1,091	702	1,412	1,057	1.5	1.5
10 a 11am	614	1,288	951	635	1,308	972	1.5	1.5
11 a 12pm	636	1,338	987	741	1,567	1,154	1.5	1.5
12 a 1pm	688	1,407	1,048	987	1,882	1,434	1.5	2.0
1 a 2pm	1,080	1,913	1,497	940	1,763	1,351	2.0	2.0
2 a 3pm	695	1,275	985	548	1,053	801	1.5	1.0
3 a 4pm	678	1,258	968	441	928	685	1.5	1.0
4 a 5pm	612	1,198	905	410	880	645	1.0	1.0
5 a 6pm	654	1,302	978	411	967	689	1.5	1.0
6 a 7pm	1,077	1,890	1,484	389	898	644	2.0	1.0
7 a 8pm	1,310	2,238	1,774	431	945	688	2.0	1.0
8 a 9pm	1,309	2,235	1,772	306	705	505	2.0	0.5
9 a 10pm	802	1,462	1,132	319	772	545	1.5	1.0

Max **2,238**                      Max **1,882**

## 20. Patria - Alba

	summary						N-S	S-N
	N-S			S-N				
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG	MAX	MAX
6 a 7am	373	818	595	384	780	582	1.0	1.0
7 a 8am	359	855	607	555	1,390	973	1.0	1.5
8 a 9am	456	978	717	679	1,525	1,102	1.0	1.5
9 a 10am	373	915	644	456	1,238	847	1.0	1.0
10 a 11am	371	923	647	413	1,270	842	1.0	1.5
11 a 12pm	309	743	526	334	1,090	712	0.5	1.0
12 a 1pm	520	1,038	779	635	1,450	1,043	1.0	1.5
1 a 2pm	596	1,133	864	856	1,660	1,258	1.0	1.5
2 a 3pm	261	513	387	501	1,020	761	0.5	1.0
3 a 4pm	500	1,063	781	395	880	638	1.0	1.0
4 a 5pm	546	1,158	852	357	850	603	1.0	1.0
5 a 6pm	320	600	460	157	450	303	0.5	0.5
6 a 7pm	798	1,333	1,065	369	750	559	1.5	1.0
7 a 8pm	1,002	1,625	1,313	282	690	486	1.5	0.5
8 a 9pm	1,006	1,663	1,334	229	583	406	1.5	0.5
9 a 10pm	990	1,635	1,312	162	418	290	1.5	0.5
	Max	<b>1,663</b>		Max	<b>1,660</b>			

## 21. Real de Camichines

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	494	858	676	111	423	267	1.0	0.5
7 a 8am	753	1,220	987	138	410	274	1.0	0.5
8 a 9am	605	1,008	806	226	520	373	1.0	0.5
9 a 10am	306	578	442	131	348	239	0.5	0.5
10 a 11am	209	460	334	71	230	151	0.5	0.5
11 a 12pm	204	435	319	123	315	219	0.5	0.5
12 a 1pm	262	525	394	238	463	350	0.5	0.5
1 a 2pm	454	798	626	317	575	446	1.0	0.5
2 a 3pm	197	453	325	347	705	526	0.5	0.5
3 a 4pm	119	320	220	329	653	491	0.5	0.5
4 a 5pm	101	340	220	285	643	464	0.5	0.5
5 a 6pm	81	270	176	240	520	380	0.5	0.5
6 a 7pm	127	358	242	370	690	530	0.5	0.5
7 a 8pm	149	385	267	399	733	566	0.5	1.0
8 a 9pm	202	458	330	295	585	440	0.5	0.5
9 a 10pm	142	350	246	334	660	497	0.5	0.5

Max **1,220**      Max **733**

## 22. Félix Cervantes

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	588	975	781	217	443	330	1.0	0.5
7 a 8am	901	1,465	1,183	436	753	594	1.5	1.0
8 a 9am	687	1,143	915	388	710	549	1.0	0.5
9 a 10am	432	740	586	251	530	391	1.0	0.5
10 a 11am	303	568	435	275	545	410	0.5	0.5
11 a 12pm	246	513	379	278	578	428	0.5	0.5
12 a 1pm	309	580	444	281	538	409	0.5	0.5
1 a 2pm	474	795	635	486	830	658	1.0	1.0
2 a 3pm	192	400	296	333	590	462	0.5	0.5
3 a 4pm	174	380	277	361	615	488	0.5	0.5
4 a 5pm	200	420	310	271	510	391	0.5	0.5
5 a 6pm	126	295	211	312	610	461	0.5	0.5
6 a 7pm	156	320	238	473	825	649	0.5	1.0
7 a 8pm	168	375	272	457	785	621	0.5	1.0
8 a 9pm	240	435	338	391	700	546	0.5	0.5
9 a 10pm	415	740	578	363	640	502	1.0	0.5

Max **1,465**      Max **830**

## 18b. Alfaro - Piña

### summary

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	400	815	608	697	1,215	956	1.0	1.0
7 a 8am	263	628	446	744	1,272	1,008	0.5	1.5
8 a 9am	283	637	460	610	1,072	841	0.5	1.0
9 a 10am	367	738	553	399	760	579	0.5	1.0
10 a 11am	432	867	649	363	717	540	1.0	0.5
11 a 12pm	552	1,008	780	409	773	591	1.0	1.0
12 a 1pm	521	975	748	376	748	562	1.0	0.5
1 a 2pm	717	1,225	971	456	818	637	1.0	1.0
2 a 3pm	269	578	423	513	933	723	0.5	1.0
3 a 4pm	291	555	423	217	472	344	0.5	0.5
4 a 5pm	353	652	503	214	478	346	0.5	0.5
5 a 6pm	393	755	574	222	488	355	1.0	0.5
6 a 7pm	409	802	605	219	492	355	1.0	0.5
7 a 8pm	458	837	648	213	473	343	1.0	0.5
8 a 9pm	487	933	710	211	475	343	1.0	0.5
9 a 10pm	513	965	739	171	367	269	1.0	0.5

Max **1,225**

Max **1,272**

### 19b. Ignacio Navarrete

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
6 a 7am	212	443	328	242	468	355	0.5	0.5
7 a 8am	258	558	408	359	660	509	0.5	0.5
8 a 9am	255	555	405	403	757	580	0.5	1.0
9 a 10am	214	475	344	312	617	464	0.5	0.5
10 a 11am	172	425	298	254	540	397	0.5	0.5
11 a 12pm	239	485	362	227	473	350	0.5	0.5
12 a 1pm	250	495	373	310	627	469	0.5	0.5
1 a 2pm	451	778	615	370	688	529	1.0	0.5
2 a 3pm	387	770	579	353	665	509	1.0	0.5
3 a 4pm	325	635	480	344	673	508	0.5	0.5
4 a 5pm	295	583	439	203	463	333	0.5	0.5
5 a 6pm	327	638	482	202	453	327	0.5	0.5
6 a 7pm	404	755	579	214	488	351	1.0	0.5
7 a 8pm	561	988	774	199	473	336	1.0	0.5
8 a 9pm	379	698	538	177	400	288	0.5	0.5
9 a 10pm	471	845	658	140	378	259	1.0	0.5

Max **988**                      Max **757**

## 20b. Malecón

### summary

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG		
6 a 7am	89	277	183	534	993	763	0.5	1.0
7 a 8am	276	675	476	1,098	1,912	1,505	0.5	2.0
8 a 9am	405	1,008	707	907	1,677	1,292	1.0	1.5
9 a 10am	391	878	635	728	1,428	1,078	1.0	1.5
10 a 11am	355	862	609	616	1,235	926	1.0	1.0
11 a 12pm	388	842	615	428	960	694	1.0	1.0
12 a 1pm	555	1,082	819	493	1,037	765	1.0	1.0
1 a 2pm	900	1,593	1,247	689	1,287	988	1.5	1.5
2 a 3pm	762	1,348	1,055	465	913	689	1.5	1.0
3 a 4pm	576	1,142	859	474	1,017	746	1.0	1.0
4 a 5pm	482	1,003	743	352	805	579	1.0	1.0
5 a 6pm	562	1,117	839	375	828	602	1.0	1.0
6 a 7pm	656	1,210	933	461	955	708	1.0	1.0
7 a 8pm	683	1,252	967	566	1,053	810	1.5	1.0
8 a 9pm	762	1,347	1,054	409	870	640	1.5	1.0
9 a 10pm	637	1,105	871	657	1,317	987	1.0	1.5

Max **1,593**

Max **1,912**

## 21b. Fresno

	summary						N-S	S-N
	N-S			S-N				
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG	MAX	MAX
6 a 7am	624	1,320	972	627	1,277	952	1.5	1.5
7 a 8am	421	960	691	831	1,593	1,212	1.0	1.5
8 a 9am	369	890	630	894	1,592	1,243	1.0	1.5
9 a 10am	448	1,027	737	674	1,358	1,016	1.0	1.5
10 a 11am	402	983	693	664	1,347	1,006	1.0	1.5
11 a 12pm	390	935	663	386	897	641	1.0	1.0
12 a 1pm	591	1,263	927	472	1,005	738	1.5	1.0
1 a 2pm	616	1,292	954	533	1,032	783	1.5	1.0
2 a 3pm	447	820	633	596	1,083	839	1.0	1.0
3 a 4pm	334	715	525	770	1,330	1,050	0.5	1.5
4 a 5pm	379	788	583	192	548	370	1.0	0.5
5 a 6pm	425	858	641	196	538	367	1.0	0.5
6 a 7pm	469	888	678	231	555	393	1.0	0.5
7 a 8pm	554	1,020	787	321	653	487	1.0	0.5
8 a 9pm	446	823	634	289	663	476	1.0	0.5
9 a 10pm	452	830	641	350	718	534	1.0	0.5
	Max	1,320		Max	1,593			

## 22b. Circuito Loma

	N-S			S-N			N-S	S-N
	Pax/hr	Pax/hr	Pax/hr	pax/hr	pax/hr	pax/hr		
6 a 7am	488	897	692	461	865	663	1.0	1.0
7 a 8am	531	1,002	767	559	1,040	799	1.0	1.0
8 a 9am	529	968	749	650	1,208	929	1.0	1.0
9 a 10am	617	1,095	856	571	1,073	822	1.0	1.0
10 a 11am	673	1,205	939	484	927	705	1.0	1.0
11 a 12pm	717	1,255	986	476	918	697	1.5	1.0
12 a 1pm	736	1,280	1,008	435	838	637	1.5	1.0
1 a 2pm	863	1,472	1,167	565	1,030	798	1.5	1.0
2 a 3pm	563	1,158	860	547	1,073	810	1.0	1.0
3 a 4pm	308	698	503	416	880	648	0.5	1.0
4 a 5pm	382	825	604	257	635	446	1.0	0.5
5 a 6pm	275	648	461	259	615	437	0.5	0.5
6 a 7pm	281	655	468	308	695	502	0.5	0.5
7 a 8pm	484	943	713	305	683	494	1.0	0.5
8 a 9pm	549	1,040	794	279	630	455	1.0	0.5
9 a 10pm	498	1,048	773	196	455	325	1.0	0.5

Max **1,472**                      Max **1,208**

Los resultados del total las observaciones de ascensos y descensos de los 32 segmentos durante la jornada diaria se concentraron en las siguientes tablas:

Tablas 7. Concentradoras de ascensos y descensos en ambos sentidos

### Delta entre segmentos

N-S	Segm 1	Segm 2	Segm 3	Segm 4	Segm 5	Segm 6	Segm 7	Segm 8
6 a 7am	2,028	-855	110	-323	367	-15	452	-471
7 a 8am	2,560	-1,015	23	127	112	-262	637	-759
8 a 9am	2,517	-982	-80	352	315	-75	1,032	-1,351
9 a 10am	1,813	-270	-617	533	-77	242	592	-249
10 a 11am	1,463	-273	-265	417	-188	63	498	-108
11 a 12pm	1,165	-273	-113	465	-265	158	507	-171
12 a 1pm	1,403	-542	18	447	-277	180	642	-284
1 a 2pm	2,200	-1,073	85	638	-368	-138	762	-410
2 a 3pm	1,690	-778	192	-23	902	-535	486	-293
3 a 4pm	1,037	-260	132	115	575	-127	581	-313
4 a 5pm	980	-150	-53	310	447	-52	558	-505
5 a 6pm	1,037	-70	-32	165	682	-207	798	-706
6 a 7pm	1,428	-15	-38	123	767	-507	1,044	-553
7 a 8pm	1,175	-198	75	17	820	-102	763	-565
8 a 9pm	1,258	-562	242	17	338	430	337	-515
9 a 10pm	698	-180	402	-107	55	705	-461	294
<b>KBR actual NS</b>	<b>1060</b>	<b>789</b>	<b>974</b>	<b>1396</b>	<b>1447</b>	<b>1392</b>	<b>1824</b>	<b>1377</b>

N-S	Segm 4b	Segm 5b	Segm 6b	Segm 7b	Segm 8b	Segm 9	Segm 10	Segm 11
6 a 7am	1,527	-688	1,058	-715	1,161	-865	-750	-203
7 a 8am	1,613	188	877	-185	909	-393	-1,018	-873
8 a 9am	1,258	472	972	-358	1,242	-788	-1,057	-220
9 a 10am	962	465	480	43	868	-895	-695	-368
10 a 11am	943	308	92	-128	833	-638	-114	-272
11 a 12pm	652	222	158	-50	1,286	-430	-575	-80
12 a 1pm	630	383	-192	65	1,561	-793	-313	-230
1 a 2pm	952	308	22	-262	1,458	-455	-598	-57
2 a 3pm	507	282	140	-33	1,153	-617	-147	-527
3 a 4pm	368	363	128	120	1,100	-383	-252	-868
4 a 5pm	395	290	312	1,346	-63	172	-1,107	-992
5 a 6pm	440	242	268	-28	951	125	-1,008	-752
6 a 7pm	452	545	280	-159	1,016	43	-1,042	-1,077
7 a 8pm	427	682	-65	-146	876	-575	603	-1,233
8 a 9pm	263	825	-138	-265	947	-582	493	-642
9 a 10pm	187	673	312	-779	698	758	-1,297	47

<b>KBR actual NS</b>	<b>519</b>	<b>1042</b>	<b>1168</b>	<b>1192</b>	<b>1687</b>	<b>3272</b>	<b>2815</b>	<b>1729</b>
----------------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

N-S	Segm 12	Segm 13	Segm 14	Segm 15	Segm 16	Segm 17	Segm 18b	Segm 19b
6 a 7am	-1,077	52	3	-360	800	-195	295	-372
7 a 8am	-1,765	362	-72	-239	543	-423	155	-70
8 a 9am	-2,357	350	-257	-48	591	-507	126	-82
9 a 10am	-1,760	225	-207	-108	106	-187	290	-263
10 a 11am	-1,710	143	-98	196	-193	48	358	-442
11 a 12pm	-1,623	350	-497	303	-179	-58	533	-523
12 a 1pm	-1,592	325	-392	471	-418	-43	449	-480
1 a 2pm	-1,782	120	262	-173	-252	0	606	-447
2 a 3pm	-1,102	-12	-58	30	30	-65	-33	193
3 a 4pm	-1,167	-120	387	-253	-15	-40	1	80
4 a 5pm	-647	-202	47	-37	-18	125	73	-69
5 a 6pm	-750	-75	147	-158	237	232	-13	-118
6 a 7pm	-1,027	268	-45	-2	-78	233	-28	-47
7 a 8pm	-982	12	253	-85	-68	78	-44	151
8 a 9pm	-955	-22	453	-463	-123	950	-210	-236
9 a 10pm	-692	-205	-143	-635	635	17	233	-120

<b>KBR actual NS</b>	<b>872</b>	<b>1023</b>	<b>866</b>	<b>938</b>	<b>1059</b>	<b>1027</b>	<b>598</b>	<b>470</b>
----------------------	------------	-------------	------------	------------	-------------	-------------	------------	------------

N-S	Segm 20b	Segm 21b	Segm 22b	Segm 18	Segm 19	Segm 20	Segm 21	Segm 22
6 a 7am	-167	1,043	-423	598	217	-518	40	118
7 a 8am	117	285	42	1,075	-135	-558	365	245
8 a 9am	453	-118	78	1,073	250	-856	30	135
9 a 10am	403	148	68	830	195	-558	-338	163
10 a 11am	437	122	222	773	7	-366	-463	108
11 a 12pm	357	93	320	720	143	-596	-308	78
12 a 1pm	587	182	17	483	398	-369	-513	55
1 a 2pm	815	-302	180	724	570	-781	-335	-3
2 a 3pm	578	-528	338	251	413	-763	-60	-53
3 a 4pm	507	-427	-18	273	432	-196	-743	60
4 a 5pm	421	-216	38	258	362	-41	-818	80
5 a 6pm	479	-259	-210	75	458	-702	-330	25
6 a 7pm	455	-323	-233	213	848	-558	-975	-38
7 a 8pm	264	-232	-78	354	1,003	-613	-1,240	-10
8 a 9pm	649	-524	218	-182	1,273	-573	-1,205	-23
9 a 10pm	260	-275	218	83	647	173	-1,285	390

<b>KBR actual NS</b>	1095	1169	849	1113	1360	1084	733	721
----------------------	------	------	-----	------	------	------	-----	-----

### Delta entre segmentos

S-N	Segm 1	Segm 2	Segm 3	Segm 4	Segm 5	Segm 6	Segm 7	Segm 8
6 a 7am	358	-395	443	-463	-112	182	-180	183
7 a 8am	606	-335	110	-823	28	-357	-82	495
8 a 9am	65	-308	288	-1,325	55	-657	397	813
9 a 10am	353	-148	-503	-470	157	-200	50	270
10 a 11am	165	-110	-592	-547	783	-685	322	-5
11 a 12pm	286	-133	-448	-327	410	-398	-52	161
12 a 1pm	-123	-85	-273	-383	47	-358	-37	217
1 a 2pm	-309	82	-443	45	240	-970	233	91
2 a 3pm	-222	282	-465	-367	267	-1,162	1,670	-436
3 a 4pm	-5	88	-383	-420	362	-817	1,435	-840
4 a 5pm	27	-63	-143	-330	177	-740	1,080	-461
5 a 6pm	57	80	-253	-257	360	-765	957	-263
6 a 7pm	625	-38	-258	-33	350	-1,247	1,322	-183
7 a 8pm	17	185	-315	-283	610	-1,227	947	48
8 a 9pm	343	-88	-337	162	417	-653	428	-12
9 a 10pm	240	-48	-108	-180	-140	13	-78	747

<b>KBRactual SN</b>	851	737	745	1072	1266	1180	1656	1161
---------------------	-----	-----	-----	------	------	------	------	------

N-S	Segm 4b	Segm 5b	Segm 6b	Segm 7b	Segm 8b	Segm 9	Segm 10	Segm 11
6 a 7am	-453	172	182	-908	200	77	-282	1,612
7 a 8am	-413	172	-13	-868	-240	288	575	1,393
8 a 9am	-365	290	-170	-695	-98	-152	133	1,417
9 a 10am	-483	242	-65	-709	3	-3	405	768
10 a 11am	-508	238	-120	-875	356	54	293	958
11 a 12pm	-528	298	-145	-1,438	881	-14	632	1,023
12 a 1pm	-703	338	-255	-1,128	611	109	392	1,445
1 a 2pm	-723	-162	298	-1,376	689	966	-607	2,340
2 a 3pm	-522	-297	28	-219	281	737	225	253
3 a 4pm	-335	-270	6	-696	387	990	173	638
4 a 5pm	-358	-197	-169	-346	201	793	-250	1,029
5 a 6pm	-358	237	-523	-295	469	10	1,010	-6
6 a 7pm	-440	108	-490	-618	1,123	315	-17	1,077
7 a 8pm	-123	-625	235	-613	1,011	8	-68	1,805
8 a 9pm	-73	-575	37	-508	992	-38	330	1,739
9 a 10pm	-162	-198	-12	-358	845	-877	68	1,568

<b>KBRactual SN</b>	<b>564</b>	<b>1173</b>	<b>986</b>	<b>1013</b>	<b>1665</b>	<b>3029</b>	<b>2449</b>	<b>1612</b>
---------------------	------------	-------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

N-S	Segm 12	Segm 13	Segm 14	Segm 15	Segm 16	Segm 17	Segm 18b	Segm 19b
6 a 7am	-80	-502	208	184	-532	-1,247	747	-524
7 a 8am	-475	98	-510	1,140	-485	-1,828	612	-1,252
8 a 9am	-103	33	157	790	-505	-2,025	315	-920
9 a 10am	237	42	-208	635	-52	-1,825	143	-812
10 a 11am	102	195	-315	563	-312	-1,550	177	-695
11 a 12pm	12	40	38	303	-107	-1,903	300	-487
12 a 1pm	93	112	-76	164	-228	-1,288	122	-410
1 a 2pm	-193	190	-398	613	-295	-1,465	130	-598
2 a 3pm	269	430	-274	333	-925	133	268	-248
3 a 4pm	314	318	-380	298	208	-342	-201	-344
4 a 5pm	513	-52	-166	318	-2	-360	16	-343
5 a 6pm	503	38	-223	407	-472	145	36	-376
6 a 7pm	545	22	-477	850	-463	-273	4	-468
7 a 8pm	467	208	-605	235	43	-112	1	-581
8 a 9pm	276	-102	-179	-386	617	-473	75	-470
9 a 10pm	109	438	-653	-184	877	-388	-11	-939

<b>KBRactual SN</b>	<b>794</b>	<b>1126</b>	<b>759</b>	<b>978</b>	<b>778</b>	<b>917</b>	<b>553</b>	<b>467</b>
---------------------	------------	-------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

Una vez concentrada la información de los levantamientos, el siguiente paso consistió en sustraer de la muestra los descensos en cada uno de los segmentos. Por lo tanto esta metodología únicamente incorpora los datos de los ascensos como estimador para la determinación de la demanda. Las tablas inferiores muestran el concentrado de las observaciones de ascensos en cada uno de los 32 segmentos.

Tablas concentradoras únicamente de ascensos en ambos sentidos

### Delta entre segmentos

N-S	Segm 4b	Segm 5b	Segm 6b	Segm 7b	Segm 8b	Segm 9	Segm 10	Segm 11
6 a 7am	1,527		1,058		1,161			
7 a 8am	1,613	188	877		909			
8 a 9am	1,258	472	972		1,242			
9 a 10am	962	465	480	43	868			
10 a 11am	943	308	92		833			
11 a 12pm	652	222	158		1,286			
12 a 1pm	630	383		65	1,561			
1 a 2pm	952	308	22		1,458			
2 a 3pm	507	282	140		1,153			
3 a 4pm	368	363	128	120	1,100			
4 a 5pm	395	290	312	1,346		172		
5 a 6pm	440	242	268		951	125		
6 a 7pm	452	545	280		1,016	43		
7 a 8pm	427	682			876		603	
8 a 9pm	263	825			947		493	
9 a 10pm	187	673	312		698	758		47

N-S	Segm 12	Segm 13	Segm 14	Segm 15	Segm 16	Segm 17	Segm 18b	Segm 19b
6 a 7am		52	3		800		295	
7 a 8am		362			543		155	
8 a 9am		350			591		126	
9 a 10am		225			106		290	
10 a 11am		143		196		48	358	
11 a 12pm		350		303			533	
12 a 1pm		325		471			449	
1 a 2pm		120	262			0	606	
2 a 3pm				30	30			193
3 a 4pm			387				1	80
4 a 5pm			47			125	73	
5 a 6pm			147		237	232		
6 a 7pm		268				233		
7 a 8pm		12	253			78		151
8 a 9pm			453			950		
9 a 10pm					635	17	233	

N-S	Segm 20b	Segm 21b	Segm 22b	Segm 18	Segm 19	Segm 20	Segm 21	Segm 22
6 a 7am		1,043		598	217		40	118
7 a 8am	117	285	42	1,075			365	245
8 a 9am	453		78	1,073	250		30	135
9 a 10am	403	148	68	830	195			163
10 a 11am	437	122	222	773	7			108
11 a 12pm	357	93	320	720	143			78
12 a 1pm	587	182	17	483	398			55
1 a 2pm	815		180	724	570			
2 a 3pm	578		338	251	413			
3 a 4pm	507			273	432			60
4 a 5pm	421		38	258	362			80
5 a 6pm	479			75	458			25
6 a 7pm	455			213	848			
7 a 8pm	264			354	1,003			
8 a 9pm	649		218		1,273			
9 a 10pm	260		218	83	647	173		390

N-S	Segm 1	Segm 2	Segm 3	Segm 4	Segm 5	Segm 6	Segm 7	Segm 8
6 a 7am	2,028		110		367		452	
7 a 8am	2,560		23	127	112		637	
8 a 9am	2,517			352	315		1,032	
9 a 10am	1,813			533		242	592	
10 a 11am	1,463			417		63	498	
11 a 12pm	1,165			465		158	507	
12 a 1pm	1,403		18	447		180	642	
1 a 2pm	2,200		85	638			762	
2 a 3pm	1,690		192		902		486	
3 a 4pm	1,037		132	115	575		581	
4 a 5pm	980			310	447		558	
5 a 6pm	1,037			165	682		798	
6 a 7pm	1,428			123	767		1,044	
7 a 8pm	1,175		75	17	820		763	
8 a 9pm	1,258		242	17	338	430	337	
9 a 10pm	698		402		55	705		294

DELTA+ NS: 129,763

### Delta entre segmentos

S-N	Segm 4b	Segm 5b	Segm 6b	Segm 7b	Segm 8b	Segm 9	Segm 10	Segm 11
6 a 7am		172	182		200	77		1,612
7 a 8am		172				288	575	1,393
8 a 9am		290					133	1,417
9 a 10am		242			3		405	768
10 a 11am		238			356	54	293	958
11 a 12pm		298			881		632	1,023
12 a 1pm		338			611	109	392	1,445
1 a 2pm			298		689	966		2,340
2 a 3pm			28		281	737	225	253
3 a 4pm			6		387	990	173	638
4 a 5pm					201	793		1,029
5 a 6pm		237			469	10	1,010	
6 a 7pm		108			1,123	315		1,077
7 a 8pm			235		1,011	8		1,805
8 a 9pm			37		992		330	1,739
9 a 10pm					845		68	1,568

S-N	Segm 12	Segm 13	Segm 14	Segm 15	Segm 16	Segm 17	Segm 18b	Segm 19b
6 a 7am			208	184			747	
7 a 8am		98		1,140			612	
8 a 9am		33	157	790			315	
9 a 10am	237	42		635			143	
10 a 11am	102	195		563			177	
11 a 12pm	12	40	38	303			300	
12 a 1pm	93	112		164			122	
1 a 2pm		190		613			130	
2 a 3pm	269	430		333		133	268	
3 a 4pm	314	318		298	208			
4 a 5pm	513			318			16	
5 a 6pm	503	38		407		145	36	
6 a 7pm	545	22		850			4	
7 a 8pm	467	208		235	43		1	
8 a 9pm	276				617		75	
9 a 10pm	109	438			877			

S-N	Segm 20b	Segm 21b	Segm 22b	Segm 18	Segm 19	Segm 20	Segm 21	Segm 22
6 a 7am		412	865	500	72	358		443
7 a 8am	318	553	1,040	747		980		753
8 a 9am	85	383	1,208	805		1,005		710
9 a 10am	70	285	1,073	760	174	890		530
10 a 11am		420	927	663	38	1,040		545
11 a 12pm	63		918	385	477	775		578
12 a 1pm	32	167	838		432	988		538
1 a 2pm	255	2	1,030	236	103	1,085		830
2 a 3pm		10	1,073		33	315	115	590
3 a 4pm		450	880		48	228	38	615
4 a 5pm	258		635		30	208	133	510
5 a 6pm	291		615		517			610
6 a 7pm	400		695	122	148	60		825
7 a 8pm	401		683		255			785
8 a 9pm	208	33	630	130	123			700
9 a 10pm	599	263	455		354		20	640

S-N	Segm 1	Segm 2	Segm 3	Segm 4	Segm 5	Segm 6	Segm 7	Segm 8
6 a 7am	358		443			182		183
7 a 8am	606		110		28			495
8 a 9am	65		288		55		397	813
9 a 10am	353				157		50	270
10 a 11am	165				783		322	
11 a 12pm	286				410			161
12 a 1pm					47			217
1 a 2pm		82		45	240		233	91
2 a 3pm		282			267		1,670	
3 a 4pm		88			362		1,435	
4 a 5pm	27				177		1,080	
5 a 6pm	57	80			360		957	
6 a 7pm	625				350		1,322	
7 a 8pm	17	185			610		947	48
8 a 9pm	343			162	417		428	
9 a 10pm	240					13		747

**DELTA+ SN:** 122,711

<b>DELTA+ tot</b>	252,475
-------------------	---------

Una vez concluido este análisis de Delta Positivo se determinó que los datos de la demanda de la Troncal-Alcalde ascienden a 129,769 pasajeros diarios del derrotero norte-sur y 122,711 pasajeros en sentido sur-norte, lo cual de manera conjunta generan un monto de pasajeros promedio diario de la troncal de 252,475. El sentido norte-sur genera el 51.38% de la demanda mientras que el sentido contrario el restante 48.86%. El total de kilómetros diarios contabilizaron en este mismo ejercicio estadístico y el resultado ascendió a 74,526 KBRs, lo cual en combinación de los datos de la demanda extraído en este mismo ejercicio estadístico se identificó un Índice de Pasajeros por Kilómetro de la Troncal-Alcalde de 3.39.

Una finalizando la estimación de la demanda mediante el análisis de Delta Positiva se procedió a verter estos resultados como insumo a un programa de modelación, denominado EMME, el cual hace una simulación de la demanda con la incorporación de ciertas variables para medir la elasticidad de la demanda bajo ciertos escenarios de estrés como número de transbordos de rutas, orografía, tarifa, entre otros. Finalmente, la modelación se complementó con un ejercicio de encuestas a bordo, esto último para vincular los datos estadísticos de la demanda con los patrones de destino y distancia de recorrido de los usuarios.

#### *(vii) Interacción de Oferta y Demanda.*

El análisis de ocupación promedio de la demanda de las rutas que actualmente circulan por la Troncal-Alcalde *-escenario sin proyecto-*, realizado mediante el “Método de Delta Positivo”, arroja resultados significativamente bajos de eficiencia en la interacción de la oferta de unidades con la demanda de la troncal. Para el trayecto “a” de la Troncal-Alcalde el IPK *-índice de pasajeros por kilómetro-* es de sólo 3.4; para el trayecto “b” de la misma troncal registra un IPK de 2.5. Los resultados de la interacción de la oferta y la demanda de la Troncal-Alcalde arrojan un reducido nivel de IPK, como consecuencia del bajo nivel de densidad de la urbe en combinación con una sobreoferta de unidades de transporte colectivo convencional. A continuación se detalla la metodología del Delta Positivo para la estimación del IPK de la Troncal-Alcalde:

**Estimación de IPK actual:  
aproximación por método de  $\Delta^+$  (delta positivo)**

Pasajeros diarios (H=16hrs) 
$$pax_H = \sum_{h=1}^H \sum_{s=1}^S \Delta_{hs}^+$$
 *H: horas estudiadas  
S: segmentos estudiados*

Recorrido diario de buses 
$$KBR_H = \sum_{h=1}^H \sum_{s=1}^S nb_{hs}$$
 *nb: buses contabilizadas por segmento de 1bn*

$$\hat{IPK} = \frac{pax_H}{KBR_H}$$

**Estimación de IPK actual:  
aproximación por método de  $\Delta^+$  (delta positivo)**

$$\hat{IPK} = \frac{pax_H}{KBR_H}$$

	$pax_H$ [pax/día]	$KBR_H$ [km/día]	$\hat{IPK}$ [pax/día]
solo por trayectoria 2A	186,848	55,241	3.4
solo por trayectoria 2B	156,903	45,328	3.5
trayectorias 2A y 2B	252,475	74,526	3.4

Para identificar las trayectorias favor de referirse al diseño de rutas en la página 157.

Proyección del crecimiento de la demanda sin proyecto.

El crecimiento de la demanda en la Troncal-Alcalde registra un crecimiento de 1.4% anual, el cual es ligeramente superior al registrado en la ZMG, equivalente al 1.2% anual. Esto supone que el modelo de transporte de unidades convencionales no genera el suficiente atractivo para los usuarios para generar un crecimiento adicional. Por ejemplo en caso contrario el Tren Eléctrico de Guadalajara genera un atractivo superior al promedio de crecimiento poblacional, ya que su crecimiento registra 4% en los últimos 5 años.

<b>Crecimiento Demanda Optimizada Troncal-Alcalde</b>			
	Año	Pasajeros Diario Promedio	Pasajeros Anuales (315 días)
1	2010	0	0
2	2011	0	0
3	2012	252,000	79,380,000
4	2013	255,528	80,491,320
5	2014	259,105	81,618,198
6	2015	262,733	82,760,853
7	2016	266,411	83,919,505
8	2017	270,141	85,094,378
9	2018	273,923	86,285,700
10	2019	277,758	87,493,699
11	2020	281,646	88,718,611
12	2021	285,589	89,960,672
13	2022	289,588	91,220,121
14	2023	293,642	92,497,203
15	2024	297,753	93,792,164
16	2025	301,921	95,105,254
17	2026	306,148	96,436,727
18	2027	310,434	97,786,842
19	2028	314,780	99,155,857
20	2029	319,187	100,544,039
21	2030	323,656	101,951,656
22	2031	328,187	103,378,979
23	2032	332,782	104,826,285
24	2033	337,441	106,293,853
25	2034	342,165	107,781,967
26	2035	346,955	109,290,914
27	2036	351,813	110,820,987
28	2037	356,738	112,372,481
29	2038	361,732	113,945,696
30	2039	366,797	115,540,935

### iii) Estimación del valor del tiempo de la demanda

Para determinar la estimación del valor del tiempo en la demanda se analizaron las siguientes dos metodologías:

(i) Metodología de SEDESOL propuesta en el Manual Normativo para el Programa de Asistencia Técnica en Transporte Urbano para ciudades Medias Mexicanas.

$$CTV = \frac{(RSM) * (SM) * (ESO) * (PTUA)}{(HET)} = \text{USD / hora pasajero}$$

- CTV** = Costo del tiempo de viaje por pasajero, en \$/hora pasajero  
**RSM** = Ingreso promedio en salarios mínimos mensuales  
**SM** = Salario mínimo en \$/mes  
**(ESO)** = Beneficios laborales, partida que representa el ingreso del pasajero. Deducidas las transferencias, queda un 25% como ingreso adicional devengado por el trabajador, como gratificaciones, jubilaciones, etc.  
**(PTUA)** = 30% = parte del tiempo que se estima tenga un uso alternativo (aprox)  
**(HET)** = 166 horas efectivamente trabajadas en el mes  
 Se determina el número promedio de horas hábiles mensuales computándose: 365 días al año, menos 30 días de vacaciones, menos 11 días feriados, menos 46 domingos (4 están contenidos en vacaciones). Resultando 276 días hábiles en el año, computándose 8 horas diarias en 224 y tan solo 4 horas en 48 sábados, correspondiendo por lo tanto a 1,984 horas/año, o aproximadamente 166 horas hábiles al mes.

$$Ahorro_{tiempo} = \left\{ \sum \text{Tiempo}_{actual} - \sum \text{Tiempo}_{futuro} \right\} \times Vt$$

Donde:

Ahorro<sub>tiempo</sub>: Ahorros por tiempo entre situaciones

Tiempo<sub>actual</sub>: Tiempo de recorrido por pasajero en situación actual

Tiempo<sub>futuro</sub>: Tiempo de recorrido por pasajero con proyecto

Vt: Valor del tiempo (\$/Hr)<sup>1</sup>.

(ii) La metodología de Valor Social del Tiempo elaborado por Hector F. Cervini Iturre (Agosto 2006), específicamente basado en el capítulo referente a la estimación para ciudades mexicanas.

$$VST = \alpha_1 w_1 + \alpha_2 w_2 \quad (V.1)$$

donde:

w<sub>1</sub>: es el ingreso promedio por hora con prestaciones sociales e impuesto;

w<sub>2</sub>: es el ingreso promedio por hora sin prestaciones sociales ni impuesto;

α<sub>1</sub>: es la proporción del tiempo de trabajo en el ahorro de tiempo;

α<sub>2</sub>: es la proporción del tiempo de ocio en el ahorro de tiempo.

Sin embargo, para fines de mantener una congruencia con la metodología empleada por la Unidad de Inversiones de la SHCP y el Programa de Transporte Masivo - PROTRAM- en Análisis Costo Beneficio de otros proyectos de transporte vigentes se estableció un valor de tiempo de desplazamiento de la demanda basada en el empleo del Salario Mínimo Diario en la Zona Metropolitana de Guadalajara, definido como Área "B" para 2009, con la multiplicación de un coeficiente de 3. El resultado de la estimación del costo del valor de la demanda se establece en MxP 19.97 por hora.

Costo Por Hora	
Salario Minimo Diario Area "B" 2009	53.26
Coefiente	3
Base de Costo	159.783
Horas Diarias	8
<b>Costo Por Hora</b>	<b>19.972875</b>

#### d) Alternativas de Solución

La evidencia indica que la problemática de la situación actual difícilmente puede ser resuelta mediante una solución actual optimizada, ya que la optimización solo contribuye marginalmente a mejorar la eficiencia operativa y mejora mínimamente los tiempos de desplazamiento del transporte público. Ante la limitación de las optimizaciones para solventar la problemática actual se procedió a revisar una serie de alternativas de mayor envergadura y disensión, evidentemente orientadas a solventar las problemáticas expuestas.

Las alternativas de solución incluyen dos perfiles de análisis. En un primer término, el análisis de alternativas se centra en la definición del troncal que puede llegar a generar el mayor impacto social mediante la implementación de un modo de transporte masivo, bajo la premisa que debido a las restricciones económicas resulta imposible la realización de más de un troncal al mismo tiempo. En segundo término, el análisis de alternativas se centra en la definición del modo de transporte masivo conveniente para solventar la problemática de movilidad, evidentemente, este proceso intenta analizar las restricciones operativas y financieras de cada alternativa modal.

##### i) Análisis de alternativas de solución de la trocal

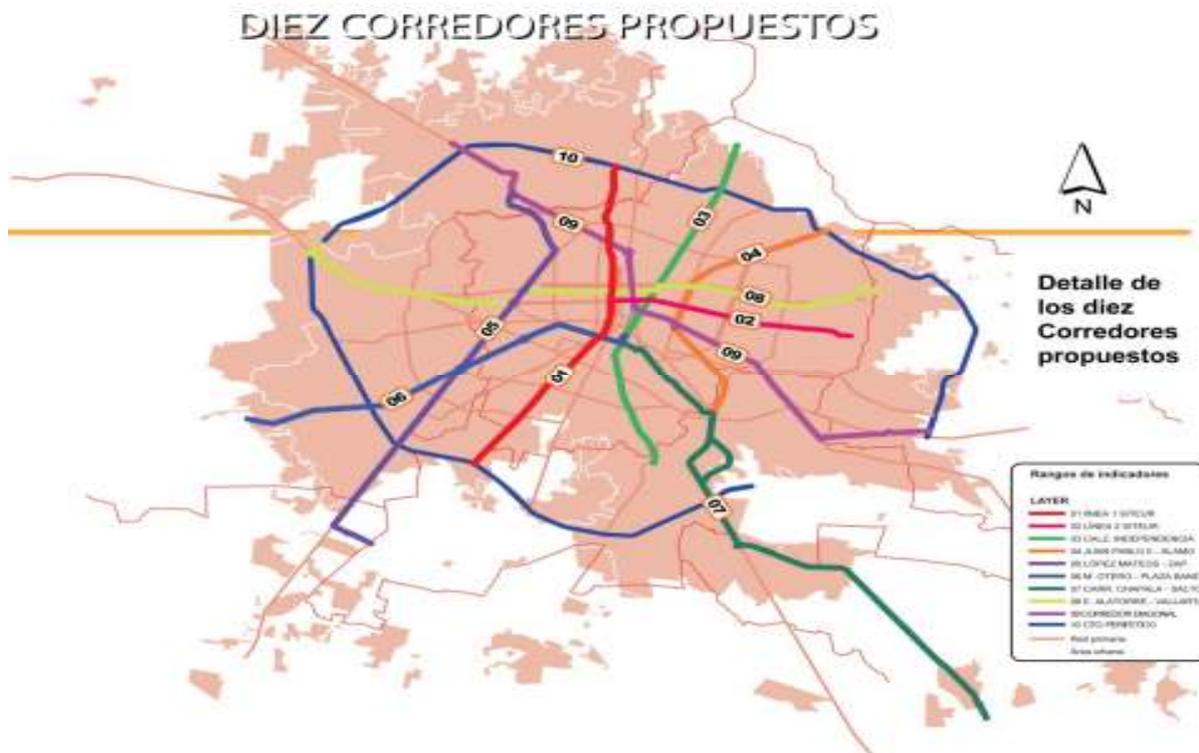
La Red Integral de Movilidad de la ZMG pretende vincular al Sistema de Tren Ligero, al transporte eléctrico, las unidades de transporte convencional y los sistemas tronco-alimentadores a fin de continuar el fortalecimiento del transporte público de pasajeros con un sistema eficiente, seguro y no contaminante y que, a su vez, contribuya al aumento de la competitividad e incremento de nivel de vida de la población. Con base en estudios técnicos preliminares se determinó que la capacidad de la Red Integral de Movilidad de la ZMG alcanza hasta 10 troncales, lo cual permitiría resolver la movilidad tanto en términos radiales como transversales de los usuarios. Actualmente están operando los primeros tres corredores; los primeros dos

por las Líneas 1 y 2 del Tren Ligero, así como la FASE I del BRT. Las 7 troncales restantes -*Pipeline de proyectos*- que se encuentran en etapa de planeación se sometieron a un escrutinio de análisis de mercado y de restricciones físicas -*como dimensión de las vialidades*- y, en todos los casos, los respectivos IPKs registraron un promedio actual por debajo de 3 bajo el escenario sin proyecto y un incremento superior a un IPK de 8 bajo el escenario de incorporación de alguna solución de transporte masivo distinto al esquema actual de “hombre camión” y Guerra del Centavo”.

Si bien las 7 opciones del banco de proyectos potencialmente registraron una viabilidad en términos de demanda, el siguiente proceso consistió en seleccionar la opción de Troncal con que se implementarían de manera inmediata y así seleccionar las seis opciones restantes que deberán esperar a que la suficiencia de recursos fiscales para financiar la infraestructura permita su concretización. El proceso de selección de las alternativas de las troncales no siguió una evaluación excluyente entre las siete opciones con la finalidad de descartar aquellas opciones no seleccionadas para su inmediata ejecución, sino que el proceso analítico consistió en brindar las herramientas para seleccionar la opción que aportara un mayor beneficio de movilidad, a un menor costo y con las menor cantidad de inhibidores para su implementación.

A continuación se describe cada una de las diez alternativas potenciales:

Figura 6. Alternativa de Corredores ZMG



Fuente: CEIT.

Las Troncales 01 y 02 (Líneas de color rojo) corresponden a las líneas existentes del Tren Ligero, las cuales fueron implementadas en 1988 y 1993, respectivamente. Actualmente, ambas troncales cubren exitosamente su demanda con un aforo de 225 mil pasajeros diarios y un crecimiento promedio anual de 3%, en los últimos 5 años.

La Troncal 03 Denominada Fase I del Macrobús con 16 km empezó a operar en Marzo 2009, recorriendo desde Fray Angélico, en el sur de la ciudad, hasta El Mirador, en el norte de la ciudad. El Corredor se implementó en 2 años por el Gobierno estatal con el siguiente esquema:

- **La Infraestructura: Obra pública** del Gobierno del Estado
- **El Transporte: Concesión** a una empresa constituida por permisionarios de las rutas que se sustituyeron, quien invirtió en los autobuses y presta el servicio.
  - La remuneración del servicio troncal es por Vehículo- Km de recorrido
  - La remuneración del servicio alimentador es 50% por Vehículo- Km de recorrido y 50% por pasajero transportado.
- **El Recaudo del Pasaje: Concesión** a por concurso a empresa especialista
  - Remuneración en base a un porcentaje de los ingresos por el pasaje

**La Inversión total fue de 1,302 MDP, de los cuales 945 MDP en Infraestructura incluyendo imagen urbana (59 MDP/km) ,297 MDP en equipo y 60MDP en el sistema de recaudo.** La infraestructura consiste en carril exclusivo en el camellón central y carril de rebase en las 27 estaciones a nivel, con cubiertas y puerta eléctricas, además de dos terminales con andenes para la troncal y conexión con los alimentadores, con patios de resguardo y taller. El Sistema opera con 41 autobuses articulados en el Corredor Troncal y 103 midibuses en 15 rutas alimentadoras y está integrado a la Línea 1 de Tren Ligero. Se ofrecen servicio Regular y Exprés sobre el Corredor Troncal: **Servicio Regular** con paradas en todas las estaciones: velocidad de 20km/h y **Servicio Exprés** parando solo en pocas estaciones: velocidad de 27 km/h. La tarifa es de \$ 5 pesos por viaje e integración tarifaria con los alimentadores, a \$1 Peso por el primer transbordo a o desde el Macrobús y de \$2.50 con el Tren eléctrico urbano. El recaudo del pasaje en el Corredor es 100% con tarjeta de prepago validado en las estaciones y en los autobuses alimentadores la validación es a bordo. **La demanda real es de 124,000 Pas/día**, que ya supera la proyección planeada. De la evaluación realizada por el Centro de Transporte Sustentable se observó que el primer Corredor BRT Macrobús incorpora todos los componentes de un sistema BRT de alto nivel y la primera encuesta de opiniones demostró una aprobación muy satisfactoria por parte de 72% de los usuarios, quienes calificaron el nuevo sistema con un 8.2.

Las Troncales 04, 05, 06, 07, 08, 09 y 10 conforman el conjunto de alternativas en las cuales los resultados técnicos y de demanda coincidieron satisfactoriamente en la justificación para la implementación de sistemas de transporte masivo. Sin embargo, ante la escasez de recursos financieros con que cuenta el estado, fue necesario realizar una rigurosa evaluación sobre las ventajas y desventajas de cada corredor para definir la prioridad en la oportunidad de la implementación. De este análisis se generaron los siguientes resultados:

Las alternativas de troncales de BRT de Esteban Alatorre 08 y Circuito Periférico 10 representan las menores ventajas en comparación con el resto de las siete opciones

evaluadas, ya que ambas troncales reportan la menor captación de demanda de acuerdo con la configuración de su recorrido. Adicionalmente, la Troncal 10 requiere una significativa infraestructura asociada como pasos a desnivel y puentes peatonales, ya que su derrotero se realiza sobre el periférico, el cual es una vialidad con características de alta velocidad y con desarrollo de infraestructura de pasos a desnivel en la mayor parte de sus intersecciones. Con base al estudio de Origen y Destino de vehículos motorizados privados la troncal 10 registra unos de las vías de mayor densidad motorizada, por lo cual difícilmente puede coexistir una línea de transporte masivo sin impactar negativamente a los vehículos motorizados privados.

Las alternativas de López Mateos 05 y Mariano Otero 06, no obstante que ambas propuestas registran una significativa demanda potencial para justificar proyectos con características de movilidad masiva, ambos corredores requieren obras de infraestructura hidráulica y viales previas al desarrollo de la infraestructura requerida para un modelo de transporte masivo, lo cual eleva el costo de inversión para ambas alternativas, además de requerir un mayor tiempo para su implementación.

Las alternativas del Corredor Diagonal 09 -También denominado Troncal-Alcalde- y la fusión de las alternativas Juan Pablo Segundo 04 con la Carretera Chapala-El Salto 09 ofrecen las mejores alternativas técnicas y de flujo de demanda dentro del universo de las siete opciones evaluadas. Ambas opciones ofrecen la conexión del centro de la ciudad con la periferia nororiente de la ciudad, pero en el caso del Troncal-Alcalde (corredor 09) registra una captación de una mayor demanda al conectar la zona habitacional e industrial del sur de la ZMG con el centro de la ciudad y la naturaleza de sus vialidades requiere una menor infraestructura asociada. La Troncal-Alcalde registra la particularidad que concentra más del 50% de las unidades de transporte público convencional de la ciudad, sin embargo esta misma troncal no necesariamente es una vialidad relevante para el transporte privado motorizado, por lo cual esta troncal presenta las condiciones óptimas para la convivencia de un medio masivo de transporte y la demanda actual de vehículos motorizados privados.

El análisis de alternativas de troncales sugiere que la Troncal-Alcalde, también denominada Diagonal 09, registra las mejores condiciones técnicas operativas y concentra los menores inhibidores técnicos para la implementación de un medio masivo de transporte orientados resolver la problemática actual planteada en la situación actual.

**ii) Análisis de alternativas de solución mediante la implementación de modo de transporte masivo.**

El análisis de las alternativas de modos de transporte masivo dependerá de tres variables fundamentales: (i) Recursos financieros, (ii) demanda de pasajeros y (iii) nivel de tarifa deseada.

### **Sistema Metro**

Los sistemas de transporte colectivo Metro o Subterráneos se encuentran diseñados para mover grandes cantidades de pasajeros con rangos entre 40,000 a 100,000 pasajeros por hora por sentido, por ende la capacidad por vehículo oscila entre 600 y 1,200 pasajeros. Estos sistemas registran una frecuencia mínima de 50 unidades por

hora y la velocidad comercial opera entre 30 y 60 kilómetros por hora. Este tipo de sistemas resulta indispensable para zonas urbanas con muy alta densidad poblacional por kilómetro cuadrado; sin embargo, los costos de capital de dichas soluciones de transporte registran rangos de entre US 60 millones hasta US 350 por kilómetro lineal de infraestructura.

Ventajas: La modalidad de transporte metro o suburbano puede llegar a resolver una serie de problemáticas como la eficiencia operativa de la troncal, incremento de la velocidad promedio del transporte público, aumento significativo del nivel de frecuencia, entre otras.

Desventajas por la cual se desecha esta alternativa de solución: (i) La ciudad de Guadalajara presenta una condicional de construcción horizontal, contrario a otras urbes con vocación de edificaciones verticales, como consecuencia los niveles de densidad resultan relativamente bajos para la implementación de un sistema de estas características, (ii) El resultado de los análisis de la demanda máxima de la troncal registran un promedio inferior a 6,000 pasajeros, lo cual resulta una cifra significativamente baja para un sistema de transporte masivo con una capacidad de movilizar a partir de 40,000 pasajeros hora sentido, por lo tanto, en caso de implementarse un sistema de transporte masivo metro en la ZMG este modo registraría un significativo grado de subutilización, (iii) La velocidad operativa promedio de este modo de transporte, la cual oscila entre 30kms/h y 60 kms/m, difícilmente podría brindar conveniencias a usuarios, ya que el diseño de este modo tendría que responder a estaciones ubicadas a distancias significativas, lo cual implica que otro modo de transporte convencional acerque a los usuarios a su destino final o bien que el sistema metro no opere a la velocidad crucero para la cual fue diseñada. (iv) El nivel de tarifa del transporte colectivo en la ZMG es de MxP 5.00 para transporte convencional y Tren Ligero, así como MxP 6.50 para alimentador y troncal del sistema BRT Macrobus, por lo tanto el nivel actual de la tarifa en combinación con el nivel de la demanda difícilmente podrían llegar a sufragar una inversión de capital que supera los USD millones por kilometro en superficie o más de USD 100 por kilometro con infraestructura subterránea, por lo tanto esta opción requerirá o bien un aumento significativo de la tarifa, lo cual tiene una alta elasticidad en la demanda, o la inyección de subsidios para la infraestructura y la operación por parte de una estancia gubernamental, lo cual ambos escenarios resultan remotos.

### Tren Ligero o Tranvía (Transporte Semi- Rápido)

Las características técnicas del transporte semi- rápido como modos de Tren Ligero o Tranvía registran un diseño para velocidad promedio de entre 20 kms/h y 30 kms/h, una frecuencia máxima de entre 50 y 100 unidades por hora y una capacidad máxima pro hora sentido entre 7,000 y 20,000 pasajeros. En el caso del, los costos de capital se incrementan en un rango de entre US 18 millones y 43 millones por kilómetro, esto dependiendo si la infraestructura es subterránea o no. Este tipo de soluciones son adecuadas para la coexistencia de otros medios de transportes en zonas urbanas de muy alta densidad o bien con interacción con zonas peatonales o centros históricos.

Ventajas: (i) El Tren Ligero podría aumentar la velocidad crucero promedio y los niveles de diseño de velocidad son compatibles con los requerimientos de distancia de la ZMG, (ii) El dimensionamiento de estos sistemas son acordes a la demanda

registrada en la Troncal-Alcalde, la cual registra 6,000 pasajeros hora sentido y esto permitiría una capacidad para futuro crecimiento de hasta 20,000 pasajeros hora sentido, (iii) La ZMG ya cuenta con dos líneas de Tren Ligerero lo cual permitiría aprovechar economías de escala, ya que actualmente se cuenta con talleres y personal técnico capacitado para la operación, (iv) El nivel de frecuencia podría resultar compatible con la demanda, ya que actualmente las líneas 1 y 2 operan con intervalos de hasta 6 minutos. En términos operativos y técnicos de diseño de este modo de transporte se puede concluir que podría resolver gran parte de la problemática vigente en la troncal.

Desventajas por la cual se desecha esta alternativa de solución: (i) La principal motivación por la cual se desecha esta propuesta se basa en el costo de capital requerido en la infraestructura, el cual asciende a USD 18 millones a nivel de trazo y hasta USD 60 millones bajo la modalidad subterránea. Con base a la experiencia tanto de la Línea 2, como también otras implementaciones, los costos presupuestados inicialmente pueden llegar a incrementarse significativamente, (ii) la experiencia de la Línea 1 y Línea 2 indican que el nivel de tarifa actual, equivalente a MxP 5,00 por viaje, no resulta suficiente para sufragar los costos operativos. Si bien el Sistema de Tren Eléctrico de Guadalajara genera superávit operacional, los costos operativos son ligeramente a los ingresos operativos, el sistema es insuficiente para el pago de la reposición e incluso la ampliación del material rodante, a pesar de un crecimiento de la demanda del 4% en los últimos 5 años, este flujo resultante no ha sido suficiente para adquirir mediante financiamiento nuevas unidades, las últimas unidades fueron adquiridas en 1993. (iii) la implementación de este modo de transporte supondría un incremento de la tarifa por servicios o bien un subsidio (Directo o indirecto) del gobierno del estado para sufragar la reposición y/o ampliación del sistema, (iv) la implementación de un sistema de Tren Ligerero acarrea complicaciones políticas que pudiesen inhibir su viabilidad, ya que la operación del Tren Eléctrico se realiza a través de una empresa pública descentralizada, lo cual implica que los hombre-camión desplazados en el sistema, por una parte no podrían operar los trenes como propietarios, pero por otra parte la ciudad no cuenta con capacidad para albergar las unidades desplazadas en el troncal, (v) La inversión requerida para una obra de 38.5 kilómetros mediante sistema Tren Eléctrico supondría un desplazamiento presupuestal, el cual reduciría la capacidad de ejercer obras de infraestructura en el estado. El desplazamiento presupuestal podría no ser equitativo con el nivel de beneficio a la sociedad, ya que esta obra acarrearía beneficios a solo 250,000 pasajeros diarios lo cual es equivalente a solo el 5% del total de viaje motorizados (tanto públicos como privados) en la ZMG y esta obra podría requerir la concentración de dos o más años del presupuesto total destinado en la entidad. Esta desproporción de beneficios sociales versus desplazamiento presupuestal se experimentó en Jalisco cuando después de la Crisis del 95 el servicio a la deuda de 7 km de Tren Eléctrico concentró casi el 15% del presupuesto total del estado, (vi) las condiciones del impacto del estancamiento en las finanzas públicas tanto federales como estatales inhiben la posibilidad de contar con recursos no recuperables para financiar el costo de la infraestructura de un proyecto de estas características, y (vii) Las dimensiones de ancho de la Troncal-Alcalde son menores a las observadas en la Troncal-Federalismo (En la cual corre la Línea 1 del Tren Ligerero), por lo cual supone que difícilmente un proyecto de estas características podría realizarse a nivel de trazo de la vía, por lo tanto esta infraestructura debiese realizarse de manera subterránea, de la misma manera que se construyó la Troncal-Javier Mina, esto implicaría un tremendo costo de las

externalidades negativas que generaría la construcción a 250,000 usuarios diarios durante el periodo de construcción.

### Modelo de Hombre-Camión

El análisis de la situación actual y las alternativas de la situación actual optimizada permiten concluir que el modelo atomizado de rutas superpuestas y con excesiva concentración sobre la Troncal-Alcalde no constituye una alternativa viable para solventar la problemática vigente de movilidad.

### Sistema Tronco Alimentador BRT

Los sistemas tronco-alimentadores, denominados también Bus Rapid Transit -BRT- registran una serie de características que combinan la menor inversión en infraestructura en el contexto de los distintos modos de transporte masivo, la sustentabilidad financiera del operador y los beneficios de movilidad. El costo promedio de infraestructura por kilometro oscila entre USD 4 y 10 millones, la velocidad promedio supera los 23 kms/h pero en el serbio exprés la velocidad alcanza hasta los 28kms/h, el diseño de demanda máxima de capacidad puede ajustarse desde 4,000 pasajeros hora sentido hasta casos como el de Transmilenio en Bogotá que registra índices superiores a los 35,000 pasajeros hora sentido.

### Ventajas por la cual se adopta esta alternativa de solución:

Con base en las características de cada uno de los medios de transporte masivo resulta difícil realizar una comparación entre ellos, ya que cada uno responde a una solución distinta para cada caso de problemática de transporte en particular. Sin embargo, para el caso de ciudades con baja densidad habitacional, alta sensibilidad del mercado a la tarifa y bajos niveles de promedio de pasajeros por hora por sentido -como el caso de Guadalajara- resulta desproporcionado implementar un sistema de transporte tipo Metro o Subterráneo, ya que un kilómetro de infraestructura de Metro -Costo promedio de \$80 millones- podría incluso financiar la construcción de hasta 20 kms. de una solución a través de BRT -con un costo promedio de US 5 millones por kilómetro-. A pesar de las diferencias en el costo de capital en infraestructura que hay entre el BRT y el Metro existe evidencia que las troncales de BRT de Bogotá, Porto Alegre o Sao Paulo registran una mayor movilización de pasajeros por hora por sentido, incluso, que algunos sistemas de Metro como los casos de Londres (Victoria Line), Santiago o Buenos Aires, o bien que los casos de trenes elevados de Manila o Bangkok, por lo cual es una solución con un costo significativamente menor en transporte de igual o mayor número de pasajeros.

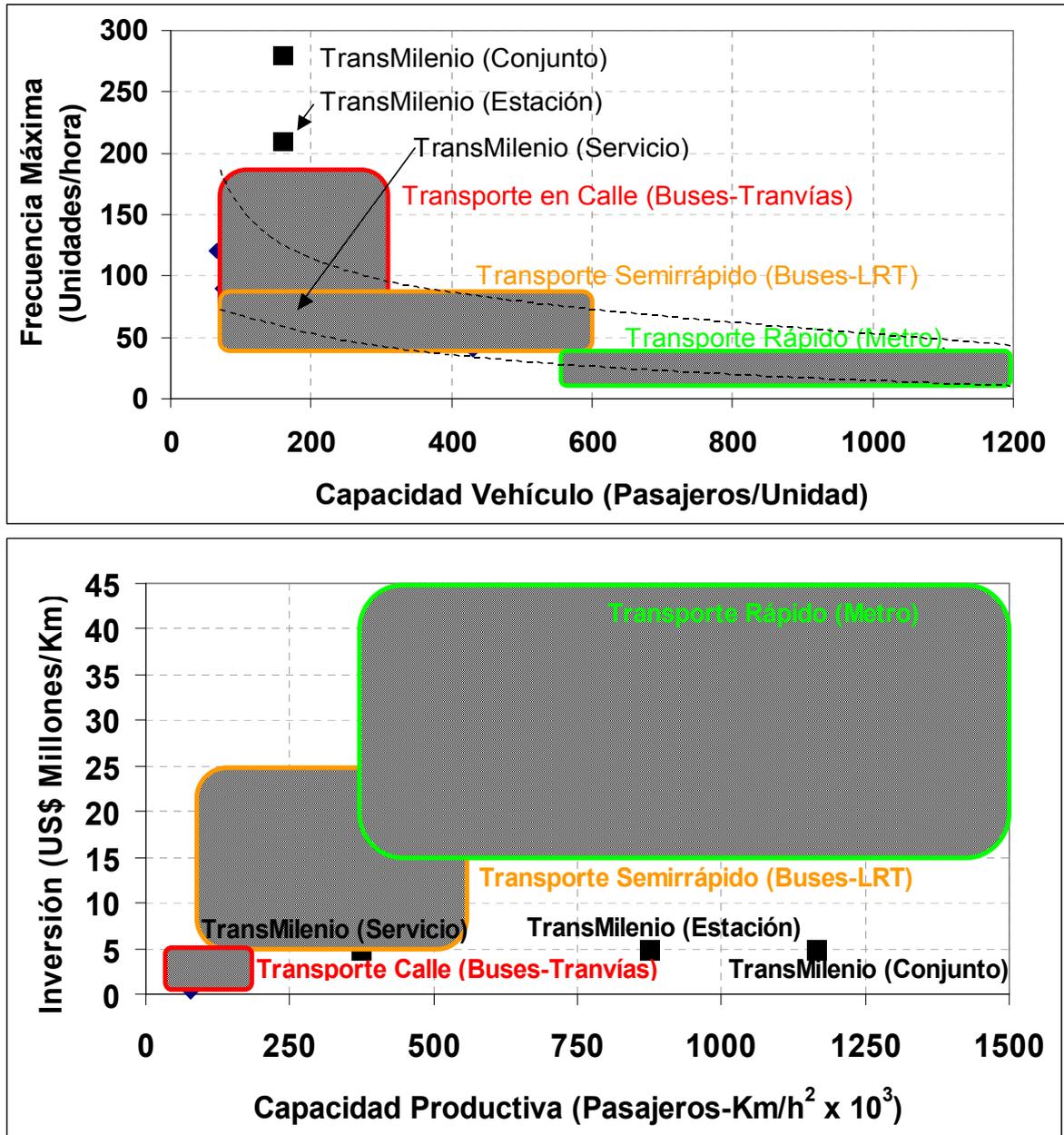
Tabla 8. BRT versus otros sistemas de transporte

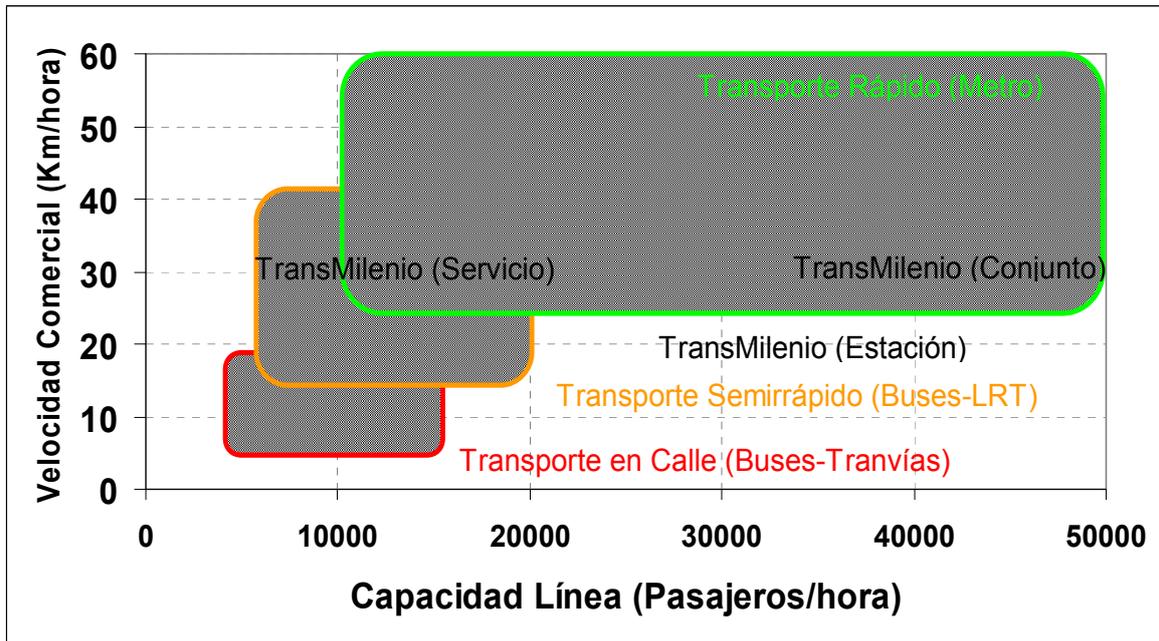
Proyecto	Tecnología	Pasajero/hora/Dirección
Bogota Trans-Milenio	BRT	45,000
Sao Paolo 9 de Julio	BRT	34,910
Porto Alegre Assis	BRT	28,000
Belo Horizonte	BRT	21,100
Curitiba	BRT	10,640
Hong Kong	Metro	80,000
Sao Paolo	Metro	60,000
Ciudad de México	Metro	39,300
Santiago La Moneda	Metro	36,000
Londres <i>Victoria Line</i>	Metro	25,000
Buenos Aires Línea D	Metro	20,000
Manila MRT-3	Tren Elevado	26,000
Bangkok Sky Train	Tren Elevado	22,000
Kuala Lumpur	Monorraíl	3,000
Túnez	Tren Ligero	13,400

Dentro de las opciones de transporte masivo, el BRT es la que ofrece un mayor costo beneficio *-desde la perspectiva de relación entre la inversión requerida y el número de pasajeros transportados-*. Los rangos de inversión de una troncal de BRT oscilan entre USD 4 millones hasta US 15 millones por kilómetro, mientras que el número de pasajeros promedio por hora por dirección puede alcanzar hasta los 35,000 pasajeros; en este sentido, el sistema BRT combina un costo bajo de infraestructura y un volumen significativo de movilización de pasajeros.

Para el contexto de movilidad de la ZMG, el modelo de transporte de BRT registra la mayor ventaja con otros modos de transporte, tanto desde la perspectiva de costo por pasajero transportado, como también en la relación de frecuencia máxima de unidades por hora. En el único punto en el cual el BRT registra características inferiores al sistema Metro es la capacidad de movilización de pasajeros y la velocidad crucero; sin embargo, para las características urbanas y densidades de Guadalajara, ambas virtudes resultan menos atractivas que los beneficios de un bajo costo de inversión y una mayor frecuencia. Cabe mencionar que, en la década de los noventa, la ciudad de Guadalajara optó por invertir en una solución de tren ligero denominada “*Línea 2*”, aun cuando los flujos de demanda no justificaban la dimensión de la inversión del proyecto, lo cual tuvo un impacto en la subutilización del modo, así como una transferencia de recursos fiscales para el subsidio de la operación a pesar que actualmente este sistema ya registra superávit en la operación.

Figura 7. Comparativo de BRT con otros modos de transporte masivo





### III Descripción del Proyecto

#### a) Objetivo del proyecto

##### i) Contribución de los objetivos y estrategias del Gobierno del estado de Jalisco:

El proyecto de movilidad (en sus FASES II y III) es compatible con la estrategia general del Plan de Gobierno del estado 2007- 2012, ya que establece como prioridad la movilidad urbana y lo vincula con los siguientes puntos específicos:

- I. Respeto y justicia, cuyo objetivo estratégico es garantizar la movilidad sustentable y la seguridad de personas, bienes y servicios que circulan en los diferentes ámbitos del territorio, desde el peatón y el ciclista hasta el transporte público y los vehículos particulares.
- II. Desarrollo Social, el cual busca lograr el desarrollo sustentable a través de la prevención y el combate a la contaminación ambiental, la promoción de la conservación y el uso racional de los derechos humanos.
- III. Empleo y crecimiento, cuya intención es generar condiciones de competitividad sistémica mediante el desarrollo de infraestructura de clase mundial, para así obtener capital humano vinculado a las actividades productivas rentables.
- IV. Buen Gobierno, con la puesta en operación del Sistema *Macrobús* se espera incrementar la participación ciudadana en la toma de decisiones, en la vigilancia de la ejecución y en la evaluación de los planes, proyectos y resultados de la gestión pública. Y de esta manera lograr la confianza, mejorar la percepción ciudadana del impacto de las acciones de gobierno en las condiciones y en la calidad de vida de la población, sobre todo porque se privilegian más las acciones preventivas que las correctivas.

La administración estatal 2007 - 2012 tiene como objetivos, dentro del Plan Estatal de Desarrollo 2030, el garantizar, con la participación de la sociedad, un entorno seguro para la vida, la propiedad y la movilidad de las personas y bienes, así como generar mayor certeza y seguridad jurídica, por lo que el Programa de Movilidad Urbana es uno de los ejes estratégicos que impulsarán el desarrollo de las acciones para su cumplimiento. Los alcances del proyecto buscan dar solución a las vías alternativas de los desplazamientos de vehículos con la finalidad de agilizar el tránsito en la zona y su compatibilidad con el servicio masivo de transportación.

##### ii) Contribución del proyecto a los objetivos y estrategias del Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo:

- i. El problema del transporte urbano se ha convertido en uno de los principales retos a resolver , especialmente en las ciudades de más de 500 mil habitantes , donde el congestionamiento de la vialidad urbana con enormes pérdidas de tiempo , la contaminación generada, el aumento de los accidentes viales y un consumo excesivo de energía no renovable, esta afectando gravemente la sustentabilidad de su desarrollo, provocando una disminución en la productividad de estas ciudades y en el bienestar social de sus habitantes.  
La urbanización de México con una fuerte concentración hacia las ciudades

grandes y medianas, ha provocado que en la actualidad más del 50% de la población viva en ciudades de más de 500 mil habitantes, donde se genera la mayoría del crecimiento económico y empleos. Sin embargo, es también en estas ciudades donde aumentan más los problemas de pobreza y se generan nuevas necesidades de servicios públicos e infraestructura para la movilización de vehículos y personas.

El crecimiento de la población y de la mancha urbana en estas ciudades, asociado a una acelerada motorización, con un uso excesivo de los automóviles particulares, especialmente en horas pico, combinado con un transporte público ineficiente, de mala calidad, desarticulado, desorganizado y mezclado en el tráfico en la mayoría de las ciudades, está generando un problema de movilidad urbana insostenible.

La solución al problema de transporte urbano, exige la implantación de políticas integrales que fomenten una movilidad urbana sustentable, que contemplen medidas para racionalizar el uso ineficiente del automóvil privado y ofrezcan como alternativa un transporte público rápido, eficiente, cómodo y accesible mediante un sistema integrado tronco-alimentador, basado en proyectos de infraestructura de transporte masivo en corredores troncales con una visión estratégica de largo plazo, como en los numerosos casos de éxito a nivel internacional.

En la mayoría de estas ciudades, para hacer viable financieramente estos proyectos de infraestructura para transporte masivo, se requiere apoyo federal para completar los recursos de las autoridades locales y facilitar la posibilidad de que participen inversionistas privados.

Considerando lo anterior, el señor Presidente de la República, instruyó que en el marco del Programa Nacional de Infraestructura, se instrumente a través del FONDO un programa de apoyo federal para fomentar la realización de proyectos de transporte urbano masivo en las principales ciudades del país, que les permita resolver el problema de movilidad para propiciar su desarrollo sustentable con una mayor productividad y una mejor calidad de vida para sus habitantes.

- ii. El **FONDO**, tiene como fin principal el de promover y fomentar la participación de los sectores público, privado y social en el desarrollo de infraestructura y servicios públicos, mediante la realización de inversiones y el otorgamiento de Apoyos Recuperables y, en su caso, a través de la contratación de garantías a proyectos financieramente viables, así como Apoyos No Recuperables a proyectos rentables socialmente.
- iii. Las Reglas de Operación del **FONDO**, en lo sucesivo las “Reglas de Operación”, aprobadas por su Comité Técnico el 5 de agosto de 2008, establecen las disposiciones mediante las cuales se regirá el otorgamiento de Apoyos No Recuperables y de Apoyos Recuperables para Proyectos de Infraestructura, así como los procedimientos mediante los cuales se constituirán e integrarán los Subcomités y Grupos de Trabajo previstos en el Contrato de **FONDO**, así como el funcionamiento de los primeros.

## b) Propósito del proyecto

El propósito del proyecto consiste en brindar una solución de movilidad que revierta la mayor parte de las problemáticas identificada en el contexto de la situación actual. Con base a la evidencia empírica internacional como también a la exitosa experiencia de la FASE I de Macrobus en ZMG se detallan los siguientes puntos referentes a cómo puede contribuir el proyecto al logro del propósito de reducir la problemática de movilidad en el Troncal-Alcalde, también denominado Troncal FASE II Macrobus.

### i) Incremento de la velocidad promedio de la Troncal-Alcalde

El confinamiento de carriles exclusivos a los *Bus Rapid Transit* (BRT) permite obtener un incremento en la velocidad promedio del transporte público, incluso por encima de la velocidad promedio del transporte motorizado privado, esto con consecuentes beneficios para la población aunado a una mayor eficiencia en consumo de combustibles y reducción de emisiones contaminantes. El incremento de velocidad permite una ganancia de la sociedad al reducir el costo de traslado de los usuarios. Adicionalmente, el incremento de velocidades permite obtener reducción de costos operativos en el largo plazo.

### ii) Incrementar la eficiencia operativa

El esquema de BRT se ha utilizado exitosamente en ciudades de países en vías de desarrollo como una estrategia que permite transitar de contexto ineficiente e inercial de transporte público y/o modelo de “hombre-camión”, hacia un modelo eficiente y ordenado de provisión de servicio. Este esquema permite una transición concertada de un sistema caótico y altamente ineficiente provocado, ya sea por los esquemas ineficientes de hombre-camión en el caso privado, o bien con sistemas excesivamente burocratizados en la parte de transporte público gubernamental, hacia un sistema eficiente, ordenado y el cual generalmente brinda un mejor servicio y no requiere de subsidios operativos. Las causas de esta mejora en el servicio del transporte se deben principalmente a la sustitución del esquema de incentivos basado en el pasajero transportado -*La guerra del centavo*- en el cual todos los medios de transporte que confluyen en una calle compiten por el mismo pasajero hacia un esquema basado en kilómetro recorrido, o bien con una combinación de esta compensación por distancia con la cantidad de pasajeros transportados.

La reducción de la oferta de unidades de transporte sobre un mismo corredor vial y el mantenimiento del mismo nivel de demanda de pasajeros -*en ocasiones la demanda es superior bajo el esquema de BRT por la elasticidad a un menor precio a una mejor calidad en el servicio*- permite que las unidades incrementen el promedio de Índice de Pasajeros por Kilómetro -IPK- por hora-sentido. El nivel de oferta y demanda de transporte generalmente alcanza un punto en el vértice, cuya combinación de una disminución de costos y aumento en demanda genera mayor eficiencia al sistema en su conjunto. Como consecuencia, este tipo de modelo de negocio generalmente alcanza una mayor rentabilidad en comparación con un escenario de transporte caótico caracterizado por una *canibalización* de la demanda y un exceso de oferta de transporte.

iii) **Transitar de un modelo “hombre-camión hacia un modelo de empresa conservando los mismos actores.**

El modelo de BRT permite una transición del modelo de hombre-camión hacia un esquema de empresa de transporte, en la cual los hombres-camión se transforman en accionistas y, por ende, reciben beneficios de corredor en su conjunto y no sólo de su unidad, además de conservar su empleo como conductores o personal administrativo/mantenimiento. La transformación hacia empresas de transporte permite reducir los costos operativos, ya que las unidades pueden reducir la oferta en horas valle permitiendo reducir los costos operativos y depreciaciones de manera que se maximizan los ingresos.

Generalmente, la implementación de un esquema de BRT se realiza a través de una licitación pública en la cual varias empresas privadas de transporte compiten entre sí por ganar una concesión, la que está basada en años de transporte o kilómetros recorridos. El proceso de licitación permite alinear incentivos para que las empresas operadoras minimicen sus costos operativos y maximicen sus inversiones en beneficio de una tarifa óptima para el usuario desde el punto de vista de mercado. Tanto el costo operativo como el nivel de inversión en el material rodante permiten que el modelo de negocio de BRT funcione sin la intervención de un subsidio público a la tarifa, por lo cual los costos operativos se amortizan con la cantidad de pasajeros transportados. El modelo de concesiones permite a su vez lograr que dos o más empresas puedan competir entre sí en un mismo corredor, de manera que cada empresa cuente con incentivos adicionales para minimizar el costo operativo y maximizar el servicio de manera dinámica durante la vida de la concesión. Bajo este modelo, las eficiencias operativas que el concesionario pueda alcanzar mediante implementación de mejoras se traducen en mayores utilidades.

El modelo de BRT generalmente va acompañado de un esquema de cobro completamente distinto al observado bajo el esquema mixto de transportes *-en el que convergen públicos y privados-* y no necesariamente regulados de manera eficiente. Los sistemas de cobro BRT se realizan por medio de tarjetas inteligentes cuya principal virtud es desmonetizar el proceso de cobro, de manera que el conductor no se distrae más en labores de cobranza o administrativas y enfoca su atención a conducir. Este proceso permite alcanzar dos objetivos: (i) Incrementar el nivel de servicio e (ii) incrementar la eficiencia mediante la disminución de fugas de ingresos por acciones corruptas. El modelo de cobro se realiza por medio un ente independiente, el cual, al final de cada día, realiza una distribución de los ingresos en proporción a los servicios proporcionados por cada unidad, lo que permite aumentar el nivel de justicia en la distribución de ingresos además de incrementar el nivel de transparencia. Los sistemas de tarjetas inteligentes permiten que el usuario tenga una menor pérdida de tiempo y a su vez que otros sistemas de transporte, como autobuses alimentadores o el resto del sistema, permitan reconocerlo como medio de pago de manera que facilite las transferencias de pasajeros entre distintas modalidades de transporte.

El proceso de transición hacia un esquema de BRT ha sido utilizado en algunas ciudades como una estrategia de política pública orientada a ordenar el resto de modalidades de transporte público. La adopción de medios de cobro más eficientes, el ordenamiento de rutas, implementación de rutas alimentadoras, la implementación de esquemas más productivos de operación son algunos de los

esquemas que se han implementado en los corredores de BRT, pero tiempo después se han adaptado también al resto de los formatos de transporte, como sucedió en Johannesburgo o Curitiba. Adicionalmente, el ordenamiento urbano que requiere un corredor de BRT -tanto en términos arquitectónicos como legales- permite crear las bases para que, una vez que el nivel de demanda lo requiera, el BRT migre hacia la implementación de sistemas más complejos de transporte y que den respuesta a mayor volumen de demanda diaria de pasajeros como tren ligero o metro.

**iv) Incremento de la calidad y seguridad del servicio.**

Los sistemas BRT mantienen una vinculación entre la calidad del servicio y la rentabilidad de la empresa operadora, lo cual permite alinear incentivos tendientes a una mejora constante de los servicios y una aplicación adecuada oportuna de la regulación vigente. Bajo el esquema en el cual las empresas operadoras reciben su ingreso a través de la suma de kilómetros recorridos, estos kilómetros también pueden ser restados si alguna unidad incumple las normas regulatorias; por ejemplo, en el caso de *Transmilenio Bogotá*, la penalidad para una empresa en caso que el conductor reciba dinero en efectivo en el autobús articulado asciende a 200 kilómetros y la suspensión definitiva para el conductor. El modelo permite una vinculación entre la maximización de la calidad del servicio al usuario y la rentabilidad de la empresa operadora. El costo por kilómetro se establece en la licitación en términos reales, por lo cual la tarifa de pago por kilómetro se ajusta anualmente reconociendo el impacto de la inflación en los insumos operativos durante el periodo en cuestión.

**v) Eliminar subsidios operativos.**

Los modelos de transporte tipo BRT han permitido maximizar la relación entre iniciativa privada y gobierno. Por una parte, el gobierno no distrae recursos para la inversión del material rodante y operación, de manera que la fungibilidad del recurso financiero puede destinarse a otras áreas sociales cuyos márgenes de rentabilidad son tan bajos que no resulten atractivos para los privados, como las áreas de educación, desarrollo social u otros. Por otra parte, las empresas gubernamentales de transporte y la atomización del transporte generalmente están vinculadas por un significativo margen de ineficiencia tanto por la politización de sus contratos laborales, como por la falta de incentivos vinculados a la productividad y en algunos casos con prácticas corruptivas, tanto en talleres de mantenimiento como en medios de cobro. En este sentido, la operación de un modelo de empresa permite incrementar la eficiencia de los sistemas de transporte siempre y cuando el gobierno ejerza eficientemente su rol como regulador.

**vi) Priorizar el transporte público de pasajeros en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) sin menoscabo del transporte motorizado privado.**

Si bien la tasa de crecimiento de vehículos motorizados privado registra tasas significativamente superiores al crecimiento promedio de la población y esto ejerce presión para crear infraestructura vial que aminore los congestionamientos, la política pública en materia de transporte debe guardar un equilibrio en la creación de infraestructura de transporte público.

**vii) Reducir las emisiones contaminantes.**

Un objetivo fundamental del proyecto consiste en crear condiciones para que las mismas necesidades de movilidad puedan realizarse mediante una menor emisión de emisiones causantes de gases efecto invernadero. Esta acción permitirá contribuir a reducir los efectos del calentamiento global, así como incrementar la calidad de aire en beneficio de los mismos operadores y usuarios del transporte. Finalmente, este objetivo se alinea con el esfuerzo voluntario de cumplir con la meta de la reducción de toneladas de carbón.

**viii) Reducir el costo de transporte de los usuarios.**

En el largo aliento un modelo ineficaz de transporte público tendera a incrementar las tarifas que los usuarios pagan por el transporte, esto sin menoscabo a un incremento tanto de la seguridad como del servicio. Adicionalmente, un deficiente diseño de rutas contribuirá a incrementar el costo del trayecto a los usuarios que requieran de transbordar. En este contexto, un objetivo prioritario del proyecto consiste en diseñar una solución que tienda a reducir el costo del transporte.

**ix) Adecuar la oferta de transporte público en función al estudio de Encuesta de Origen -Destino.**

Un objetivo del proyecto consiste en vincular los derroteros de la troncal con los requerimientos del origen y destino de la demanda.

**x) Reducir el consumo de combustibles fósiles.**

El proyecto tiene el objetivo de diseñar un modelo de movilidad que anticipe un escenario urbano con escasez de hidrocarburos. Este objetivo plantea la reducción del uso de combustibles fósiles como una estrategia de seguridad y sustentabilidad.

**c) Componentes del proyecto**

El “proyecto” de BRT consiste en una troncal denominada FASE II, este modo de transporte conectará la movilidad de los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá; así mismo, el modelo de movilidad está diseñado para interactuar con otros modos de transporte, como Tren Ligero, Pre-Tren, BRT en su FASE I y las líneas de transporte subrogado. La longitud total del servicio de la ambas troncal registra 38.5 kilómetros y la red de la troncal se basa en un sistema tronco alimentador,

Los componentes del proyecto se definen a continuación:

**Corredores.** Los 38.7 kilómetros de carriles, en ambos sentidos de la circulación, para la circulación de los buses articulados son segregados del tráfico general -*carriles confinados*- y con prioridad de circulación en las intersecciones mediante semaforización, lo cual permite alcanzar mayores velocidades cruceo que el transporte colectivo convencional e incluso que las velocidades alcanzadas por el mismo transporte motorizado privado. Los carriles confinados requieren un ancho de 3.4 metros así como un reforzamiento de 25 cms. de carpeta de concreto -*el grosor estándar para tráfico normal es de 14 cms.*- para soportar el peso de las unidades

articuladas, el cual es superior a 30 toneladas; en caso de no aplicar el reforzamiento de la carpeta de concreto, la vialidad puede sufrir graves averías en perjuicio de la operación del sistema. La reposición de piso de concreto hidráulico en la superficie de rodamiento y en zonas de estaciones resulta fundamental como parte del proyecto, debido a que los pavimentos tendidos por las avenidas que alojarán al sistema BRT son muy antiguos, además de estar sentados sobre bases inadecuadas, por lo cual las losas deben reponerse. Adicionalmente, después de años de servicio, la superficie del pavimento bituminoso se ha deteriorado tanto que difícilmente puede utilizarse como una base para el pavimento de concreto hidráulico. El trazo de los corredores se ubica por el centro de las vialidades.

**Estaciones.** Las 50 estaciones se ubican en el camellón central de la vialidad y forman el vínculo entre el sistema BRT, los usuarios y otros servicios de transporte público. Las estaciones se diseñaron con puerta izquierda y están protegidas con puerta de seguridad para evitar accidentes. El diseño de estación se define en función al volumen de pasajeros proyectados, para lo cual existen seis tipos distintos de estación, cuyas características varían desde el bien iluminado refugio básico, hasta las complejas terminales intermodales, con servicios como información al usuario en tiempo real, estacionamientos amplios, expendios de boletos o tarjetas inteligentes y andenes agradables *-en total son seis tipos distintos según la disponibilidad de espacio y la necesidad de demanda-*.

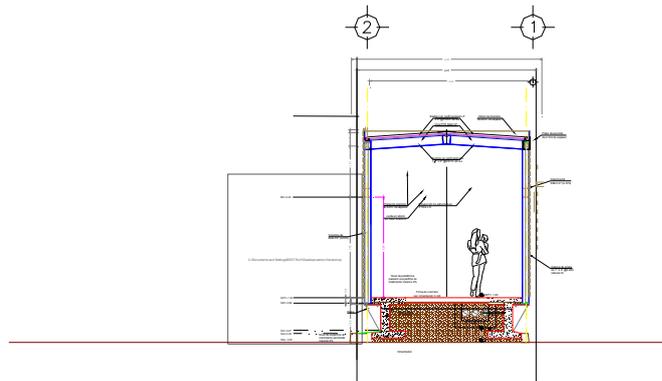
El diseño de la estación cuenta con una puerta que se abre sólo cuando el bus articulado está en la estación; esto genera una serie de beneficios al proyecto como: (i) Disminución de accidentes al evitar que los usuarios se asomen a verificar la proximidad del vehículo; (ii) incremento de la velocidad promedio de bus, ya que el operador no debe detenerse para verificar que no hay usuarios en las puertas - *Caso Metrobus en DF-*; (iii) la puerta evita mermas en los ingresos por pasajeros que eviten ingresar por la puerta para no pagar; (iv) la puerta sirve para cerrar la estación en la noche, ya que de lo contrario podría ser utilizada como vivienda de indigentes o vandalismo.

El diseño de las estaciones prevé un carril de rebase para el servicio Express, el cual permite incrementar la velocidad hasta en 28 Km/h y reduce los requerimientos de inversión en material rodante para hacer más eficiente la flota, lo cual se traduce en menor presión a la tarifa por servicios. Las estaciones de mayor demanda cuentan con paraderos de mayor distancia para permitir carga/descarga de pasajeros de más de un bus articulado de manera simultánea.

Con base en la experiencia de la FASE I, el tipo de estación se diseñó de manera más austera, menor altura, con acabados más económicos y eficientando los espacios; así mismo se comprobó que la distancia entre estaciones no puede ser inferior ni mayor a 400 mts. La FASE II comprende 50 estaciones.

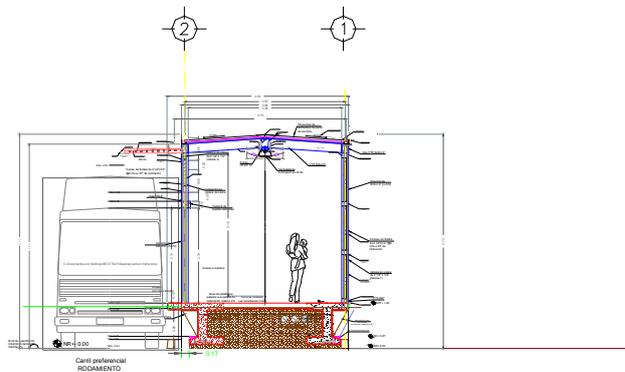
Ejemplo de Diseño de estación:

## Corte E



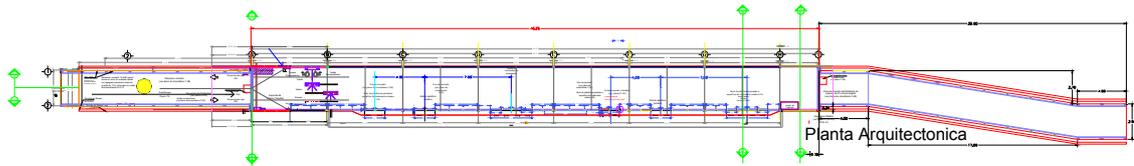
Corte E - Celosía de PTR

## Corte D

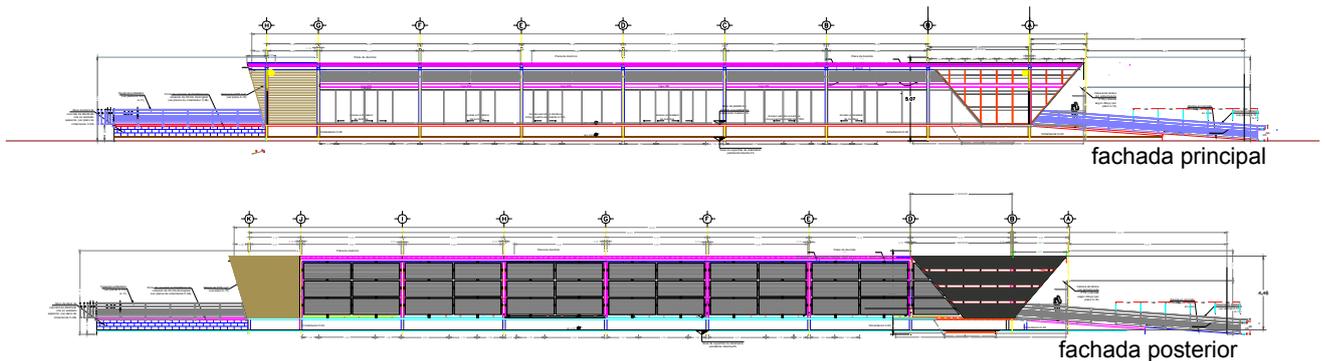


Corte D - Glamet y puertas

# Planta Arquitectónica



## Fachadas



**Terminales.** Las 3 terminales en los extremos de la línea comprenden todas las instalaciones necesarias para la transferencia de pasajeros entre las líneas alimentadoras y el sistema troncal de buses articulados. Adicionalmente, las terminales fungen como estaciones de servicio preventivo, taller de reparación y el almacenaje de las unidades del sistema BRT, estaciones de combustible, centros de capacitación, oficinas administrativas y control, entre otros. Estos inmuebles cuentan con espacio para estacionamiento; área de acceso, espera, primeros auxilios, carga y salida de taxis; ventanilla de boletos, puesto de periódicos, casetas de teléfonos, tiendas de conveniencia y cafetería. Las estaciones de correspondencia (conmutadoras) deben proporcionar la mayor parte de las instalaciones de las terminales, excepto las cafeterías y tiendas de conveniencia, que dependen de la ubicación, del volumen de pasajeros y de la demanda.

Las terminales se integran por predios con dimensiones superiores a 25,000 m<sup>2</sup>. El patio de maniobras, estación de servicio de combustible, área de lavado, área de resguardo de unidades, talleres y estacionamiento tienen requerimientos aproximados a los 20,000 m<sup>2</sup>, que se encuentran completamente pavimentados con concreto hidráulico. La construcción del inmueble tipo para albergar la terminal supone una superficie aproximada de 4,000 m<sup>2</sup>, la cual incluye la totalidad de servicios operativos, soporte, primeros auxilios, entre otros.

La terminal tiene una multifuncionalidad en la cual se concentran los puntos neurálgicos tanto de la operación como de la eficiencia del sistema. Bajo el escenario de que el sistema de transporte FASE II no contara con una terminal con este tipo de especificaciones se suscitarían las siguientes desavenencias operativas:

- **Resguardo de Unidades Articuladas-**. La terminal funge como albergue nocturno de las unidades articuladas; bajo el escenario de no contar con este recinto, el sistema tendría que identificar algún sitio para el resguardo. Cada unidad articulada tiene un costo de MxP 4.2 millones y cada unidad alimentadora de MxP 1.2 millones, lo cual supone que las terminales requieren ser lo suficientemente seguras para resguardar activos de material rodante por un valor superior a los MxP 1,200 millones *-incluyendo FASE II-*. La ubicación de estos buses en un lugar alternativo implicaría un aumento del costo de seguro, ya que se tendrían que desplazar diariamente fuera del carril confinado, lo que supone un mayor riesgo operativo. El empleo de un sitio alternativo supone un costo diario por pensión, el cual tendría que proyectarse a un horizonte de 30 años. Adicionalmente, en el caso que el resguardo nocturno no estuviese ubicado en la misma terminal se tendría que incluir costo en kilómetros diarios necesarios para llegar al sitio alternativo; el costo operativo por kilómetros equivale a Mxp 26.00 pesos, el cual se tendría que multiplicar por la distancia del centro y posteriormente por las 116 unidades articuladas de la FASE II, evidentemente sin ningún ingreso por pasaje como resultado a esos trayectos. En caso de que el sistema no cuente con una terminal dentro del derrotero de las troncales sería necesaria la construcción de un carril, el cual una la troncal con el centro de resguardo alternativo, lo cual supone la necesidad de invertir un monto aproximado de MxP 16.5 millones por kilómetro lineal. Finalmente, en el área de resguardo de la terminal se concentran otros servicios, como limpieza de las unidades y recarga de combustible, por lo cual si el resguardo se realizara fuera de terminal estos costos sufrirían un consecuente incremento.
- **Taller de mantenimiento.** El proyecto de la terminal incluye un espacio destinado al taller de las unidades articuladas y alimentadores, equivalentes a 116 y 86 unidades de 18 metros de largo, para la FASE II.

El primer objetivo del taller en las terminales consiste en brindar mantenimiento cotidiano y preventivo a las unidades; en caso que este proceso no se lleve a cabo implicaría un aumento de costos, ya que las unidades no alcanzarían una vida útil proyectada de 11 años en estado óptimo, lo cual presionaría un aumento en la tarifa y, por ende, una reducción potencial de usuarios por la sensibilidad de la tarifa.

Adicionalmente, el mantenimiento preventivo permite reducir los niveles de consumo de aceites y combustibles, lo cual genera una reducción de los costos operativos y, por ende, una menor presión sobre la tarifa pagada por el usuario por el servicio. El mantenimiento preventivo se realiza de manera programada según se alternen los paros de las unidades por la baja de demanda durante los horarios valle, esto de manera diaria. El mantenimiento preventivo difícilmente podría realizarse en instalaciones fuera de la terminal, ya que es un proceso cotidiano mezclado con los tiempos muertos de las unidades y la ausencia de este proceso implicaría la posibilidad de contar con una menor vida útil de la unidad, así como un aumento en el costo operativo con perjuicio para el costo de la tarifa.

El taller a su vez incluye todas las reparaciones mayores requeridas por las unidades articuladas y alimentadoras. La ausencia de este procedimiento dentro de las instalaciones de la terminal implicaría un pago extra por este servicio a un tercer proveedor, así como la acumulación de kilómetros operativos para trasladar las unidades a un taller fuera de los carriles confinados y patios de maniobras.

- **Estación de Transferencia.** La terminal funge como estación de transferencia entre los pasajeros que transitan de las unidades alimentadoras y las unidades articuladas y viceversa. El volumen diario de pasajeros que realiza esta maniobra de transferencia podría superar los 100 mil en el sistema de terminales de la FASE II; por lo tanto, este proceso de transferencia difícilmente podría realizarse sin una terminal diseñada para este propósito. El hecho de no contar con este tipo de infraestructura implicaría que las transferencias se realizaran en vía pública, lo cual, además de generar una situación caótica para el tráfico automotriz y peatonal, resultaría peligroso para los usuarios.

La estación de transferencia tiene un propósito adicional orientado a fines recaudatorios, ya que el modelo de transporte está diseñado para que los usuarios puedan acceder únicamente a los servicios de alimentador o troncal pagando una tarifa mínima de Mxp 5.00, pero si el usuario desea continuar su trayecto, ya sea en un alimentador o bien en la troncal, debe pagar un costo adicional de transferencia de MxP 1.00. El cobro de transferencia difícilmente podría realizarse de no contar con una estación con infraestructura para ello; si este cobro no se realizara, esto supondría pérdidas anuales para el sistema superior a los MxP 30 millones.

El diseño de la terminal permite el cobro electrónico masivo de pasajeros en el proceso de la transferencia entre modos de transporte *-Alimentador a troncal o viceversa-*. La ausencia de este proceso sistematizado de cobro implicaría la adopción de proceso manual o bien de electrónico con toque, lo cual supondría una pérdida de tiempo para los 30 millones de usuarios anuales que se estima realicen esta transacción.

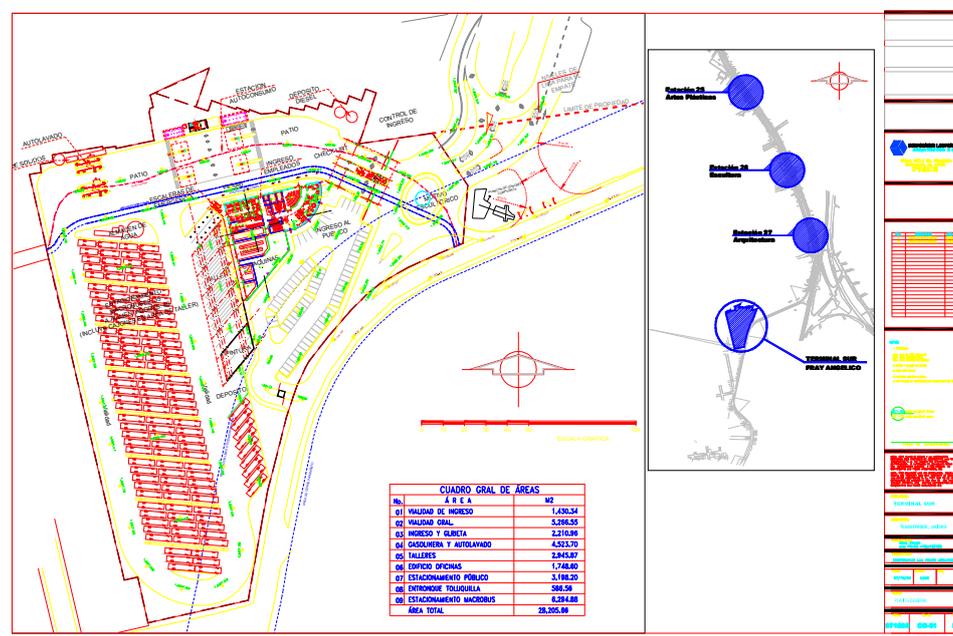
- **Oficinas y estación de servicio.** La terminal incluye las instalaciones de las oficinas de la empresa operadora del sistema. Idealmente, el centro de control administrativo de la empresa operadora debe ubicarse en el

centro neurálgico de la operación del sistema, ya que de lo contrario las oficinas tendrían que ubicarse en un sitio distinto al escenario en el cual se realiza la operación cotidiana del sistema de transporte.

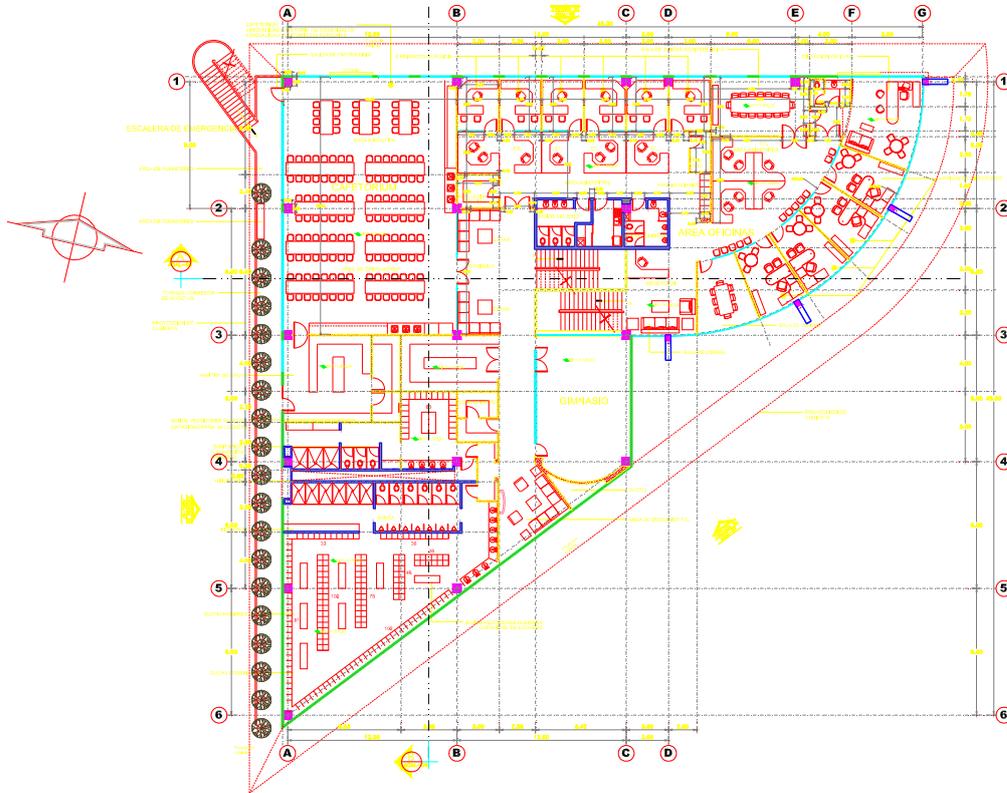
La terminal alberga a su vez una serie de servicios necesarios para operadores, como enfermería de primeros auxilios, servicios sanitarios, área de vestidores, áreas descanso, centros de capacitación, control de personal, entre otros, los cuales resultan fundamentales para una operación óptima del sistema de transporte. Adicionalmente, en el diseño de la terminal se incluyen diversos servicios orientados hacia los usuarios, como módulos de información, sistemas de medios de pagos, servicios sanitarios, entre otros.

- **Estacionamientos.** La terminal incluye un área de estacionamientos públicos orientada a desincentivar a las personas provenientes de los extremos de la ZMG a utilizar sus vehículos automotores privados para trasladarse hacia el centro de la ciudad. La combinación de la velocidad crucero del sistema de BRT, la cual en servicio Express puede llegar a alcanzar los 28 km/h que es una velocidad superior al transporte privado en hora pico, así como el problema que puede resultar el estacionamiento público en la zona centro de la ciudad, puede contribuir a la migración de modos de transporte. Este fenómeno de migrar del automóvil particular hacia el BRT difícilmente podría alcanzarse de no contar con infraestructura de estacionamiento en la terminal.

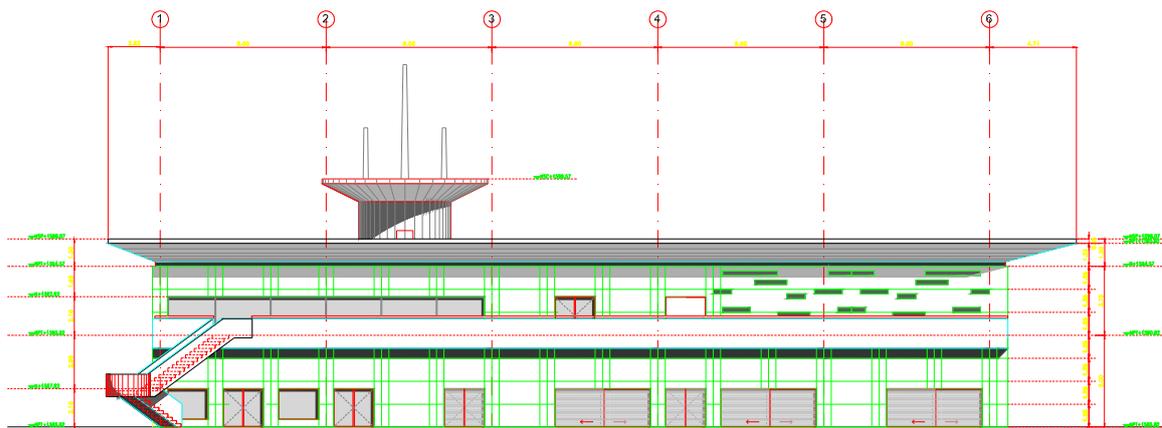
Figura 8. Plano General de Terminal FASE I (Ejemplo de Terminal).



**Figura 9. Diseño del Plano de la edificación de la Terminal Sur FASE I**



**Figura 10. Diseño del Inmueble de Terminal Sur FASE I**



**i) Nodos de distribución del tráfico e instalación de semáforos y señalética**

La construcción de las 56 intersecciones (nodos) se incluye en el diseño del proyecto como una alternativa sustentable y eficiente para modificar el flujo vehicular. Los factores que afectan la capacidad y niveles de servicio para las intersecciones (nodos) son: Condiciones físicas y de operación, ancho del acceso, operación en uno o dos sentidos, opciones para estacionamiento, factor de carga, factor de hora pico, características del tráfico, movimientos direccionales (vuelta derecha e izquierda), autobuses y automóviles directos, autobuses de rutas alimentadoras, señalizaciones para tráfico (señalética) y marcado de carriles para acceso (balizamiento).

**ii) Ciclovías y puentes peatonales y crecimiento de banquetas**

La construcción de puentes peatonales y crecimiento de banquetas se considera como una parte esencial del proyecto, ya que representan la principal fuente de alimentación de la demanda del sistema; mediante esta infraestructura de redes urbana se captará aproximadamente el 60% de los usuarios del proyecto. Este componente está intrínsecamente ligado al proyecto y no representa un accesorio de éste, ya que sin esta infraestructura el usuario no podrá acceder a las troncales. La infraestructura de ciclovías constituye parte fundamental del proyecto de movilidad urbana, ya que la creación de esta infraestructura pretende orientar un mayor uso de la bicicleta como medio de transporte urbano.



Escenario Urbano *Sin Proyecto*



Escenario Urbano *Con Proyecto*

### **iii) Sistema de circuito cerrado y red de comunicación de voz de datos.**

La seguridad y precaución son los dos mayores atributos de un sistema de transporte. La precaución puede definirse como el nivel de posibilidad de experimentar riesgos por los empleados o usuarios del sistema de transporte. Seguridad, por su parte, se define como la prevención del peligro intencional o criminal que pueden experimentar los usuarios o el personal del sistema. Estos sistemas están encaminados a los siguientes objetivos: Reducir las tasas de accidentes, mejorar la percepción pública de precaución y seguridad e incrementar el número de usuarios, superar la administración de riesgos y reducir el costo de las primas de los seguros, honorarios legales y las investigaciones y reducir los costos de mantenimiento asociados con los daños por el vandalismo.

### **iv) Buses Articulados.**

Un total de 116 Buses de 18 metros de longitud con extensión articulada con una capacidad de 160 pasajeros. El diseño prevé una puerta izquierda que se complementa con las estaciones centrales sobre camellones. Las especificaciones ambientales definen el uso de motores Euro V para los buses articulados. Los buses del sistema contemplan piso alto para evitar ascensos y descensos de pasajeros fuera de estación, lo cual evita mermas en recaudo, eficiencia en la operación del sistema y mayor seguridad. En la sección de Oferta detalla mayor información sobre este rubro. El horario de servicio troncal en día hábil y sábados inicia a las 5:00 y el último autobús sale prestando el último servicio a las 23:00. Los camiones alimentadores inician el servicio 45 minutos antes del inicio de servicio troncal y 45 minutos después de la llegada del último autobús troncal que se estima llega a las 23:52. El domingo, el servicio inicia a las 6:00 am y termina a la misma hora que en día hábil. Los alimentadores inician operación a las 5:00 am.

La troncal de la FASES II plantea el uso del servicio Express, el cual, a diferencia del servicio de parador, no se detiene en la totalidad de las estaciones. Este servicio se diseña con base en estudios de demanda y realiza traslados con menor número de paradas, lo cual hace más eficiente el sistema en su conjunto además de incrementar la velocidad crucero por lo menos en 7 km/h con relación al servicio del parador. Si el sistema no contara con servicio Express, el punto de saturación se alcanzaría en 10,000 pasajeros hora sentido, ya que la frecuencia no podría ser superior a un minuto; sin embargo, con la aplicación de este sistema, la evidencia internacional registra hasta 45,000 pasajeros hora sentido. Este sistema reduce el número de unidades articuladas por contar con mayor eficiencia del sistema, lo cual reduce las presiones sobre subsidios operativos o incrementos de tarifa. El sistema Express contribuye a la reducción de gases efecto invernadero por incrementar la velocidad crucero, aumentar la cantidad de pasajeros por unidad y por disminuir el uso unidades. Finalmente, la implementación de este sistema no implica el confinamiento parcial de los carriles no confinados, ya que el área de rebase se ubica en las mismas estaciones, las cuales están escalonadas para permitir esta maniobra.

### **v) Buses Alimentadores.**

Un total de 21 rutas alimentadoras contribuirán con el 40% de la demanda total del sistema tronco alimentador. Este proceso incorpora 173 unidades alimentadoras, las cuales la mayor parte de ellas son unidades actuales que serán reubicadas para el

proyecto.

#### vi) Sistema de Recaudo.

El Sistema de recaudo incluye el suministro de las tarjetas inteligentes sin contacto, el suministro de todos los equipos que conforman la plataforma tecnológica (torniquetes, equipos de recarga de tarjetas, computadores, equipos de comunicación, etc.), la logística para efectuar una operación continua durante todo el horario de servicio del Sistema; la venta de pasajes, el procesamiento de información, el manejo, distribución y consignación del dinero recaudado, así como del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos del sistema de recaudo. El sistema de recaudo requiere operar y controlar accesos para 50 estaciones y tres terminales. El sistema es operado por un concesionario privado, seleccionado mediante procesos de licitación pública. Las especificaciones técnicas del sistema de recaudo son:

1. Tarjetas Inteligentes sin contacto, que en el caso Macrobus es de 4kb de memoria.
2. Software de administración, control, generación de reportes y la capacidad de operar transbordos con descuento entre los camiones alimentadores, línea troncal y un enlace de transbordo especial con el Tren Eléctrico en una de sus estaciones.
3. Equipamiento en estaciones. Torniquetes con validadores Duales, reciben Monedas y tarjetas sin contacto. Máquinas automáticas de venta y recarga, computadores en cada estación y en algunas estaciones atención personalizada.
4. Equipamiento en camiones alimentadores. Validador Dual, en la que también recibe monedas y tarjeta sin contacto. Consola de conductor y contador de cráneos.
5. Enlace de comunicaciones entre estaciones y en patios con enlaces inalámbricos para la obtención de información de camiones alimentadores.
6. Mantenimiento y disponibilidad de equipos para intercambio inmediato.

#### d) Calendario de Actividades

##### i) Calendario de inversión.

Con base en el calendario del “proyecto”, la licitación para la construcción de la infraestructura requerida para la FASES II se llevará a cabo en el primer semestre de 2010, con la intención de emitir el fallo correspondiente e iniciar obras para el tercer trimestre del 2010. Las obras de la FASE II iniciarían de manera paralela, con la intención de contar con la troncal Alcalde de BRT operando para el último trimestre del 2011. La factibilidad de realizar la totalidad del corredor FASE II de 38.5 kms se basa en que el Gobierno del estado pueda acceder a apoyos no recuperables por parte del Fondo Nacional de Infraestructura -FONADIN- y, así mismo, el resto del fondeo de la inversión se financiará mediante un esquema de financiamiento público o bien mediante un modelo de PPS-*esquema de participación público-privada*- a un plazo no mayor de 17 años.

Figura 11. Calendario multianual

CALENDARIO MULTIANUAL						
	2009		2010		2011	
	1er. SEM.	2o. SEM.	1er. SEM.	2o. SEM.	1er. SEM.	2o. SEM.
<b>FASE II</b>						
ESTUDIOS Y PROYECTOS						
ADQUISICIÓN DE TERRENOS, DERECHO DE VÍA , PATIOS DE GUARDADO, TALLERES Y OFICINAS						
INFRAESTRUCTURA CARRIL CONFINADO ESTACIONES CAMELLON						
INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA SANITARIA						
INFRAESTRUCTURA SUBTERRANEA						
REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE BANQUETAS Y CONSTRUCCUÓN DE CICLOVÍAS						
CUARTO DE CONTROL DEL SISTEMA						
SOCIALIZACIÓN Y DIFUSIÓN						

Fuente: OCOIT.

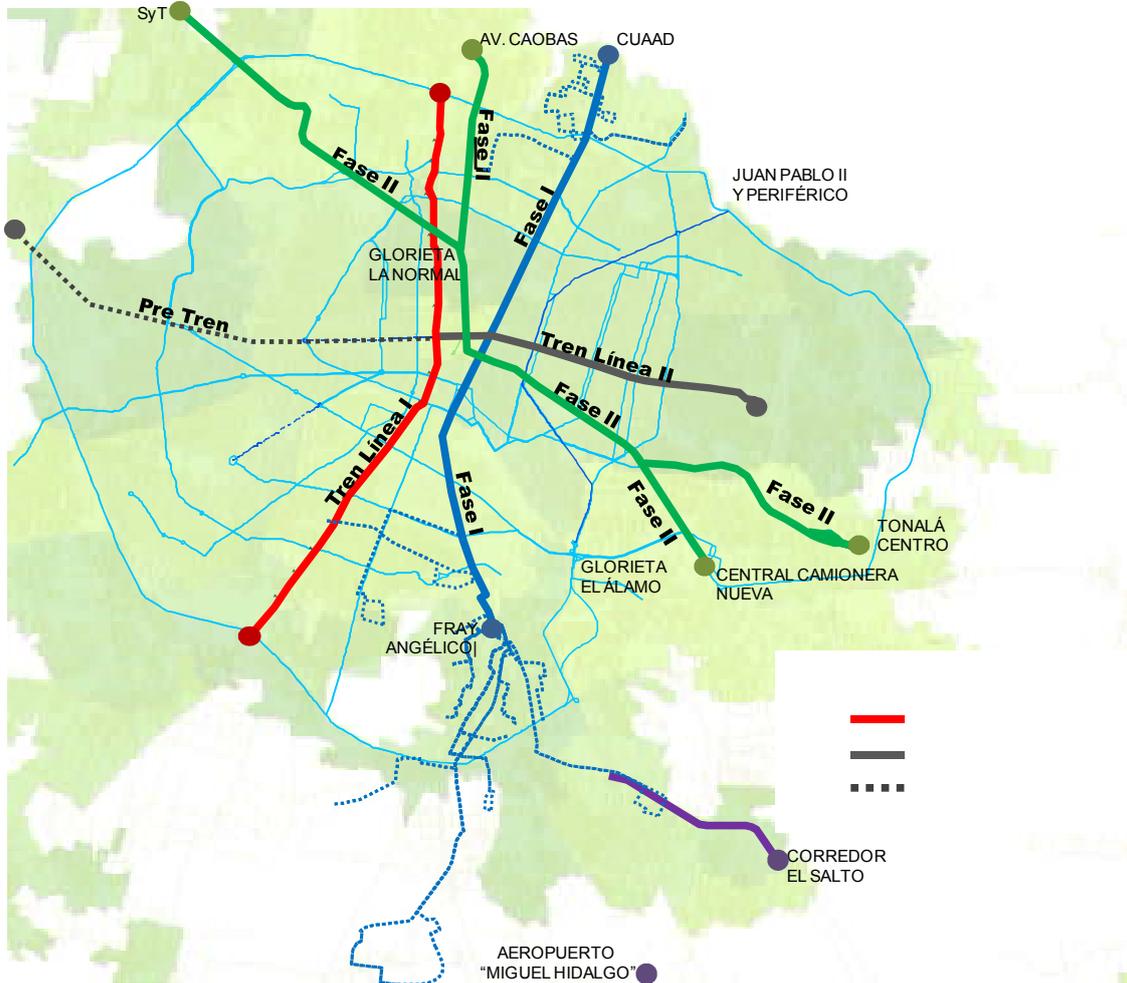
### e) Tipo de Proyecto o Programa

*Proyectos de infraestructura económica*, cuando se trate de la construcción, adquisición y ampliación de activos fijos para la producción de bienes y servicios en los sectores de agua, comunicaciones y transportes, electricidad, hidrocarburos y turismo. Bajo esta denominación, se incluyen todos los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo a que se refieren los artículos 18, tercer párrafo, de la Ley General de Deuda Pública y 32, segundo párrafo, de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, así como los de rehabilitación y mantenimiento cuyo objeto sea incrementar la vida útil o capacidad original de los activos fijos destinados a la producción de bienes y servicios de los sectores mencionados;

### f) Localización Geográfica

El proyecto de BRT FASE II se ubica en los municipios de Zapopan, Guadalajara y Zapopan en el estado de Jalisco México. El derrotero de la esta troncal recorre transversalmente la ZMG desde Zapopan hasta Tonalá, el cual vincula el norponiente con el sur-oriente de la ciudad. El corredor registra dos bifurcaciones: en la parte norte, el primer segmento inicia en la Carretera a Tesistán y continúa por la Ave. Dr. Ángel Leño y, posteriormente, en la Av. Ávila Camacho hasta unirse con la troncal principal en la Glorieta de la Normal; el segundo componente de la parte norte inicia en Periférico Norte y Av. Caobas hasta unirse con la troncal principal en la Glorieta de la Normal. La segunda bifurcación en la parte sur conecta por una parte a la troncal principal en Río Nilo con la Nueva Central Camionera y en un segundo derrotero con la zona centro de Tonalá. Las vialidades que constituyen la troncal principal se integran por Juan Gil Preciado, Calzada Revolución y Río Nilo. La longitud total de la troncal con ambas bifurcaciones registra 38.51 km.

Figura 12. Corredor Fases II (Línea Verde)



### g) Vida Útil del Programa

La vida útil del proyecto se define en 30 años, ya que es el tiempo estimado para de uso de la infraestructura de carriles confinados, terminales y estaciones. El material rodante registra una vida útil de 11 años o el tiempo necesario para alcanzar un millón de kilómetros operativos, mientras que los buses alimentadores registran una vida útil promedio de 6 años, tanto unidades alimentadoras como articulas registran un ciclo de renovación de acuerdo a su vida útil hasta completar los 30 años de la vida del proyecto.

### h) Capacidad Instalada

El sistema tronco-alimentador de BRT FASE II tiene un diseño de capacidad máxima de demanda de 5,000 pasajeros hora sentido, sin embargo el diseño operacional tiene la capacidad de atender un crecimiento de la demanda hasta de 5 veces más. El primero año de operación la troncal pretende movilizar 79 millones de pasajeros anuales -252 mil ppd-, sin embargo en el año 30 del proyecto el volumen

transportado proyecta un volumen anual de 169. 5 millones -538 mil ppd-. El diseño técnico necesario para responder al crecimiento de usuarios, bajo las premisas de comodidad, seguridad y servicio responde a los siguientes elementos técnico-operacionales:

- En el primer año de operación la frecuencia de las unidades articuladas se establece en 12 vehículos/hora, lo cual resulta en intervalos de cada 5 minutos. En la medida que la demanda se incrementa, la frecuencia puede ajustarse a los nuevos requerimientos. Si el crecimiento de la demanda se suscita en horas valle, la misma flota puede atender una mayor frecuencia mediante la reducción de los periodos de reserva, denominadas horas muertas. Si la demanda aumenta en los horarios punta, tanto el dimensionamiento geométrico del sistema como también el contrato con el concesionario están diseñados para incorporar tantas unidades nuevas como sea necesario para satisfacer dicho crecimiento de la demanda.
- Con base a los resultados de los polígonos visuales, las encuestas de preferencia y la encuesta de Origen - Destino, las estaciones con mayor potencial de crecimiento cuentan con un sobredimensionamiento para soportar un mayor volumen de usuarios. La sobredimensión incluye mayores espacios de espera, así como también dimensionamiento mayores de plataforma, mismas que permiten el ascenso y descenso de varias unidades al mismo tiempo.
- La totalidad de terminales está diseñada para incorporar carriles de rebase, esto sin menoscabo de invasión de carriles adicionales de transporte motorizado privado, lo cual permite realizar servicios exprés, así como también incrementar la frecuencia sin que esto conlleve a embotellamientos.

## i) Metas Anuales y Totales en el Horizonte de Evaluación

### Metas en el Año Cero.

**Meta 1. Construcción.** El primer año los desembolsos tanto de anticipos como de obra ejecutada alcanzaran hasta el 75% del monto total de inversión. Este porcentaje es equivalente a MxP 1,784 millones. El monto desembolsado para la infraestructura del primer año se dividirá a razón de 50% por parte del FONADIN y el porcentaje restante del proveedor privado al cual se le asigne el contrato PIPS mediante licitación.

**Meta 2. Programa de socialización.** El primer año de la construcción debe finalizarse la etapa de concientización a la sociedad del proyecto.

**Meta 3. Programa de mitigación de externalidades por obra.** El primer año debe concluirse el programa de implementación de rutas alternas para mitigar las afectaciones de la construcción de los carriles confinados.

**Meta 4. Adquisición de predios para terminales.**

### Metas en el Año Uno.

**Meta 1. Construcción.** Para el segundo años de construcción, la obra debe quedar completamente terminada de acuerdo a las especificaciones. Por lo que se deberá desembolsar por obra ejecutada el 25% restante de la inversión en infraestructura, equivalente a MxP 595 millones. La meta de construcción incluye la finalización de las terminales y patios de resguardos.

**Meta 2. Licitación y adjudicación de la concesión del material rodante.** Esta meta incluye la cancelación de los permisos de las unidades de transporte convencional que actualmente circulan por la Troncal-Alcalde y que la intención es que formen parte de alguna de las empresas concursante en el proceso de licitación de la concesión.

**Meta 3. Licitación y adjudicación del servicio de recaudo.** La empresa concesionaria deberá instalar la infraestructura de cobro y recaudo en 50 estaciones y tres terminales. El monto estimado de la inversión asciende a MxP 125 millones.

**Meta 4. Entrega de 116 unidades articuladas.** La empresa concesionaria deberá recibir la unidades con características de piso alto, puerta izquierda y motor Euro V. El concesionario deberá erogar Mxp 487 millones para las unidades articuladas, Mxp 190 millones para la unidades alimentadoras, MxP 138 millones para capital de trabajo, así como MxP 80 millones para talleres oficinas y varios. Las fuentes financiamiento de dichas erogaciones se realizaran a razón de 25% de capital propio (Equity) y el restante 75% vía financiamiento.

### Metas Año Tres del Proyecto de Operación (Primer año de Operación) :

**Meta 1:** Movilizar 78.7 millones de pasajeros anuales, lo cual resulta de multiplicar la demanda promedio diario de 250,000 pasajeros por los 315 días promedio diarios anuales.

**Meta 2:** Incrementar el índice de pasajeros por kilometro IPK a un nivel superior de 7, la Troncal-Alcalde en un escenario sin proyecto registra un IPK inferior a 3.

**Meta 3:** Reducir el nivel de emisiones de gases efecto invernadero 5,200 Toneladas anuales

**Meta 4:** Incrementar la seguridad del usuario al menos en un 50% del índice de siniestralidad promedio que registra la ZMG.

**Meta 5:** Incrementar el nivel de calidad de servicio al usuario a través de indicadores de Indicadores de satisfacción definidos en: (i) Puntualidad, (ii) Regularidad, (iii) Limpieza.

### Metas globales en la vida del proyecto (30 Años)

**Meta 1. Movilizar un volumen superior a 160 millones de pasajeros anuales.**

**Meta 2. Reducir en 30 años el equivalente a 150,000 Toneladas de evitadas de CO2.**

## j) Beneficios Anuales y Totales en el Horizonte de Evaluación

### a) Beneficios no Monetizados

Con base en los lineamientos del PROTAM se determinó no incluir, dentro de la cuantificación económica del “proyecto”, los siguientes beneficios:

Ahorros por mermas de cobranza. El modelo de transporte vigente en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) presenta un sistema de cobro obsoleto, en el cual el operador de la unidad debe realizar esta operación. Bajo el escenario con proyecto, el modelo de cobro pretende desmonetizar por completo el involucramiento del operador en este proceso, para lo cual se sustituye por un sistema automatizado de cobro basado en tarjetas electrónicas de prepago. La sustitución del modelo de recaudo prevé los siguientes beneficios: (i) Incremento de la velocidad cruceo promedio como resultado de la no distracción del operador en labores de cobranza; (ii) reducción de la discrecionalidad del operador a brindar servicio gratuito a determinados pasajeros (como familiares y amigos); (iii) eliminación de la posibilidad de que operador reciba el importe de la tarifa pero que éste no lo contabilice en el proceso de recaudo; y (iv) generación de información estadística oportuna y veraz sobre aforos y comportamiento de la demanda.

Para fines de la estimación monetaria de los beneficios se asignó un valor de merma por ingresos equivalente al 2% del total; si bien este número es estimativo, resulta conservador en relación con la evidencia empírica, la cual incluso alcanza niveles de hasta un 10% de mermas sobre ingresos. La estimación anual de ingresos para la FASE II registra Mxp 414 millones. La determinación de no utilizar este beneficio consiste en que tendrá un impacto en el operador privado y no necesariamente en un beneficio social.

Ahorros por transferencia de la eficiencia del sistema al esquema de tarifas de los usuarios. Con base en la encuesta de origen y destino 2007, el 58% de los usuarios de transporte colectivo en la ZMG requieren de realizar al menos un transbordo con otra ruta o bien con el Tren Ligero, por lo cual es necesario cubrir la tarifa completa en cada nuevo transbordo. Bajo el escenario con proyecto, como consecuencia del diseño del trazo transversal de las troncales, el sistema de alimentadores y la estructura tarifaria permitirán una reducción del costo de viaje integral del pasajero, la cual asciende a MxP 9,150 millones en Pesos constantes en un horizonte de 30 años.

Ahorros por Mantenimiento de Carpetas de Concreto Hidráulico. La carpeta actual de las vialidades en las cuales se pretende realizar el proyecto se construyó de un material denominado “asfalto”, el cual requiere un intenso mantenimiento -principalmente en temporada de lluvias, ya que la ZMG registra 800 mm anuales de precipitación pluvial-; el mantenimiento consiste en bacheo, sobre carpeta, renivelación y pavimentación cada periodo de 10 años. El peso de los camiones articulados -30 toneladas aproximadas- inhibe el uso del asfalto en los carriles confinados, por lo cual se requiere utilizar concreto hidráulico. En el caso del concreto hidráulico, el mantenimiento se limita al sellado de juntas y grietas así como la sustitución de lozas individuales en periodos de 6 años.

La comparación entre ambos materiales de pavimentación se dificulta, ya que las características de construcción son distintas entre sí; por ejemplo, el concreto registra un costo de MxP 1,750 por metro cúbico instalado, mientras que el asfalto registra MxP 1,400 por metro cúbico, lo cual resulta a primera vista más costoso; sin embargo, el concreto en la etapa de pre-pavimentación únicamente requiere una base mientras que el asfalto requiere una base y una sub-base. Por otra parte, la pavimentación de asfalto generalmente registra un grosor de entre 10cm y 14 cm, mientras que el concreto oscila entre 20cm y 30cm. En igualdad de circunstancias *-por ejemplo en el caso de las carreteras-* el concreto registra un costo superior al asfalto en 10%. Sin embargo, en términos de mantenimiento, el concreto requiere un aproximado de 4% sobre el costo de inversión en un periodo de 30 años, es decir el 0.13% anual de mantenimiento sobre la inversión. En el caso del asfalto, el costo de mantenimiento prevé 1% anual y 5% de mantenimiento mayor cada 10 años.

Ahorros por reducciones de emisión de contaminantes. Las reducciones de emisiones contaminantes bajo el escenario con proyecto se basan en la metodología aprobada por el PNUD AM0031 “Baseline Methodology for BRT Projects”, la cual se sustenta en las siguientes cuatro variables: (i) Cambio de unidades por nuevas y con mayor tecnología de eficiencia; (ii) mayor tamaño de unidades que permitan reducir el nivel de emisiones por usuario; (iii) mejor grado de ocupación en términos de IPK; y (IV) cambio modal.

Con base en la aplicación del modelo econométrico “EPA Mobil 6” se concluyó que, para la FASE II, el nivel actual diario de toneladas emitidas de gases efecto invernadero -GEI- registra 22 y mediante la implementación del proyecto las emisiones resultantes se reducen a sólo 5.3 toneladas, lo cual representa una reducción neta de 16.7. Para fines del presente análisis no se estimó el monto de beneficios económicos derivados por la reducción de emisiones, ya que no se cuenta con la certeza que el programa de Mecanismo de Desarrollo Limpio -MDL- continúe vigente hasta ese entonces; sin embargo, el monto de toneladas evitadas durante la vida del proyecto -30 años-, asciende a 157,815 TC2. Si bien este beneficio no se cuantifica en la evaluación de Costo-Beneficio, el impacto en la calidad de vida de los habitantes de la ZMG resulta significativo. Este nivel de beneficios puede incrementarse una vez que se obtengan los resultados del monitoreo de emisiones en campo, el cual lo realiza personal experimentado de la Corporación Andina de Fomento -CAF-.

Tabla 9. Emisiones evitadas

Emisiones de Toneladas GEI Diarias Sin Proyecto	Emisiones de Toneladas de GEI con Proyecto	Toneladas GEI Evitadas Diarias	Toneladas Evitadas GEI Anuales (315 días)	Toneladas GEI Evitadas 30 años	
FASE II	22	5.3	16.7	5,261	157,815
FASE II	22	5.3	16.7	5,261	157,815

Los Beneficios resultantes de la reducción de 157,815 toneladas de CO2 en 30 años por la implementación del proyecto son equivalentes a los siguientes ahorros:

32,061	Contaminación de vehículos de transporte ligero
64,130,758	Litros de gasolina evitada
327,450	Barriles de petróleo no consumido
157,701	Personas que reducen su consumo eléctrico doméstico en 20%
54,246	Hectáreas de bosque necesarias para absorber las emisiones de CO2
53,096	Toneladas de basura reciclada

*Incrementos potenciales en el calor catastral.* La evidencia empírica internacional indica que los bienes raíces ubicados a lo largo de las troncales de los BRT tienden a incrementar su valor catastral, esto motivado por el flujo de pasajeros diarios lo cual resulta atractivo para diversos detonadores de ingreso como comercio, servicios y vivienda. Si bien el incremento de valores catastrales pueden entenderse como un beneficio privado, en el largo plazo, generalmente este incremento de valor se traduce en ingresos fiscales para la sociedad en su conjunto a través de incremento de valor catastral de los inmuebles y por ende mayores ingresos por impuestos prediales y transmisión de dominio.

## ii) Beneficios Monetizables

Estos beneficios se detallan en la situación con proyecto.

## k) Descripción de los Aspectos de la Evaluación Técnica, Ambiental y Legal del proyecto.

### i) Evaluación técnica del proyecto

Los estudios técnicos que se realizaron para la configuración técnica del proyecto incluyen: La localización del proyecto, el proceso de operación, la conectividad con el sistema de transporte, las obras de vía necesarias, la capacidad de transporte de la oferta, la estimación de los costos de inversión, el cronograma de obra e inversiones, la valoración y análisis de los costos de operación y mantenimiento, las fuentes de recursos para la inversión tanto privada como pública, así como la estimación de la duración de la vida del proyecto. Dentro de los estudios mencionados anteriormente se encuentra la selección del trazo para dar prioridad a las dos opciones de corredores seleccionados para el presente proyecto, los cuales fueron elegidos entre siete alternativas distintas con potencial de demanda suficiente para desarrollar corredores de BRT. Adicionalmente, el proyecto involucra la creación de infraestructura para la interacción con otras opciones de movilidad no motorizada como andadores peatonales y ciclovías, las cuales están consideradas como infraestructura para alimentadores naturales del proyecto. *-Los términos de referencia de los estudios técnicos multidisciplinarios que soportan la viabilidad técnica del proyecto se describen en el ANEXO I VII-.*

### ii) Evaluación ambiental del proyecto

La acción del proyecto tiene su principal incidencia sobre el factor ambiental, reduciendo principalmente la emisión de gases de HC, CO, NOx, SOx, partículas en suspensión, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. El “proyecto” en su FASES II se sometió a escrutinio del Mecanismo de Desarrollo Limpio -MDL- para justificar la “adicionalidad”, la cual permita acceder a bonos de carbón por emisiones de gases efecto invernadero evitadas. El trámite de este proceso lo lleva la Corporación Andina de Fomento -CAF-; este organismo fue el responsable de tramitar los bonos de carbón para *El Transmilenio en Bogotá*, el cual es el único proyecto de BRT en el mundo al que se le autorizó dicha compensación *-El Metrobús de la Ciudad de México ingresó sus bonos al mercado voluntario y no al MDL-*. El proyecto conlleva a otros beneficios adicionales en materia ambiental, no cuantificados pero de importancia significativa para la calidad de vida de la población, como por ejemplo, reducción del nivel de ruido por la sustitución de las unidades de transporte de baja capacidad por un sistema de transporte masivo silencioso y reducción de derrames incontrolados de aceite automotor al subsuelo como consecuencia de la disminución de tráfico de unidades convencionales.

El “proyecto” de FASE II pretende cumplir con una serie de atributos que lo clasifiquen como un medio de transporte sustentable -Corredores Verdes- los cuales incluyen motores Euro-V de buses articulados, empleo de Diesel de bajo azufre, sistema de alimentadores mediante andadores y ciclovías.

### iii) Evaluación legal del proyecto

El marco legal e institucional para llevar a cabo la construcción y concesión de la FASES II se basa en los mismos fundamentos con los cuales opera actualmente la FASE I y los

cuales se detallan a continuación:

Artículo 36 de la Constitución Política del estado de Jalisco deposita el ejercicio del Poder Ejecutivo en la figura del Gobernador del estado, quien se encuentra investido de las facultades y obligaciones que conlleva el promulgar, ejecutar y hacer que se ejecuten las leyes, así como de delegar facultades específicas en el ámbito administrativo, cuando no exista disposición en contrario para ello, a las secretarías, dependencias, organismos y entidades que se constituyan para auxiliarlo en el desempeño de sus atribuciones, ordinal 50, fracciones I y XXII del cuerpo legal en cita.

La Ley Orgánica del Poder Ejecutivo del estado de Jalisco establece, en sus artículos 50 y 52, que los organismos descentralizados son considerados como organismos paraestatales del Poder Ejecutivo y forman parte de la administración pública del estado; que dichos entes públicos gozarán de personalidad jurídica y patrimonio propio y podrán ser creados para ayudar operativamente al Ejecutivo en el ejercicio de sus funciones.

El gobernador del estado de Jalisco mandó publicar, el 14 de enero del año 1989, el decreto número 13555, por el que se creó el Organismo Público Descentralizado denominado: Sistema de Tren Eléctrico Urbano, el cual fue dotado de personalidad jurídica y patrimonio propio y cuyo objeto primordial es la prestación del servicio público de transporte urbano masivo de pasajeros.<sup>2</sup>

El decreto citado, en el párrafo que antecede, sufrió en el mes de diciembre de 1999 la reforma de varios artículos, ello a través del decreto 18170, transformación que derivó en la especificación y ampliación de las funciones encomendadas al Sistema de Tren Eléctrico Urbano -SITEUR-, así llamado por sus siglas. Como funciones principales de dicho sistema se encuentran las de ser el encargado de la administración, operación y mantenimiento del tren eléctrico urbano, que cuenta con recorrido subterráneo y superficial para el transporte masivo de pasajeros, especialmente en la ciudad de Guadalajara y municipios conurbados adyacentes, así como la de atender, por sí o por medio de terceras personas físicas o jurídicas a quienes otorgare las concesiones respectivas, la administración, operación y mantenimiento de otros medios de transporte, que se establezcan como alimentadores del tren eléctrico urbano;<sup>3</sup> con lo anterior se sustenta de forma clara y precisa la facultad que se le ha conferido al SITEUR para concesionar a personas morales, la atención del transporte alimentador del tren eléctrico urbano.

Debido a la necesidad de brindar mayor certidumbre jurídica para la realización de una inversión a largo plazo en materia de transporte se publicó, el 24 de abril del 2008, el decreto número 22214/LVIII/08, por el que se autoriza que las concesiones que otorgue el organismo público denominado Sistema de Tren Eléctrico Urbano para la operación de medios de transporte alimentadores del tren eléctrico urbano trasciendan su vigencia al término de la administración pública estatal 2007-2012, hasta por un período de 15 años, y se adicionó un artículo transitorio a la Ley de

---

<sup>2</sup> Artículo 1 del decreto de creación del Sistema de Tren Eléctrico Urbano.

<sup>3</sup> Idem. artículo 3, fracciones I y II.

Proyectos de Inversión y de Prestación de Servicios del Estado de Jalisco y sus Municipios.

Además de las disposiciones jurídicas y decretos ya mencionados se cuenta con el Reglamento Interno del Sistema de Tren Eléctrico Urbano, que refrenda la calidad de Organismo Público Descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio que se le ha conferido en el decreto de creación y dispone, como objetivo primordial, la eficiente prestación del servicio público de transporte urbano masivo de pasajeros; así mismo propone de forma precisa el organigrama adecuado para la administración, operación y mantenimiento, tanto del sistema de tren eléctrico urbano, como del servicio público de transporte masivo de pasajeros alimentadores de dicho sistema.

En el marco de los diversos ordenamientos y documentos jurídicos mencionados, la convocatoria pública destinada a la elección de la persona jurídica que atendería la operación del sistema de transporte masivo alimentador del tren eléctrico urbano en el “Corredor Independencia” y ramales fue fallada, de manera satisfactoria, a favor de la empresa denominada “*Macrobús S.A. de C.V.*”.

Con lo anterior se considera que el Poder Ejecutivo del estado, en la medida de lo dispuesto por los artículos 25 y 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece lo que la doctrina llama “rectoría económica del Estado”, que constituye el ejercicio de la responsabilidad gubernamental en el ámbito económico, ya que promueve, induce y orienta la acción administrativa hacia los objetivos del desarrollo, lo que hace mediante instrumentos y políticas, como la sustentada en el proyecto de “Movilidad Urbana”.

Adicionalmente es importante mencionar que se encuentran presentadas, ante el Congreso del estado, dos iniciativas de ley; la primera que sugiere la reforma de varios artículos de la Ley de los Servicios de Vialidad, Tránsito y Transporte del estado de Jalisco, para considerar disposiciones que normen el transporte masivo de pasajeros, como por ejemplo, la expedición de licencias especiales para sus conductores, entre otras. La segunda, relativa a que los organismos orientados a la prestación del servicio público del transporte de pasajeros se fusionen para crear mayor cohesión y unidad en la toma de decisiones que favorezcan la implementación de los sistemas que mejoren beneficios que aporten a la sociedad en su conjunto. Por otra parte se encuentra en estudio una tercera iniciativa de ley que busca concesionar tres corredores más que estarían conectados con el tren eléctrico urbano para constituir una red más amplia que satisfaga las necesidades de movilidad urbana de la sociedad en general.

En caso que convenga al estado de Jalisco financiar parte o la totalidad de la obra requerida para las FASES II y III mediante algún esquema de asociaciones público-privadas PPS, en 2008 entró en vigor la Nueva Ley que regula las asociaciones público-privadas (PPS). Adicionalmente, el 24 de marzo de 2009, el Congreso del estado autorizó un paquete de PPS para el financiamiento de las obras del *Macrobús* para la FASE II y FASE III hasta por un plazo de 17 años, bajo el “*Proyecto de Movilidad y Renovación Urbana*”.

En lo relativo al proceso de construcción de infraestructura requerida para el proyecto de BRT se aplicará la Ley de Obras Públicas y Servicios relacionados con ellas.

Los amplios beneficios que generaría el proyecto en la calidad de vida de la población en materia de ahorro de tiempo de transporte a usuarios, tarifas equivalentes a las actuales, mayor seguridad y confort en los servicios al usuario, reducción de tráfico y congestionamientos vehiculares, reducción de emisiones contaminantes, reducción de accidentes, disponibilidad de un sistema de transporte masivo, moderno, electrificado y confinado, menor consumo de combustibles fósiles, menores niveles de ruido ocasionados por el número de vehículos, mejoramiento en el desarrollo urbano ordenado y mayor desconcentración de la ZMG, indican que todos esto son factores positivos para la población que no permiten prever que se tengan problemas sociales que impidan la ejecución del proyecto.

#### iv) Soporte legal modelo PIPS

I.- El 10 de abril del 2008, se publico en el Periódico Oficial del Estado de Jalisco la Ley de Proyectos de Inversión y Prestación de Servicios del Estado de Jalisco y sus Municipios (Ley PIPS); el 4 de noviembre siguiente, en el mismo medio, se publicó el Reglamento de dicha Ley y el 25 de junio del 2009 una fe de erratas del mismo.

II.- El 7 de abril del 2009, también el Periódico Oficial, se publicó el Decreto número 22629/LVIII/09 del H. Congreso del Estado, que autoriza al Poder Ejecutivo a desarrollar el proyecto denominado “PROYECTO DE MOVILIDAD Y RENOVACIÓN URBANA”, bajo la modalidad de Proyectos de Inversión y de Prestación de Servicios; el acuerdo aprueba expresamente:

1. Celebrar un contrato de proyectos de inversión y de prestación de servicios por un plazo de 17 años;
2. La asignación presupuestaria correspondiente en los ejercicios presupuestarios subsecuentes durante los cuales continúe vigente el proyecto;
3. La suficiencia financiera a devengarse en cada anualidad para cubrir el pago de la contraprestación mensual que derive de la celebración del contrato;
4. Gestionar y contratar con la banca de desarrollo o instituciones crediticias del país que ofrezcan mejores condiciones, un crédito en cuenta corriente, irrevocable y contingente, o cualquier otro instrumento de garantía de liquidez que se llegare a requerir por el Estado, hasta por el monto equivalente al pago de tres mensualidades del monto de la contraprestación que se pacte en el contrato de proyectos, más aquellas cantidades que se requieran para el pago de comisiones por disposición y el Impuesto al Valor Agregado;
5. En garantía y/o como fuente pago de las cantidades dispuestas al amparo del crédito en cuenta corriente, o cualquier otro instrumento de garantía de liquidez que se llegare a requerir, afectar los ingresos de participaciones federales o los ingresos presentes y futuros derivados del Impuesto Sobre Nóminas, así como cualquier otro impuesto o derecho que lo sustituya y/o complemento de tiempo en tiempo;
6. Constituir uno o más fideicomisos de emisión, de garantía, de administración o de fuente de pago, o en su caso, utilizar alguno de los ya existentes, y;
7. Los pagos que realice la entidad ejecutora como contraprestación por los servicios que reciba serán registrados como gasto corriente, al amparo de la Ley PIPS.

III.- El Gobierno del Estado de Jalisco, a través del Órgano competente (el Promotor), ha solicitado al FONADIN recursos para apoyar el proyecto por la cantidad de 2,500'000,000.00 (DOS MIL QUINIENTOS MILLONES DE PESOS OO /100 M.N.) en número redondos, al amparo de la Reglas de Operación de dicho Fondo y conforme a los lineamientos del PROTRAM.

IV.- La Ley PIPS establece como requisitos para que un proyecto de inversión o de prestación de servicios públicos pueda desarrollarse bajo esta modalidad de Asociación Público Privada, entre otros, los siguientes:

1. Que el desarrollo del proyecto tenga por objeto crear infraestructura pública para el desarrollo o la prestación más eficiente, eficaz y efectiva de los servicios públicos;
2. Que los recursos materiales, financieros y tecnológicos que son aportados por la iniciativa privada, no deben ser inferiores al 60 % de la inversión total;
3. Que el balance de costo beneficio que arroje la evolución socioeconómica de proyectos sea positivo y que se acredite fehacientemente, conforme al estudio de factibilidad, la rentabilidad del proyecto y que el esquema de asociación pública-privada es la mejor opción para garantizar un servicio eficaz y eficiente;
4. Que el plazo de vigencia del contrato en que se formalice el proyecto sea de un mínimo de cinco años y un máximo de treinta y cinco años;
5. Que todo proyecto que se pretenda contratar bajo la modalidad de asociación público-privada, deberá ser sometido a aprobación del Congreso del Estado respecto a:
  - i. El techo financiero para su realización, así como del monto de los pagos a realizarse en cada ejercicio fiscal;
  - ii. La afectación patrimonial necesaria para hacer frente a los pagos a realizar al proveedor, con motivo del proyecto durante los ejercicios fiscales que abarque el contrato correspondiente, y;
  - iii. La clasificación de la naturaleza de las obligaciones que se deriven del contrato.
6. Que los pagos que realice la entidad como contraprestación por los servicios recibidos al amparo de un contrato se registren como gasto corriente.

V.- El Proyecto de Movilidad y Renovación Urbana planteado por el Gobierno del Estado de Jalisco, a través del Órgano competente (el Promotor) al FONDO, para lograr el otorgamiento de los Apoyos Recuperables, No Recuperables, Subvenciones, y Créditos Subordinados y/o Convertibles contemplados en las Reglas de Operación del FONADIM y los Lineamientos del PROTRAM, satisface plenamente los requisitos de elegibilidad de ambos ordenamientos, bajo los siguientes supuestos:

1. Promueve y fomenta la participación de los sectores público, privado y social en el desarrollo de infraestructura y sus servicios públicos.
2. Se trata de un Proyecto de Infraestructura con baja Rentabilidad Financiera, pero con alta Rentabilidad Social, cuyo propósito es maximizar la participación del capital privado.
3. Es un Proyecto de Infraestructura de Transporte Masivo, bajo la opción tecnológica de Sistemas de Autobuses o "Buses" Rápidos Troncales "BRTs" y Terminales o Centros de Transferencia Intermodal.

4. Así mismo, se trata de un Proyecto de Infraestructura para prestar el servicio de Transporte Masivo en los Corredores Troncales, el cual comprende: las obras de infraestructura de la vía con todas sus instalaciones y sistemas, como de telecomunicación, señalamiento, semaforización y control y electrificación; las terminales, estaciones de paso y de transferencia intermodal; las obras inducidas; la adquisición del equipo de transporte, los patios y talleres, el centro de control y sistema de recaudo para la operación y explotación del servicio público de Transporte Masivo.
5. Comprende las siguientes modalidades de un Proyecto de Infraestructura:
  - i. Obra pública relacionada con Proyectos de Infraestructura.
  - ii. Otorgamiento de concesiones, permisos y/o autorizaciones.
  - iii. Esquemas de asociaciones público privadas.
  - iv. Contratación de servicios.
6. La Obra Pública Complementaria relacionada al Proyecto de Infraestructura, comprende las obras o instalaciones en las intersecciones del corredor troncal de transporte masivo con la vialidad urbana, como pasos a desnivel, plumas y semaforización, además de construcción de aceras y cruces de peatones, ciclistas y obras de renovación urbana, entre otras.
7. Ahora bien, el esquema y estructura financiera con los apoyos solicitados planteada por el Gobierno del Estado contempla, mediante la implementación de un Proyecto de Inversión y Prestaciones de Servicios en términos de la Ley PIPS, el pago de una tarifa anual pagadera mes a mes al inversionista proveedor, a partir de la fecha de terminación y entrega de las obras que se estima en 18 meses, por lo que el pago de los servicios que se efectuará con recursos fiscales tendrá una vigencia aproximada de 15 años 6 meses. Los detalles de montos de los diversos conceptos de obra, composición del capital a invertir e importe estimado de las tarifas anuales, han sido presentados al FONDO para cumplimentar estos requisitos de elegibilidad.
8. En cuanto al Marco Jurídico que establece la viabilidad legal del proyecto y un marco normativo adecuado para su desarrollo, ha quedado sustentado en la forma y términos establecidos por la Ley PIPS y su Reglamento, cuyas disposiciones han sido cumplidas a cabalidad por el ente promotor del proyecto, según se corrobora en el cuerpo de este documento, esto por lo que hace a la normatividad local; en lo que toca a las Reglas de Operación del FONADIN y a los Lineamientos del Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo, también se acredita su cumplimiento en los términos de los argumentos y consideraciones vertidas.
9. Hablando de la Organización Institucional del Proyecto, se explica a detalle en los diversos análisis socioeconómicos y de costo beneficio elaborados al efecto y el estudio de factibilidad presentado en los términos de lo definido en las Reglas y Lineamientos emitidos por las Autoridades Federales; en las memorias de los documentos mencionados, se incluye la estrategia de instrumentación de las obras y operación, el esquema de incorporación de permisionarios o concesionarios actuales en la nueva empresa, así como las medidas de regulación y reestructuración administrativa del transporte masivo y su relación con los otros modos de transporte y las rutas alimentadoras de Transporte Colectivo.
10. Por último, se cuenta con la invaluable experiencia de haber desarrollado un primer corredor de circulación de unidades articuladas (BRTs), cuya construcción se desarrolló bajo el esquema de obra pública con recursos fiscales y su operación se concesionó, en lo relativo al material rodante y

todos sus servicios y el sistema de cobro o recaudo electrónico multimodal, en forma independiente, el cual opera exitosamente en la Ciudad de Guadalajara.

**v) Marco Institucional Transporte Público**

El andamiaje institucional del transporte público tiene las características suficientes para regular un proyecto como el BRT FASE II, este sistema regulatorio se compone por los siguientes entes reguladores:

**vi) Secretaría de Vialidad.**

La secretaría de vialidad es el órgano que regula la operación de los buses convencionales y dentro de sus facultades están las de sancionar irregularidades, otorgar permisos, reestructurar rutas, cancelar rutas.

**vii) Organismo Coordinador de la Operación Integral del Servicio de Transporte Público del Estado -OCOIT-**

Este órgano es el promotor del desarrollo y ejecutor de acciones en la operación, supervisión y control del servicio del transporte público. Adicionalmente, este organismo tiene la responsabilidad de promover acciones conjuntas entre los prestadores del servicio, la sociedad y el gobierno, a fin de que el desplazamiento de personas, por medio de la prestación del servicio de transporte público, contribuya a aumentar el nivel de calidad de vida de los usuarios. El OCOIT coadyuva en la definición de la tarifa, así como en la supervisión de la prestación de un transporte digno, eficiente y seguro.

**viii) Centro Estatal de Investigación de la Vialidad y el Transporte - CEIT.**

Este órgano técnico es el responsable de la investigación y el desarrollo en materia de transporte en la ZMG, el cual funge como laboratorio para la prueba de modelos orientados a eficientar el servicio de transporte. El rol de este instituto incluye la revisión de rutas, la generación de estudios de Origen y Destino, diagnóstico técnico de las unidades, así como también es el Secretario Técnico para los procesos de revisión de tarifa.

**ix) Comisión Tarifaria.**

Este organismo compuesto por sociedad civil, sector privado, sindicatos, transportistas y gobierno tiene la responsabilidad de fijar la tarifa para la totalidad de modos de transporte en la ZMG.

**x) Sistema de Tren Eléctrico Urbano -SITEUR-**

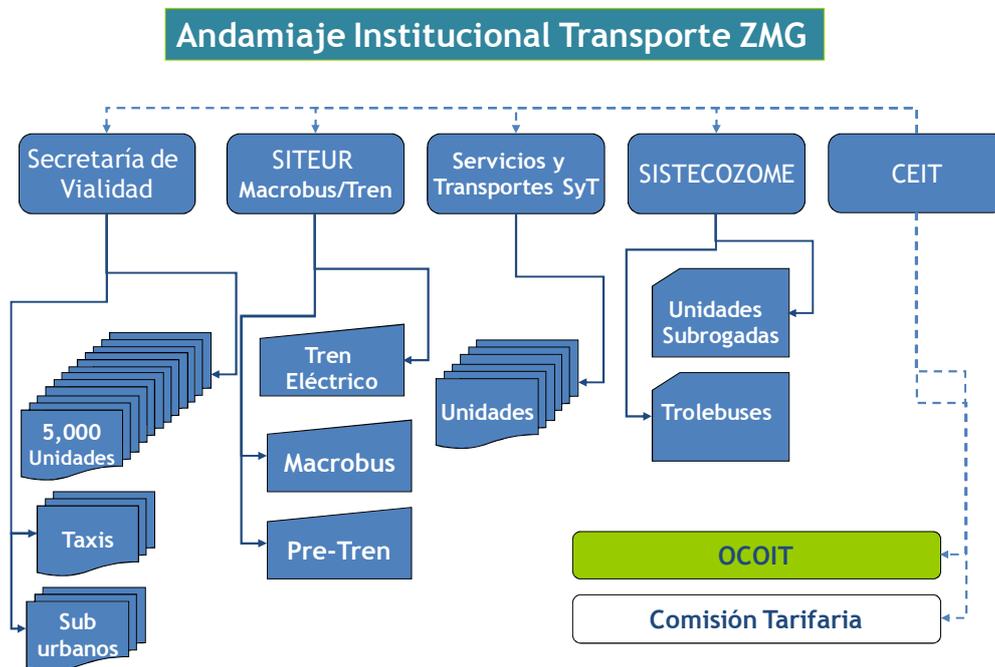
Este organismo público descentralizado es responsable de operar dos líneas de tren eléctrico; la primera que recorre el derrotero Norte-Sur con 19 estaciones y la segunda con derrotero Centro-Oriente con 10 estaciones. Este modo de transporte es responsable de movilizar al 10% de la demanda en ZMG.

**xi) Servicios y Transportes SyT.**

Esta empresa pública descentralizada cuenta con 42 rutas y transporta cerca de 350 mil viajes diarios.

**xii) Sistema de Transporte Colectivo de Zona Metropolitana de Guadalajara -SISTECOZOME-**

Esta empresa inicia en 1974 y administra 86 rutas; sin embargo, en los últimos años ha subrogado a particulares prácticamente la totalidad de éstas, contrario a SyT, la cual opera y administra la totalidad de rutas. El sistema opera en ZMG. Puerto Vallarta y Autlán de Navarro. Sin embargo, esta entidad es responsable de operar el sistema de Trolebuses eléctricos de la ZMG.



## **I) Avance en la obtención de los derechos de vía, manifestación de impacto ambiental**

### **i) Derechos de vía.**

Los derechos de vía por los cuales transitará el *Bus Rapid Transit*-BRT corresponden al dominio público del municipio, tanto en la parte de carriles confinados como en la parte de las estaciones *-ubicadas en camellones de las mismas vialidades-*, ya que la construcción se desarrollaría sobre la misma vialidad. El proyecto cuenta con un amplio apoyo de los municipios que integran la ZMG, por lo cual no se prevé dificultad alguna para la obtención de permisos municipales requeridos para el proceso de construcción.

En lo que se refiere a la construcción de patios y terminales, será necesaria la adquisición de predios; esta acción la llevará a cabo directamente el Gobierno del estado de Jalisco a través de algún organismo operador pendiente por asignar; sin embargo, se prevé un cumplimiento exitoso del proceso de adquisición. Los predios en cuestión son generalmente terrenos baldíos, por lo cual no será necesario implementar un proceso de reubicación de terceros afectados; por esta razón no se considera ningún conflicto social ni legal derivado de dichas acciones. Cabe señalar que ya se cuenta con la experiencia en este tipo de procesos de adquisiciones en el marco del proyecto de BRT de la FASE I *-Calzada Independencia-*.

### **ii) Factibilidad Legal para cancelación de permisos de transporte público.**

De acuerdo con el marco jurídico en materia de transporte público, el Gobierno de Jalisco, a través de la Secretaría de Vialidad, tiene la facultad de otorgar o bien cancelar permisos para operación de unidades de transporte colectivo; no obstante, estos permisos bajo el modelo *hombre-camión* adquieren un carácter patrimonial, por lo que una cancelación de este tipo de permisos de manera unilateral *-a pesar de ser legal-* puede ocasionar un conflicto social que podría obstruir la viabilidad del proyecto. Con base en la experiencia de la licitación del Corredor BRT Calzada *-FASE I-*, el proceso de cancelación de permisos de unidades que circulan en la misma carpeta en la cual se pretende desarrollar las siguientes troncales se realizará a través de aportación voluntaria a cambio de participar en la sociedad licitante del proceso de concesión. Los permisos que podrían ser canjeados para participar en el proyecto se limitarían únicamente a unidades cuya ruta circule en más de un 40% del total de la troncal del BRT. El modelo de BRT que se pretende implementar para la FASE II no considera el proceso de *"Chatarrización"*, es decir, la compra de unidades para sustituir por material rodante articulado, ya que generalmente las rutas son reubicadas y el parque vehicular es relativamente nuevo, ya que de acuerdo a la norma no pueden circular unidades con antigüedad mayor a 10 años.

### **iii) Manifestación de impacto ambiental.**

El gobierno del estado de Jalisco elaboró los estudios de impacto ambiental para ambos corredores *-FASE II-*, los que se concluyeron en el mes de julio para proceder a iniciar el trámite del Manifiesto de Impacto Ambiental *-MIA-* ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales *-SEMARNAT-*. Al tratarse de un espacio urbano *-no federal-*, el trámite de impacto ambiental se efectuará ante la Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable *-SEMADES-*, como resultado de los

*convenios de coordinación federal en materia ambiental.* La factibilidad para obtener dicha autorización no necesariamente puede resultar complicada, ya que el trazo de los carriles confinados del BRT fluye en área urbana y, por consecuencia, ya cuenta con impacto ambiental similar al que se pretende desarrollar; como antecedente, esta autorización ya se obtuvo para la FASE I -*Corredor Calzada*- cuyas características, tanto de impacto ambiental como procesos de construcción, son iguales a las condiciones registradas en la troncal del “proyecto” FASE II. El proceso de construcción y operación de ambas tróncas se planeó en apego a la normatividad ambiental vigente -*La lista de Normas Ambientales -NOM-* se detalla en el ANEXO VIII-.

## m) Costo Total del Proyecto.

Los costos resultantes de la realización del “proyecto” se identificaron y valoraron bajo la base de un escenario con proyecto para un horizonte de 30 años. El análisis de costos del “proyecto” incluye los siguientes tres conceptos: (i) Costos de inversión en infraestructura. (ii) Costos de Mantenimiento. (iii) Costos de inversión en buses articulados -a pesar que éstos se financian con recursos privados-.

### M1) Costos de Inversión en Infraestructura

#### (i) FASE II: Diagonal Zapopan-Tonalá-Central Camionera

El corredor registra una inversión total (Sin IVA) para la construcción y equipamiento -el costo del proyecto no contempla material rodante- equivalente a MxP 2,379 millones. Los kilómetros comprendidos en esta parte del proyecto son 38.5, por lo cual la inversión registra un coeficiente de MxP 61.8 millones por kilómetro -equivalentes a USD 4.7 millones por kilómetro-.

(ii) Estudios y Proyectos.- Este componente registra el 1.6% del total de la inversión con un monto de MxP 39 millones.

(iii) Adquisición de Bienes Inmuebles.- La FASE II contempla la adquisición de tres predios para las instalaciones de las terminales en los extremos de los derroteros de la troncal, (i) Terreno Tonalá (ii) Terreno Periférico Norte/Alcalde y (iii) el terreno para la ampliación del puente en Tonalá. Este concepto asciende a MxP 112 millones equivalente al 4.46% del total del proyecto.

(iv) Infraestructura Carril Confinado.- Este componente es el principal rubro de gasto del “proyecto” con el 24.7%. Este apartado incluye los 38.5 kilómetros de carriles confinados con 25 cms. de espesor y 3.5 metros de ancho por cada carril, lo cual representa un monto de MxP 635 millones, equivalente a MxP 16.5 millones por kilómetro unitario. Este componente incluye los requerimientos de infraestructura hidráulica y sanitaria, lo cual comprende el acondicionamiento de drenajes, líneas eléctricas y agua potable; ambos conceptos tienden al aumento de los costos por la complejidad del subsuelo de las zonas cercanas al primer cuadro de la ciudad.

(v) Estaciones.- La troncal incluye 50 estaciones a las que se les asigna un costo unitario promedio de MxP 7 millones; este precio es estimativo, ya que existen 6 tipos de estaciones de acuerdo al nivel de demanda de pasajeros, las cuales registran distintos costos; sin embargo, para fines del análisis presupuestal se consideró un precio promedio. Esta inversión es el 14.94% del costo con un total de MxP 350 millones.

(vi) Puentes.- La infraestructura requerida para la interacción con el peatón y otros modos de transporte consiste en la ampliación del puente Río Nilo, la construcción del túnel peatonal en la estación de transferencia en Federalismo y Ávila Camacho y el puente de la Nueva Central Camionera. Esta infraestructura requiere una inversión de MxP 195 millones y representa el 8.3% del total del componente de inversión.

(vii) Terminales. La FASE II incluye la construcción de 3 edificios para terminales de transferencia e instalación de oficinas. Estos inmuebles incluyen los patios destinados al resguardo e instalación de talleres, estaciones de combustible, lavado, entre otros. El

costo total de estos inmuebles asciende a MxP 325 millones, equivalentes al 13.88% del costo total de la troncal.

(viii) Cuarto de Control y Comunicación. Este apartado incluye el tendido de fibra óptica, la que podrá ser subrogada para uso adicional de algún particular o el mismo gobierno, así como equipo de comunicaciones y el cuarto de control; la FASE II registra un costo de MxP 60.4 millones, equivalente al 2.5%.

(ix) Semaforización. El costo total de equipos y redes complementarias tiene un costo de MxP 115 millones, equivalente al 4.9% del proyecto.

(x) Programa de Socialización. El costo de este componente asciende a MxP 42 millones e incluye todas aquellas actividades requeridas con la familiarización de los usuarios con la reorganización de las rutas afectadas, así como el uso del nuevo modo de transporte vinculado con el proyecto. Este componente incluye las acciones de seguridad que deben tomar tanto los usuarios como automovilistas en torno al BRT, así como también el programa de afectaciones en las zonas urbanas.

(xi) Rehabilitación e Imagen. Este concepto es fundamental para consolidar la alimentación natural del sistema *-compuesta por peatones y ciclistas-*, los cuales ascienden a cerca del 40% de flujo de pasajeros totales del sistema. Adicionalmente, al igual que otras ciudades con proyectos de BRT, este proceso sirvió para mejorar la imagen urbana y para impulsar otros esquemas de transportes sustentables como zonas peatonales y ciclovías; este factor se intensifica en la ZMG partiendo del hecho que el 36% del total de desplazamientos no son motorizados, equivalentes a más de 3 millones diarios. El componente de rehabilitación e imagen representa el 23% del total de la inversión requerida para la FASE II, de los cuales los procesos de canalización de servicios registran un costo de MxP 291 millones, mientras que la rehabilitación y construcción de banquetas y ciclovías tiene un costo adicional de MxP 269 millones.

OPERACION MACROBUS	FASE II	
Kilomentos	38.5	
ACCIONES	<b>DIAGONAL ZAPOPAN-TONALA-CENTRAL CAMIONERA</b>	
ESTUDIOS Y PROYECTOS	ANEXO 1 ESTUDIOS Y PROYECTOS	39,000,000
ADQUISICION DE TERRENOS, DERECHO DE VIA, PATIOS GUARDADO, TALLERES Y OFICINAS	TERRENO TONALA	30,000,000
	TERRENO CENTRAL CAMIONERA	80,000,000
	TERRENO TONALA	2,000,000
INFRAESTRUCTURA CARRIL CONFINADO ESTACIONES CAMELLON, PUENTES PEATONALES, PUENTES BRT, CARRIL ANEXO EN CARRETERA, CUBIERTAS EN ESTACIONES DE TRANSFERENCIA, EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS, TALLERES, PATIOS DE GUARDADO	ANEXO 2 CARRIL CONFINADO	635,250,000
	ESTACIONES (50)	350,000,000
	AMPLIACION PUENTE RIO NILO	10,000,000
	TUNEL PEATONAL FEDERALISMO Y A. CAMACHO	15,000,000
	PUENTE CENTRAL CAMIONERA	170,000,000
	4 EDIFICIOS Y PATIOS DE GUARDADO	310,000,000
	CUBIERTAS TRANSFERENCIAS	15,000,000
INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA SANITARIA	ACONDICIONAMIENTO DE DRENAJES,	115,500,000
	LINEAS ELECTRICAS, AGUA POTABLE.	
CUARTO DE CONTROL DEL SISTEMA	EQUIPOS Y REDES COMPLEMENTARIAS A CUARTO DE CONTROL	5,000,000
SOCIALIZACIÓN Y DIFUSIÓN	42,000,000	
<b>TOTAL</b>	<b>1,818,750,000</b>	
<b>COSTO POR KILOMETRO</b>	<b>47,240,260</b>	

REHABILITACION E IMAGEN	FASE II	
INFRAESTRUCTURA SUBTERRANEA	FIBRA OPTICA, DUCTOS, CANALIZACIONES, TRANSICIONES DE SERVICIOS	291,000,000
REHABILITACION Y RECUPERACION DE BANQUETAS Y CONSTRUCCION DE CICLOVIAS	REHABILITACION Y RECUPERACION DE BANQUETAS Y CONSTRUCCION DE CICLOVIAS	269,500,000
<b>TOTAL</b>	<b>560,500,000</b>	
<b>COSTO POR KILOMETRO</b>	<b>14,558,442</b>	

<b>TOTAL POR FASE</b>	<b>2,379,250,000</b>
<b>Costo por Kilometro</b>	<b>61,798,701</b>

(xii) Comparativo de Costos del “Proyecto”:

De acuerdo a la evidencia empírica internacional de proyectos similares de BRT, el monto del “proyecto” para la FASES II se encuentra dentro de la media de costo

promedio por kilómetro. Dentro de este contexto de observaciones internacionales se identifica qué tanto la complejidad del desarrollo de proyectos en centros urbanos de alta densidad generalmente incrementan los costos de desarrollo; esto como consecuencia de las obras inherentes tanto del subsuelo como de la infraestructura hidráulica, así como la creación de infraestructura para que las troncales convivan con otros modos de transporte. Por otra parte existen proyectos de BRT cuyas ciudades cuentan con altas densidades por lo que no requieren crear infraestructura de alimentación como vías peatonales o ciclovías o bien son urbes que ya cuentan con dicha infraestructura ya creada y no resulta necesaria añadirse al costo total del proyecto. Los proyectos en Asia registran menores costos de inversión, así como también las troncales con menor número de kilómetros.

Tabla 10. Costos de infraestructura para BRT

	Total Km	Coto Real de Infraestructura USD	Costo infraestructura USD/Km
BOSTON	11.3	\$ 601,160,000	\$ 53,200,000
NAGOYA	6.8	\$ 316,200,000	\$ 46,500,000
BRISBANE	16.5	\$ 549,540,000	\$ 33,300,000
PITTSBURGH (OESTE)	8.1	\$ 258,390,000	\$ 31,900,000
SIDNEY	30.0	\$ 717,000,000	\$ 23,900,000
SAO PAULO	129.5	\$ 2,849,000,000	\$ 22,000,000
MIAMI	21.9	\$ 459,900,000	\$ 21,000,000
LOS ANGELES	22.7	\$ 339,592,000	\$ 14,960,000
PITTSBURGH (ESTE)	14.7	\$ 183,750,000	\$ 12,500,000
CAEN	15.7	\$ 190,000,000	\$ 12,101,911
AMSTERDAN	30.0	\$ 330,000,000	\$ 11,000,000
NANTES	7.0	\$ 75,000,000	\$ 10,714,286
BNOHOVEN	12.0	\$ 120,000,000	\$ 10,000,000
ROUAN	26.0	\$ 215,800,000	\$ 8,300,000
OTTAWA	30.0	\$ 249,000,000	\$ 8,300,000
LYON	4.0	\$ 29,000,000	\$ 7,250,000
ADELAIDE	12.0	\$ 85,400,000	\$ 7,200,000
CURITIBA	64.5	\$ 387,000,000	\$ 6,000,000
<b>GUADALAJARA FASE II</b>	<b>38.7</b>	<b>\$ 184,615,385</b>	<b>\$ 4,770,423</b>
BOGOTA	84.0	\$ 445,200,000	\$ 5,300,000
QUITO (TROLE)	16.2	\$ 82,620,000	\$ 5,100,000
BEIJING	16.0	\$ 74,880,000	\$ 4,680,000
ORLANDO	4.8	\$ 22,080,000	\$ 4,600,000
PITTSBURGH (SUR)	6.9	\$ 26,910,000	\$ 3,900,000
CRAW LEY	24.0	\$ 48,000,000	\$ 2,000,000
PEREIRA	15.0	\$ 25,500,000	\$ 1,700,000
CD. DE MÉXICO	20.0	\$ 30,000,000	\$ 1,500,000
QUITO (CENTRAL NORTE)	12.8	\$ 17,920,000	\$ 1,400,000
GUAYAQUIL	15.5	\$ 21,700,000	\$ 1,400,000
GOIANA	35.0	\$ 45,500,000	\$ 1,300,000
PORTO ALEGRE	45.6	\$ 54,720,000	\$ 1,200,000
SEUL	86.0	\$ 103,200,000	\$ 1,200,000
LEON	26.0	\$ 26,000,000	\$ 1,000,000
JAKARTA	46.9	\$ 46,900,000	\$ 1,000,000
EUGENE	6.4	\$ 6,221,040	\$ 966,000
KUNMING	32.2	\$ 24,150,000	\$ 750,000
QUITO (ECOVIA)	9.4	\$ 5,499,000	\$ 585,000
HANGZHOU	27.2	\$ 12,240,000	\$ 450,000
TAIPEI	60.0	\$ 21,000,000	\$ 350,000

## M2) Costos de Mantenimiento.

El proceso de reforzamiento de carpeta para los carriles confinados del sistema BRT se realizará con concreto hidráulico, lo cual supone un costo mayor de inversión pero, a su vez, un menor costo por concepto de mantenimiento. Con base en los lineamientos de la evidencia empírica en el uso de este tipo de materiales, los costos de mantenimiento para el “proyecto” se establecen por el 0.5% anual sobre el costo total de inversión y 1% cada 10 años por concepto de mantenimiento mayor y sustitución parcial de carpeta dañada. El proceso de pavimento para vías peatonales y ciclovías se incluye dentro de los porcentajes antes descritos.

Para el caso de los costos operativos de estaciones y terminales se les asigna un porcentaje similar de 0.5% anual de mantenimiento y del 1% para reparaciones mayores cada 10 años. La fuente de pago para el financiamiento de estas erogaciones se pretende compensar con los ingresos provenientes por publicidad, siguiendo el modelo implementado y operando actualmente en la FASE I.

### (i) Costos en Material Rodante.

Los costos de material rodante para la FASE II se componen por 116 unidades articuladas con un costo de MxP 4.2 millones por unidad, lo cual resulta un monto total de inversión de MxP 487 millones. El costo de material rodante supone una reposición de las unidades cada 11 años, lo cual es equivalente a la vida útil de cada unidad, periodo en el cual alcanzan el millón de kilómetros en operación.

	<u>Unidades</u>	<u>Costo</u>	<u>Total</u>
<b>FASE II</b>			
Unidades Articuladas (18m)	116	4.2	487

\*millones de pesos

La tabla inferior indica los costos estimados para la adquisición de material rodante de unidades articuladas, únicas que transitan en la troncal, durante la vida del proyecto de 30 años. La estimación de renovación de flota se establece en función a la vida útil de este tipo de unidades, la cual se define en 11 años, así como un factor de crecimiento de la flota de 10% cada 5 años, esto último para responder a un crecimiento de la demanda de 2.85% anual. En la estimación de costos sociales solo se incluyen los costos de inversión derivados del material rodante que transita por los carriles confinados, es decir las unidades articuladas. Por lo tanto, para fines del análisis del costo social se excluyó el monto de las unidades alimentadoras.

Año	Buses
0 2010	
1 2011	487,200,000
2 2012	
3 2013	
4 2014	
5 2015	
6 2016	
7 2017	
8 2018	
9 2019	
10 2020	
11 2021	
12 2022	589,512,000
13 2023	
14 2024	
15 2025	
16 2026	
17 2027	
18 2028	
19 2029	
20 2030	
21 2031	
22 2032	
23 2033	713,309,520
24 2034	
25 2035	
26 2036	
27 2037	
28 2038	
29 2039	
<u>1,790,021,520</u>	

## n) Fuentes de Recursos

El costo total del proyecto para la FASE II asciende a MxP 3,400 millones; sin incluir el IVA correspondiente. El costo de la infraestructura asciende a MxP 2,380 millones de los cuales el 50% pretenden ser aportados mediante apoyos no recuperable del FONADIN (MxP 1,190 millones) y el restante 50% serán financiados a través de un contrato de Proyectos de Inversión y Prestación de Servicios -PIPS- (MxP 1,190).

Concepto	APP	Inversión MDP	%	% Total
<u>PPS</u>		<u>2,380</u>	<u>100</u>	<u>70</u>
<u>Infraestructura</u>				
Subvención FONADIN	Publico	1,190	50	35
Proveedor PIPS estatal	Privado	1,190	50	35
<u>Concesión Transporte</u>	Privado	<u>875</u>		26
<u>Concesión Recaudo</u>	Privado	<u>125</u>		4
<u>TOTAL</u>		<u>3,400</u>		<u>100</u>

A. Contrato de PPS estatal para Infraestructura MxP 1,190 millones.

- La estructura para financiamiento de la infraestructura propone con un 50% de Subvención del FONADIN y 50 % del Proveedor del PPS (20% de Capital de riesgo y 30% con crédito respecto al costo total).
- El Proveedor realizaría las Obras de Infraestructura del Corredor de 38.5 km (Carril, puentes, terminales, estaciones y obras inducidas) incluyendo la Renovación Urbana, así como los servicios de mantenimiento de las obras del carril exclusivo y estaciones, incluyendo el financiamiento y los riesgos inherentes.
- La fuente de pago sería las Rentas o Tarifas anuales crecientes del Gobierno de Jalisco al Proveedor del Contrato de PPS a 17 años.
- El PIPS se licitaría y se asignaría al Participante que proponga la menor renta.
- *BANOBRAS podría ofrecer una opción de crédito a los Proveedores del PPS.*

B. Concesión para el Servicio de Transporte MxP 875 millones

- El Gobierno del Estado de Jalisco -GEJ- asignará la Concesión por licitación para servicio del Corredor y sus rutas alimentadoras a la empresa con mayor número de permisionarios de las rutas que se sustituyen y solicite la menor remuneración de contraprestación de costo por kilometro operado.
- El Concesionario adquiriría los autobuses articulados para la troncal y los alimentadores, equipo de taller y oficina y 4 meses de capital de trabajo, y prestaría el servicio por 11 años o un millón de km.
- La remuneración al transportista sería por kilometro vehículo de servicio para la Troncal ( \$26 por Km en Fase I) y para los alimentadores a razón de 505 por Km recorrido y 50% por pasajero ( \$8.80 por km y \$2.00 por pasajero en Fase I).

- La fuente de pago será la tarifa del servicio de 5 pesos por viaje, que permite pagar la remuneración similar a la de la Fase I con un rendimiento TIR de al menos de 15% nominal pero no mayor del 25%.
  - El Modelo financiero debe ser sustentable con la tarifa, sobre la base de que no habrá subsidio de operación.
  - La concesión no requiere subsidios operativos gubernamentales y no pretende financiarse mediante transferencias de fondo no recuperable de FONADIN.
- C. Concesión para el Servicio de Recaudo MxP 125 millones
- EL GEJ asigna mediante licitación la concesión para el servicio de Recaudo a la empresa técnicamente calificada que solicite la menor comisión como porcentaje de los ingresos recaudados del pasaje (*En Fase I fue 5.6%*)
  - El Proveedor establecerá el sistema de hardware y software para cobrar con tarjeta inteligente sin contacto, el equipamiento de las estaciones de torniques y validadores, maquinas de venta y recarga, equipamiento en autobuses alimentadores, comunicaciones y el manejo, distribución y consignación del dinero recaudado.
  - La fuente de pago es la tarifa por el servicio de pasaje y no requiere Apoyo de FONADIN

La estructura de financiamiento se describe a continuación para la FASE II:

### Estructura de Financiamiento FASE II (Millones MxP)

#### Inversión Privada

	<u>Unidades</u>	<u>Costo</u>	<u>Total</u>	
Unidades Articuladas (18 metros)	116	4.2	487	
Unidades Alimentadoras (12 metros)	173	1.1	190	
Infraestructura de Recaudo			125	
Capital de Trabajo (4 meses)			138	
Infraestructura Taller y Oficinas			80	
<b>Total Inversión Privada</b>			<b>1,021</b>	<b>30.0%</b>

#### Inversión Pública

FONADIN Recurso no Recuperable			1,190	
Financiamiento / PPS			1,190	
<b>Total Inversión Pública</b>			<b>2,379</b>	<b>70.0%</b>

<b>Total Inversión FASE II</b>			<b>3,400</b>	<b>100%</b>
--------------------------------	--	--	--------------	-------------

Gobierno federal: En apego al Programa de Transporte Masivo (PROTRAM), el proyecto de BRT de la ZMG pretende acceder a recursos de apoyo no recuperable dentro del marco del *Fondo Nacional de Infraestructura* -FONADIN-. La intención es que dicho componente contribuya con el 50% del total del proyecto de inversión, equivalente a un monto de MxP 1,190 mil millones.

Participación privada: El sector privado tendrá un rol fundamental en el desarrollo del proyecto de BRT. En la parte de infraestructura, el gobierno pretende, a través de un proceso de licitación, firmar un contrato bajo el esquema de Proyecto de Prestación de Servicios, *PPS*. Bajo este contrato, la empresa privada ganadora de la licitación tendrá la responsabilidad de financiar, construir y brindar mantenimiento a la infraestructura de carriles confinados y estaciones de las FASES II y III del proyecto BRT. El modelo financiero basado en *PPS* pretende contar con un plazo de 17 años y representará el equivalente al 50% del costo total de proyecto de infraestructura, MxP 1,190 millones. El empleo de un esquema de *PPS*, además de permitir liberar presión de gasto del gobierno permitiendo maximizar un beneficio social en el corto plazo mediante el compromiso de flujos futuros, a su vez, esta medida permite alinear incentivos en cuanto a la calidad y al mantenimiento de las obras ejecutadas por el proveedor, ya que cualquier ineficiencia en estos rubros repercutiría en una reducción directa en la rentabilidad del contratista. El rubro de material rodante - *articulado y alimentador*- será realizado por el sector privado a través de un contrato de concesión de operación de la troncal por un plazo de 11 años o bien la acumulación de un millón de kilómetros por unidad articulada. La inversión privada incluye rubros como sistema de recaudo, capital de trabajo, instalaciones y equipo de taller, entre otros.

Gobierno estatal: La aportación directa del Gobierno de Jalisco equivale a MxP 1,190 millones, equivalentes al 50% del total de la infraestructura del proyecto, mediante un financiamiento para el desarrollo de la infraestructura, esto en caso que la opción antes mencionada del *PPS* no se considere la más apropiada en términos de factibilidad operativa y costos implícitos. Bajo el esquema de *PPS* o bien de financiamiento, en cualquier caso la participación estatal incluye el repago del contrato que se llegue a elegir y éste no excederá un plazo de 17 años.

Conviene señalar que la estructura financiera definitiva dependerá de los términos finales que acuerden el Gobierno federal y el Gobierno del estado de Jalisco respecto al monto y mecanismo de sus aportaciones, así como de los lineamientos y las condiciones que al efecto establezca el Fondo Nacional de Infraestructura - *FONADIN*-.

Estructura de costos de material rodante para análisis costo beneficio para un horizonte a 30 años.

El material rodante tendrá que renovarse durante la vida del proyecto para lo cual se presenta una tabla que contempla la integración de los costos futuros del proyecto a 30 años que incluye el costo de sustitución del material rodante.

## Estructura de Financiamiento FASE II (Millones MxP)

### Inversión Privada

	<u>Unidades</u>	<u>Costo</u>	<u>Total</u>
Unidades Articuladas (18 metros) en 2010	116	4.2	487
Unidades Articuladas (18 metros) en 2021	140	4.2	588
Unidades Articuladas (18 metros) en 2032	170	4.2	714
Unidades Alimentadoras (12 metros)	173	1.1	190
Infraestructura de Recaudo			125
Capital de Trabajo (4 meses)			138
Infraestructura Taller y Oficinas			80
<b>Total Inversión Privada</b>			<b>2,323 49.4%</b>

### Inversión Pública

FONADIN Recurso no Recuperable			1,190
Financiamiento / PPS			1,190
<b>Total Inversión Pública</b>			<b>2,379 50.6%</b>

<b>Total Inversión FASE II</b>			<b>4,702 100%</b>
--------------------------------	--	--	-------------------

El cuadro inferior detalla el calendario de ejecución de los diversos recursos aportados al proyecto por sus distintas fuentes, como gobierno federal, gobierno del estado y privados.

FASE II				2010		2011	
				1 er Semestre	2do Semestre	1er Semestre	2do Semestre
<u>Inversión Privada</u>							
	Unidades	Costo	Total				
	Unidades Articuladas (18 metros)	116	4.2	487			487
	Unidades Alimentadoras (12 metros)	173	1.1	190			190
	Infraestructura de Recaudo			125			125
	Capital de Trabajo (4 meses)			138			138
	Infraestructura Taller y Oficinas			80			80
<b>Total Inversión Privada</b>				<b>1,021</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>487</b>
<u>Inversión Publica</u>							
	FONADIN Recurso no Recuperable			1,189.50	475.80	416.33	237.90
	Financiamiento / PPS			1,189.50	475.80	416.33	237.90
<b>Total Inversión Publica</b>				<b>2,379</b>	<b>952</b>	<b>833</b>	<b>476</b>
<b>Total Inversión FASE II</b>				<b>3,400</b>	<b>952</b>	<b>833</b>	<b>963</b>

## o) Supuestos Técnicos del Proyecto.

### i) Reajuste de Rutas

El reordenamiento de rutas de transporte colectivo en las vialidades comprendidas en FASE II registra una significativa complejidad, ya que trastoca en centro neurálgico de una ciudad con un diseño de transporte resultante de un crecimiento inercial histórico con superposición de rutas y excesiva concentración en los primeros cuadros del centro de la ciudad. La implementación del “proyecto” afecta prácticamente a más del 90% de la totalidad de unidades que circula en la ZMG. La FASE II registra una afectación directa en 2,514 unidades, lo cual representa una intensa labor de ingeniería de transporte, proceso de socialización y negociación con el gremio transportista. La ventaja para las FASES II es que ya se cuenta con la experiencia exitosa de la FASE I -*Corredor Independencia*- la cual actualmente se encuentra ya en operación y el reordenamiento de rutas exigió un ejercicio igual de complejo. La reorganización de las rutas establece cuatro tipos de soluciones: (i) Rutas modificadas, lo cual implica un cambio de rutas en el corredor por otras rutas en áreas distintas de la ZMG. (ii) Conversión de rutas actuales por rutas alimentadoras de la troncal. (iii) Rutas complementarias, las cuales tendrían una convivencia de rutas con troncal en caso que el derrotero pise menos del 5% de la troncal; y (vi) Rutas substituidas por las troncales -*Buses articulados*-. A continuación se detalla un cuadro resumen sobre las modificaciones de rutas en ambos corredores: -*favor de*

referirse al Anexo II y Anexo III para ver detalle de rutas y unidades modificadas-.

## ii) Recorrido Promedio por Pasajero.

La estimación del recorrido promedio por pasajero para la FASE II asciende a 9.88 kilómetros. El recorrido promedio se estima con base en la división del total de pasajeros movilizados en cada corredor entre el total de kilómetros por los buses articulados -18 metros- de cada corredor.

FASE II	
Pasajeros Día Promedio Hábil	252,000
Pasajeros Anuales (315 días)	79,380,000
Kilómetro Recorridos Anuales	8,038,000
Kilómetros Promedio Recorrido	9.88

## iii) Estimación de la demanda potencial.

La zona metropolitana de Guadalajara está conformada por 8 municipios; su población en el año 2005 registró 4,099,701 habitantes (CONAPO). La tendencia de crecimiento anual promedio durante el periodo 2000-2005 registró 1.8% (INEGI).

Las proyecciones de CONAPO para el crecimiento de población en la ZMG, para el año 2030, ascienden a 5,435,352 habitantes y el desagregado por municipio para 2030 se detalla a continuación:

Guadalajara	1,216,292 hab.
Zapopan	1,680,215 hab.
Tlaquepaque	898,942 hab.
Tonalá	674,933 hab.
Tlajomulco	688,046 hab.
El Salto	239,374 hab.
Ixtlahuacán	27,423 hab.
Juanacatlán	10,224 hab.

El crecimiento promedio en el periodo 2005-2030 registra 32.5%, por lo que el crecimiento promedio anual de la zona metropolitana equivale al 1.3% anual. Si bien esta cifra constituye la base de cálculo para las proyecciones de demanda en la FASE II, el análisis supone que el factor de crecimiento registra un coeficiente mayor al

crecimiento inercial de la población como resultado de las siguientes premisas de expansión de mercado:

- Mayor demanda de servicios de BRT como consecuencia de revertir las tendencias históricas, dando prioridad al transporte público como alternativa atractiva al automóvil y al transporte público deficiente.
- Mayor movilización de pasajeros debido a la diversificación de actividades y redensificación con cambios de uso de suelo, especialmente en la zona de influencia del corredor, por ejemplo “Villa panamericana”.
- Mayor demanda con motivo de una mejor calidad de servicio con mayor velocidad con carril exclusivo.
- Mayor demanda por la integración tarifaria que permitirá ofrecer disminuciones de costos a los usuarios en trayectos de origen y destino de pasajeros.
- Incremento de la demanda por rutas alimentadoras hacia el corredor troncal de la periferia de la ciudad, cuyos AGEBS registran un mayor crecimiento al promedio en la ZMG.
- Mayor demanda por los nuevos desarrollos habitacionales, industriales comerciales y de servicios.
- Incremento de la demanda por la integración con otros corredores de transporte masivo, como BRT's, tranvías, tren ligero, metro, tren suburbano.
- Incremento de la demanda como consecuencia de una potencial saturación o aumento de la congestión de las vialidades del transporte motorizado privado y, por ende, disminución de velocidades cruceros -*Por ejemplo caso Distrito Federal, Sao Paolo, Bogotá, entre otros*-.
- Incremento de la demanda por la migración de transporte motorizado privado como consecuencia de significativos aumentos de los precios de los combustibles fósiles -*¿Cuál será el precio del barril del petróleo en 20 años?*-
- Mayor demanda por la consolidación de la ZMG como centro atractor de las zona Centro-Bajío y Pacífico-Norte e interior del estado de Jalisco como centro comercial, centro de logística, ferias, exposiciones y centro de servicios -*salud, universidades, esparcimiento, religioso, artesanales, entre otros*-. En 2008, Jalisco recibió 22 millones de turistas, de los cuales el 45% se concentró en la Zona Metropolitana de Guadalajara -*SETUR Jalisco*-.

#### iv) Crecimiento de la Demanda FASE II.

Para la FASE II, el crecimiento anual de la demanda se define por el factor base de 1.30% multiplicado por un factor de 219% -*sustentado en las premisas de crecimiento arriba descritas*- y, como resultado, la tasa anual de crecimiento para este corredor es **2.85%**. La FASE II inicia con 252,000 pasajeros diarios promedio hábiles -*315 días*

anuales- y finaliza en el año 30 del proyecto con 538,166 pasajeros diarios. Como referencia, el factor para los vehículos privados motorizados en la ZMG durante el periodo 2000-2005 registró 538% sobre la tasa base anual de crecimiento de 1.30% -*la tasa de crecimiento promedio anual de este modo registra 7%*-, por lo cual el factor de crecimiento de la troncal de la FASE II sólo equivale al 40% del crecimiento de este modo de transporte.

Crecimiento Demanda FASE II			
	Año	Pasajeros Diario Promedio	Pasajeros Anuales (315 días)
1	2010	0	0
2	2011	0	0
3	2012	252,000	79,380,000
4	2013	259,182	81,642,330
5	2014	266,569	83,969,136
6	2015	274,166	86,362,257
7	2016	281,980	88,823,581
8	2017	290,016	91,355,053
9	2018	298,281	93,958,672
10	2019	306,783	96,636,494
11	2020	315,526	99,390,634
12	2021	324,518	102,223,268
13	2022	333,767	105,136,631
14	2023	343,279	108,133,025
15	2024	353,063	111,214,816
16	2025	363,125	114,384,438
17	2026	373,474	117,644,395
18	2027	384,118	120,997,260
19	2028	395,066	124,445,682
20	2029	406,325	127,992,384
21	2030	417,905	131,640,167
22	2031	429,816	135,391,911
23	2032	442,065	139,250,581
24	2033	454,664	143,219,222
25	2034	467,622	147,300,970
26	2035	480,949	151,499,048
27	2036	494,656	155,816,771
28	2037	508,754	160,257,549
29	2038	523,254	164,824,889
30	2039	538,166	169,522,398

El análisis de demanda incluye una vinculación de la población potencial beneficiada por cada una de las municipalidades comprendidas en al ZMG, así como la interacción con la demanda de los modos que componen la red de corredores de Tren Ligero en sus dos líneas y como la FASE I de BRT.

## v) Análisis del Material Rodante FASE II.

El dimensionamiento de la flota de unidades articuladas y alimentadoras resulta fundamental para el éxito del proyecto, ya que una subestimación de la oferta conlleva a una pérdida de ingresos potenciales del corredor, así como una caída en el servicio y frecuencia, mientras que una sobreestimación de la oferta resulta en sobre inversión de capital, lo cual presiona en un aumento innecesario de la tarifa para permitir la amortización de las unidades ociosas. El dimensionamiento de la flota para movilizar 252,000 pasajeros promedio diarios de día hábil en la FASE II se detalla a continuación:

### **FASE II.**

- Número de unidades articuladas BRT requeridas: 116.
- Capacidad de BRT articulados: 160 pasajeros
- Número de unidades alimentadoras requeridas: 173.
- Capacidad de autobús alimentador: 80 pasajeros.
- Velocidad promedio de cruce articulado-BRT: 23 Km/h.
- Número de Horas de operación: 18:00 horas (de 5:00 a 23 Hrs.).

La inversión del material rodante, tanto de unidades articuladas como alimentadoras, no pretende ser financiada con recursos no recuperables del FONADIN, ya que al ser financiada en su totalidad de manera directa por el concesionario privado y recuperada la inversión mediante la tarifa del servicio se excluye como parte del componente del “proyecto”. El financiamiento y operación por parte de la iniciativa privada libera cualquier tipo de recurso fiscal *-federal, estatal o Fondo Nacional de Infraestructura -FONADIN-*. No obstante, este punto resulta fundamental para el éxito del proyecto, ya que una deficiente estimación de la relación demanda-oferta conlleva a una subutilización de la infraestructura planteada en el proyecto.

A continuación se detalla el modelo para la estimación de la flota con base en la demanda máxima para cada una de las troncales que integran el proyecto:

## FASE II: Unidades articuladas:

### Tamaño óptimo de flota

Con la demanda máxima de diseño, se establece el número máximo de unidades necesarias (capacidad de 120 pax/veh):

#### Opción I ) solo trayectoria 2A

Demanda max de diseño:	4,500 pax/hr/dir
Longitud (por sentido):	22 km
Unidades (BRT sin exprés V=24 kmh):	69 veh
Unidades (BRT con exprés V=27 kmh):	61 veh

#### Opción II ) solo trayectoria 2B

Demanda max de diseño:	4,500 pax/hr/dir
Longitud (por sentido):	20 km
Unidades (BRT sin exprés V=24 kmh):	61 veh
Unidades (BRT con exprés V=27 kmh):	55 veh

#### Opción III ) operación conjunta 2A y 2B

	2A	2B	
Demanda max de diseño:	3,000 pax/hr/dir	3,500 pax/hr/dir	
Longitud (por sentido):	22 km	20 km	
Unidades (BRT sin exprés V=24 kmh):	46 veh	48 veh	→ 94 veh
Unidades (BRT con exprés V=27 kmh):	41 veh	42 veh	→ 83 veh

### Tamaño óptimo de flota

Sin embargo, durante el transcurso del día se varía el número de unidades a emplear, conforme varía la demanda. De acuerdo a los polígonos de carga establecidos, el número de unidades a emplearse por período sería el siguiente:

#### Opción I) solo trayectoria 2A

Capacidad ofertada	horas de operación	# unidades (BRT sin exprés)	# unidades (BRT con exprés)	
4,500 pax/hr/dir	3	69 veh	61 veh	} KBR: 22,238 km/día
4,000 pax/hr/dir	5	61 veh	54 veh	
3,500 pax/hr/dir	6	54 veh	48 veh	
3,000 pax/hr/dir	2	46 veh	41 veh	

#### Opción II) solo trayectoria 2B

Capacidad ofertada	horas de operación	# unidades (BRT sin exprés)	# unidades (BRT con exprés)	
4,500 pax/hr/dir	3	61 veh	55 veh	} KBR: 19,799 km/día
4,000 pax/hr/dir	5	55 veh	48 veh	
3,500 pax/hr/dir	6	48 veh	42 veh	
3,000 pax/hr/dir	2	41 veh	36 veh	

### Tamaño óptimo de flota

Sin embargo, durante el transcurso del día se varía el número de unidades a emplear, conforme varía la demanda. De acuerdo a los polígonos de carga establecidos, el número de unidades a emplearse por período sería el siguiente:

Opción III) operación conjunta 2A y 2B

	Capacidad ofertada	horas de operación	# unidades (BRT sin exprés)	# unidades (BRT con exprés)	
<b>2A</b>	3,000 pax/hr/dir	3	69 veh	61 veh	} <b>KBR: 29,082 km/día</b>
	2,500 pax/hr/dir	5	61 veh	54 veh	
	2,000 pax/hr/dir	6	54 veh	48 veh	
<b>2B</b>	3,500 pax/hr/dir	3	61 veh	55 veh	
	3,000 pax/hr/dir	5	55 veh	48 veh	
	2,500 pax/hr/dir	6	48 veh	42 veh	
	2,000 pax/hr/dir	2	41 veh	36 veh	

vi) Estimación del Costo Operativo (Unidades 18m y 12 m).

La estimación del costo operativo permite conocer los costos del operador, tanto para estimar la rentabilidad del modelo de negocio del operador, como también un insumo relevante para la estimación de la tarifa social.

Consumos por Unidad Articulada			
<b>Flota</b>			
Vehicle use and upkeep tax (% vehicle value)		1.00%	
Seguro (k MXN / bus / yr)		2.50%	
Tenencia (k MXN / bus / yr)		0.50	
Reserva de Flota (% total de Flota)		5.00%	
<b>Combustible</b>			
Precio Combustible (MXN / litro)		7.730	
Consumo de Lubricantes (% Combustibles)		3%	
<b>Consumos</b>			
	<b>18 m bus</b>	<b>12 m bus</b>	<b>12 m bus rev</b>
Consumo Combustible (litros / km)	0.6726	0.4017	0.4017
Costo Combustibles (MXN / km)	5.1992	3.1051	3.1051
Costo Lubricantes (MXN / km)	0.1560	0.0932	0.0932
Costo Neumaticos (MXN / km)	0.7107	0.4303	0.4746
Partes y Refacciones (MXN / km)	2.6392	1.1680	1.5118
<b>Personal</b>			
<b>Personnel ratio to bus</b>	<b>Factor</b>	<b>Salario Base (MXN)</b>	
Conductor	2.14	7,500.00	7,500.00
Controlador	0.43	7,000.00	600.00
Mecanico	0.56	5,000.00	
Backoffice	0.65	7,000.00	
Gerentes	0.03	12,848.00	
Directores	0.02	50,000.00	

vii) Análisis Técnico para la Determinación de la Tarifa

**Tarifa Técnica.** La tarifa técnica se calcula con base a las siguientes dos premisas: (i) La sumatoria del total de costos de inversión del material rodante -Capex-, el total del costo de operación, la aportación para los gastos operativos del regulador del sistema, el costo del recaudo, los costos fiduciarios y todo lo anterior dividido entre el número de usuarios. La sumatoria de costos y equipos pretende ser autofinanciable a través de la tarifa, por lo cual un objetivo fundamental en la determinación de la tarifa lo constituye la sustentabilidad financiera del sistema, en el mediano y largo plazo. Para el caso del sistema BRT *Macrobús*, el total de gastos operativos serán financiados a través de la tarifa, sin que exista necesidad de que el gobierno estatal intervenga mediante un subsidio operativo. (ii) Si bien el total de costos operativos

serán cubiertos por la tarifa, la asignación específica de la estructura tarifaria debe atender a las necesidades sociales de la población atendida, por lo que la tarifa debe definirse acorde a la capacidad adquisitiva de la población beneficiada. Los objetivos del modelo tarifario se orientan a consolidar una sustentabilidad financiera operativa a largo plazo, así como una tarifa justa desde el punto de vista social. Generalmente, en los sistemas de transporte masivo, la tarifa está en función de la distancia recorrida: a mayor distancia, mayor costo; sin embargo, para el caso de la ZMG, esta lógica tarifaria resultaría socialmente perjudicial, ya que al contrario del modelo de transporte de países desarrollados, los usuarios con menor ingreso viven en la periferia de la ciudad. La estructura tarifaria se estimó a partir de las siguientes dos consideraciones: (i) El costo actual de la tarifa de transporte público vigente de MxP 5.00, tanto para la modalidad de transporte convencional como Tren Eléctrico -*este precio no incluye derecho a trasbordo-* y (ii) la tarifa técnica resultante en el proceso de planeación de las troncales.

Con base en esta situación socioeconómica de la demanda se determinó implementar una tarifa basada en el número de transbordos, la cual se define de la siguiente manera:

Primer viaje en articulado o alimentador exclusivamente	= MxP 5.00
Segundo viaje en articulado o alimentador	= MxP 1.00.
Costo de transbordo entre articulado y tren ligero	= MxP 2.50.
Tercer viaje en alimentador	= Sin Costo

Cabe señalar que la infraestructura requerida para la troncal será subsidiada, a razón de 50% por el gobierno estatal (Contrato PIPS) y el gobierno federal (Recursos no recuperables de FONADIN), por lo tanto la tarifa no servirá como mecanismo de repago de la infraestructura, lo cual es una práctica generalizada en la mayor parte de proyecto de transporte masivo en el mundo.

Para evaluar el impacto de la tarifa en la captación de la demanda se realizó un análisis de sensibilidad en el cual se estimó la demanda captada ante diferentes niveles de precios tarifa. Los resultados del análisis de sensibilidad arrojan una significativa elasticidad a la tarifa, ya que si bien un aumento en la tarifa mantiene en términos constantes el ingreso del sistema en su conjunto, este efecto a su vez reduce el número de pasajeros del sistema BRT, con lo cual no permite maximizar el beneficio social del proyecto.

Tabla 11. Análisis de sensibilidad de la tarifa

Tarifa												
Escenario - pesos	1 brt	2 brt	3 brt	4 brt	1 alim	1 alim+1brt	1 alim+2brt	1 alim+3brt	1 alim+4brt	2alim	2alim+1brt	2alim+2brt
A0-120-50: at-t5-is0-it5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
A0-140-60: at-t5-is0-it5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
A0-160-80: at-t5-is0-it5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
A1-120-50: at-t5-is0-it2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
A1-140-60: at-t5-is0-it2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
A1-160-80: at-t5-is0-it2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
A2-120-50: at-t5-is1/0-it2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.5	5.5	5.5	5.5	5.0	6.0
A2-140-60: at-t5-is1/0-it2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.5	5.5	5.5	5.5	5.0	6.0
A2-160-80: at-t5-is1/0-it2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.5	5.5	5.5	5.5	5.0	6.0
A3-120-50: at-t5-is1-it2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0	6.0
A3-140-60: at-t5-is1-it2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0	6.0
A3-160-80: at-t5-is1-it2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0	6.0
A4-120-50: at-t5-is2.5-it2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	7.5	7.5	7.5	5.0	7.5
A4-140-60: at-t5-is2.5-it2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	7.5	7.5	7.5	5.0	7.5
A4-160-80: at-t5-is2.5-it2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	7.5	7.5	7.5	5.0	7.5
A5-120-50: at-t5-is0.5-it2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.5	5.5	5.5	5.5	5.0	5.5
A5-140-60: at-t5-is0.5-it2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.5	5.5	5.5	5.5	5.0	5.5
A5-160-80: at-t5-is0.5-it2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.5	5.5	5.5	5.5	5.0	5.5

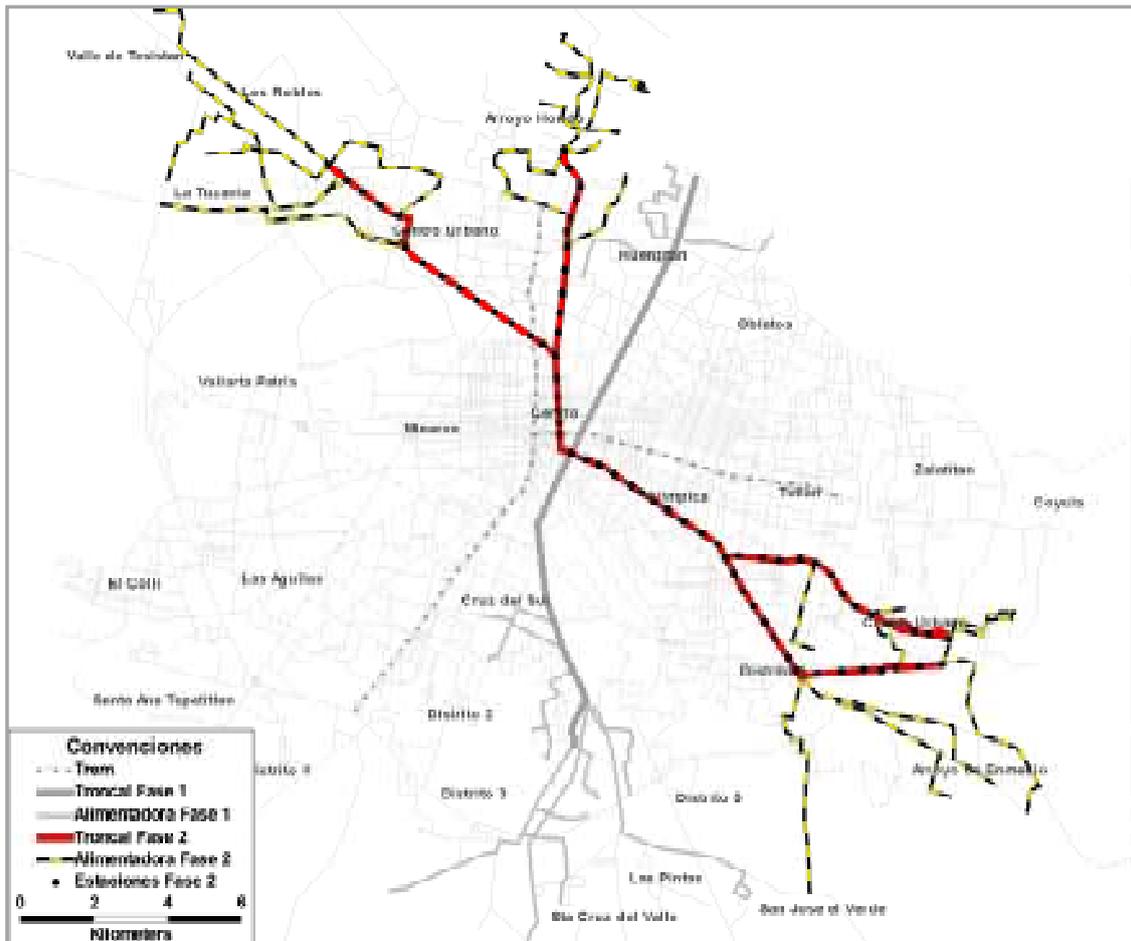
anda													
Escenario - pax (mil)	Total	1 brt	2 brt	3 brt	4 brt	1 alim	1 alim+1brt	1 alim+2brt	1 alim+3brt	1 alim+4brt	2alim	2alim+1brt	2alim+2brt
A0-120-50: at-t5-is0-it5	49,268	12,352	2,039	-	-	3,563	21,392	3,241	-	-	468	4,218	182
A0-140-60: at-t5-is0-it5	49,268	12,352	2,039	-	-	3,563	21,392	3,241	-	-	468	4,218	182
A0-160-80: at-t5-is0-it5	49,268	12,352	2,039	-	-	3,563	21,392	3,241	-	-	468	4,218	182
A1-120-50: at-t5-is0-it2.5	62,570	14,069	1,990	-	-	3,470	24,395	2,790	-	-	469	4,161	183
A1-140-60: at-t5-is0-it2.5	62,570	14,069	1,990	-	-	3,470	24,395	2,790	-	-	469	4,161	183
A1-160-80: at-t5-is0-it2.5	62,570	14,069	1,990	-	-	3,470	24,395	2,790	-	-	469	4,161	183
A2-120-50: at-t5-is1/0-it2.5	55,412	14,571	2,007	-	-	4,432	18,878	2,300	-	-	418	3,253	147
A2-140-60: at-t5-is1/0-it2.5	55,412	14,571	2,007	-	-	4,432	18,878	2,300	-	-	418	3,253	147
A2-160-80: at-t5-is1/0-it2.5	55,412	14,571	2,007	-	-	4,432	18,878	2,300	-	-	418	3,253	147
A3-120-50: at-t5-is1-it2.5	52,833	14,571	2,007	-	-	4,432	18,878	2,300	-	-	418	2,344	112
A3-140-60: at-t5-is1-it2.5	52,833	14,571	2,007	-	-	4,432	18,878	2,300	-	-	418	2,344	112
A3-160-80: at-t5-is1-it2.5	52,833	14,571	2,007	-	-	4,432	18,878	2,300	-	-	418	2,344	112
A4-120-50: at-t5-is2.5-it2.5	45,396	16,324	2,052	-	-	6,119	11,890	1,546	-	-	214	401	45
A4-140-60: at-t5-is2.5-it2.5	45,396	16,324	2,052	-	-	6,119	11,890	1,546	-	-	214	401	45
A4-160-80: at-t5-is2.5-it2.5	45,396	16,324	2,052	-	-	6,119	11,890	1,546	-	-	214	401	45
A5-120-50: at-t5-is0.5-it2.5	55,494	14,214	1,997	-	-	3,747	21,629	2,421	-	-	430	2,878	114
A5-140-60: at-t5-is0.5-it2.5	55,494	14,214	1,997	-	-	3,747	21,629	2,421	-	-	430	2,878	114
A5-160-80: at-t5-is0.5-it2.5	55,494	14,214	1,997	-	-	3,747	21,629	2,421	-	-	430	2,878	114

Fuente: CEIT.

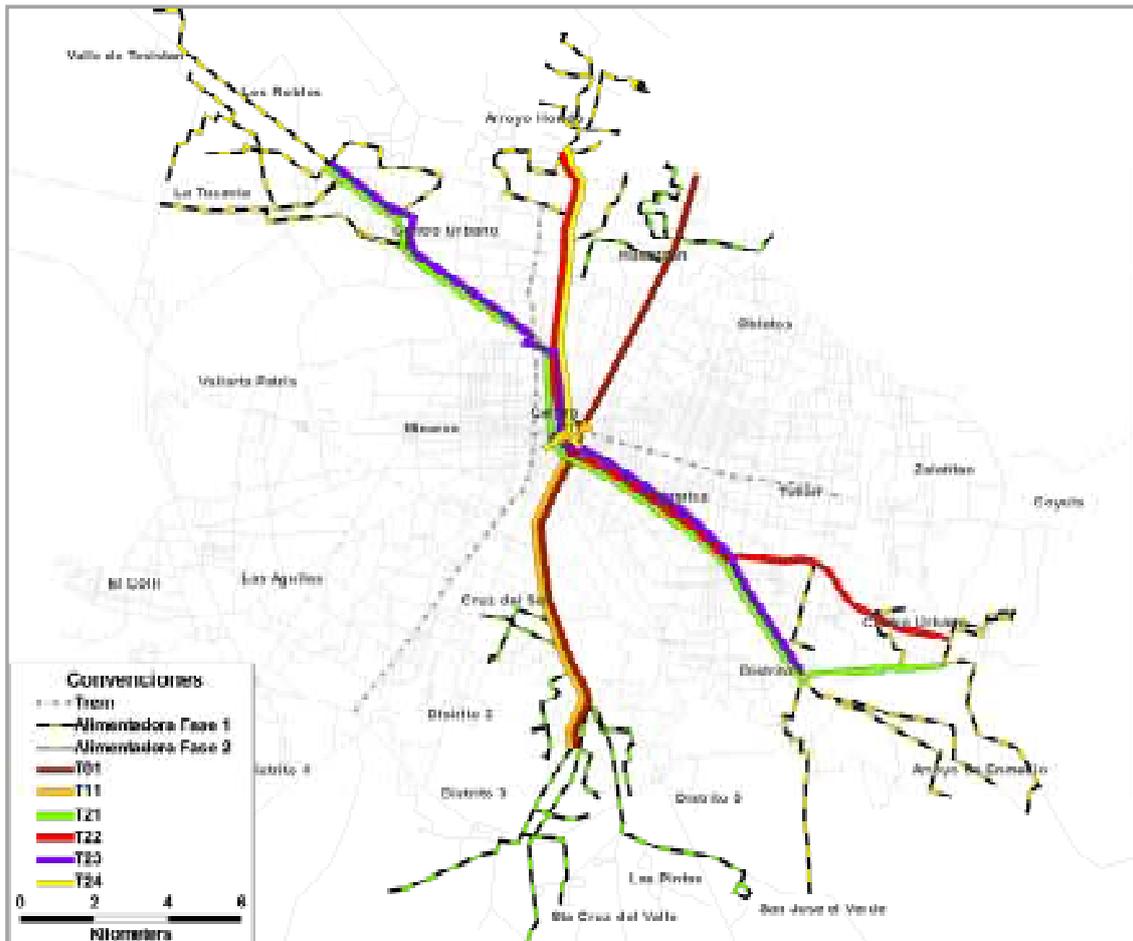
**Tarifa social.** La tarifa social corresponde al costo de transporte que el regulador emite y, por ende, los usuarios pagan por el servicio. El estado óptimo consiste en que la tarifa técnica y la tarifa social tengan el mismo valor; sin embargo, esto no es necesariamente posible, ya que el aforo de usuarios al sistema puede tener variaciones diarias, por lo que un aumento del aforo sobre el nivel estimado elevaría la tarifa técnica sobre la tarifa social, mientras que una baja en el aforo resultaría en un efecto contrario. Para contrarrestar estos efectos, el sistema cuenta con un *Fondo de Reserva*, el cual concentrará las diferencias positivas entre ambas tarifas, de manera que este fondo pueda llegar a compensar efectos financieros ante la posibilidad de una caída de la demanda o bien en el incremento marginal de costos operativos sin que necesariamente se requiera un ajuste a la tarifa social. El sistema de medios de pago electrónico permite que la tarifa social pueda incluso ajustarse a la tarifa técnica en fracciones de moneda, evitando que los aumentos tengan que alcanzar un múltiplo de moneda, como sucede bajo el modelo sin proyecto.



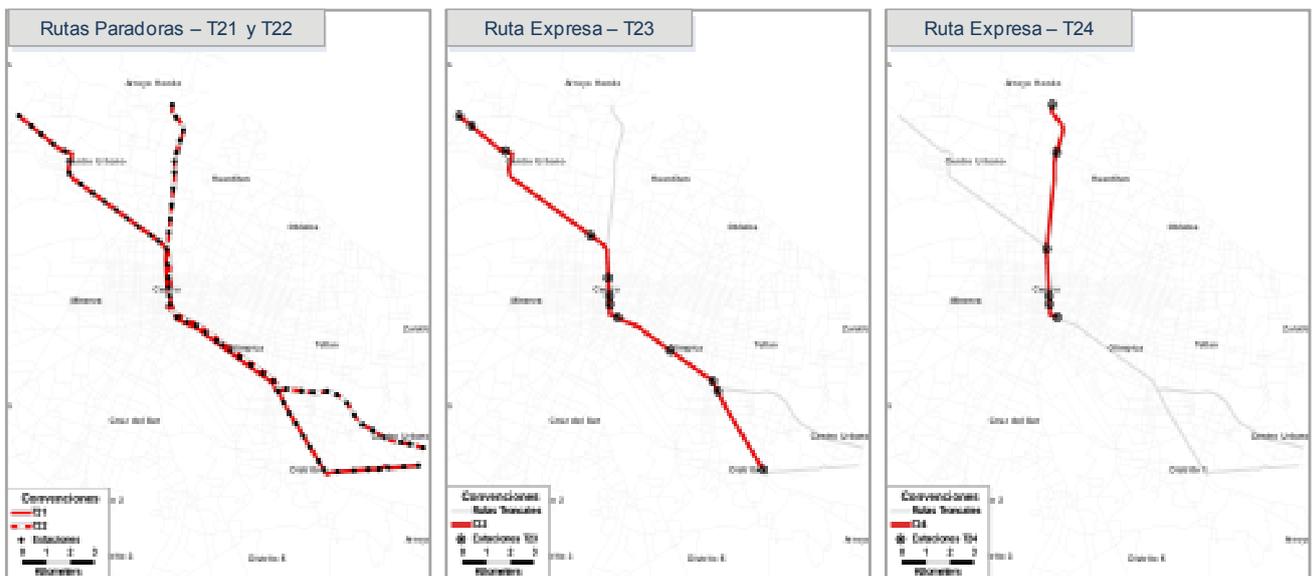
El diseño técnico de vinculación de la demanda, generada mediante los polígonos de carga y los aforos visuales, con el levantamiento de la información de campo contribuyeron a crear el esquema conceptual de FASE II, el cual incluye 50 estaciones para la troncal del sistema Macrobus



El sistema Macrobus en su FASE II incluye un esquema conceptual con 4 rutas troncales, mismas que se crearon en función al patrón de recorrido de la demanda.

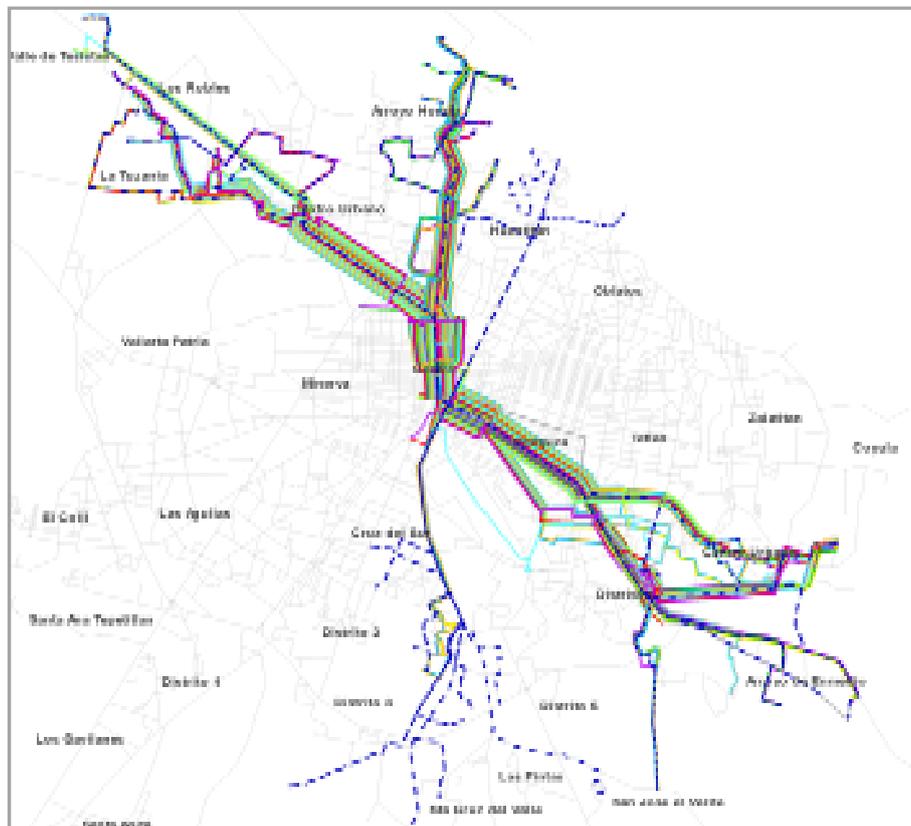
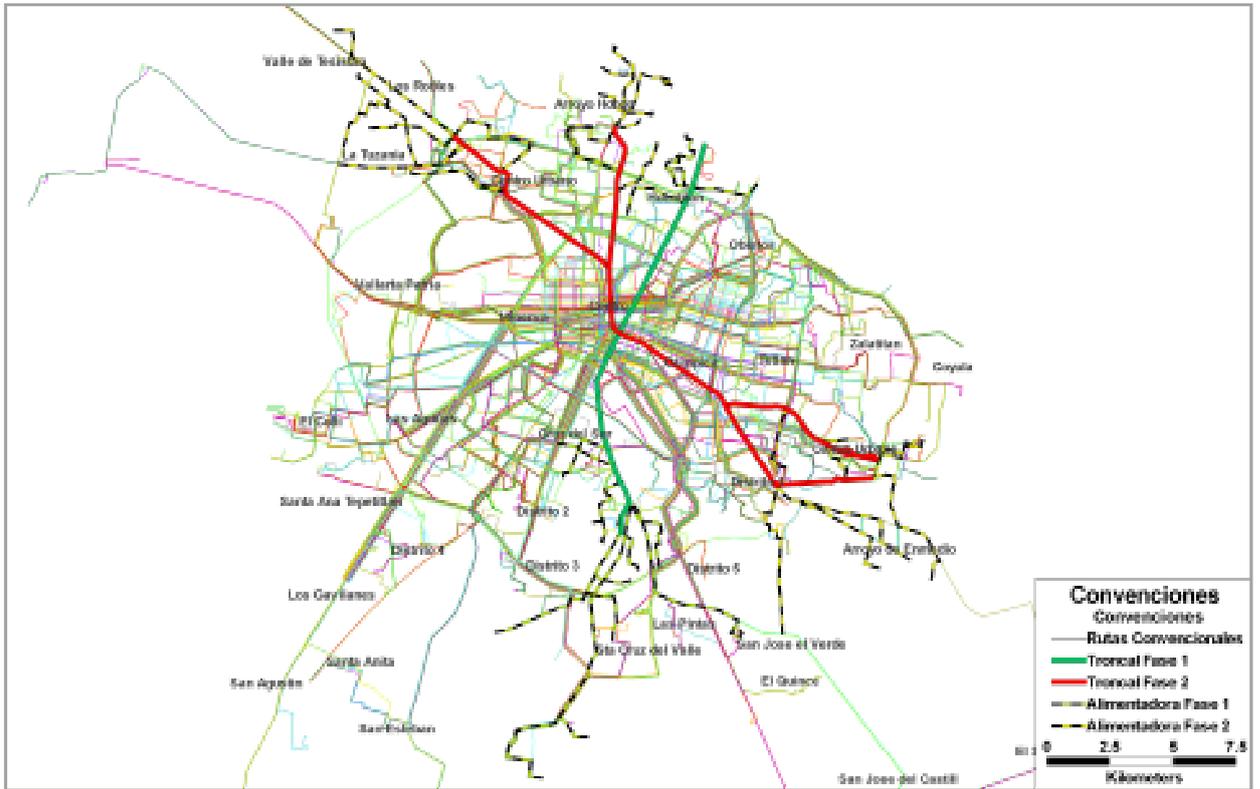


De las 4 rutas diseñadas en la FASE II, 2 rutas serían paradoras es decir que realizarían descensos y ascensos en todas la estaciones del derrotero, mientras que las restantes 2 rutas se diseñaron como expreso, por lo cual los ascensos y descensos se realizaría en distancias más largas. La combinación del carril de rebase diseñado en cada una de las estaciones, así como una sincronización con los semáforos contribuye a que el servicio exprés puede alcanzar velocidades superiores a los 28 km/h. Las rutas de servicio exprés se ubican una en el corredor Av. Manuel Camacho - Av. Revolución y la otra en el corredor Avenida Alcalde.



El diseño operación de la FASE II incluye la estimación de la rutas alimentadoras, las cuales serán responsables de generar al menos el 40% del total de la demanda de la troncal FASE II. El sistema se conformada por 21 rutas alimentadoras, definidas mediante un análisis de cobertura de las rutas existentes y que serán afectadas por la Fase II, mismas que serán sustituidas tal como sucedió en la misma situación en la troncal FASE I. En el mapa inferior se identifican el diseño de las rutas alimentadoras, tanto en la parte norte como sur de la troncal FASE II.





En el cuadro inferior se muestran los resultados detallados para las rutas alimentadoras planteadas para FASE II del sistema Macrobus, la cual incluye datos de diseño operacional como: el número de embarques, frecuencia, volumen de pasajeros, kilómetros recorridos e indicadores de IPK .

Ruta	Longitud (km)	Tiempo de ciclo (min)	Frecuencia (veh/h)	Embarques	Max Pas Vol	Flota	Km Recorridos	IPK
F240	14	45	6	677	356	6	84	8.0
F241	11	41	6	632	335	6	68	9.3
F242	14	51	8	898	483	10	112	8.0
F243	12	36	12	1,759	694	10	140	12.6
F244	15	52	22	2,919	1,320	23	328	8.9
F245	11	46	12	1,561	722	12	133	11.7
F246	6	15	7	717	377	4	43	16.5
F247	9	44	7	670	374	6	60	11.2
F248	5	15	4	290	209	2	18	16.0
F249	8	23	11	731	617	6	83	8.8

Ruta	Longitud (km)	Tiempo de ciclo (min)	Frecuencia (veh/h)	Embarques	Max Pas Vol	Flota	Km Recorridos	IPK
F250	8	25	14	1,004	802	8	113	8.9
F251	9	33	24	1,754	1,470	18	219	8.0
F252	6	18	4	86	82	2	23	3.7
F253	8	28	6	549	345	4	46	11.9
F254	8	27	4	223	146	4	32	6.9
F255	6	35	4	371	154	4	23	15.9
F256	7	41	5	812	264	4	34	24.1
F257	13	44	9	834	519	8	119	7.0
F258	14	43	9	909	515	8	126	7.2
F259	13	46	11	1,280	665	12	143	9.0
F260	15	41	19	2,342	1,140	16	276	8.5
<b>Total</b>	<b>210</b>	<b>747</b>	<b>204</b>	<b>21,018</b>	<b>11,589</b>	<b>173</b>	<b>2,226</b>	<b>9.4</b>

Flota con reserva

182

El cuadro inferior registra los resultados de la modelación para las cuatro rutas de unidades articuladas que operaran en la FASE II. Para las dos líneas de servicio exprés los requerimientos de frecuencia resultan iguales a 3 minutos, mientras que la frecuencia para los servicios de paradores registra intervalos superiores a 5 minutos.

Ruta	Longitud (km)	Tiempo de ciclo (min)	Frecuencia (veh/h)	Embarques	Max Pas Vol	Flota	Km Recorridos	IPK
T21	48	138	14	9,905	1,916	34	679	14.6
T22	42	118	12	8,985	1,674	26	499	18.0
T23	40	101	20	9,383	2,809	38	804	11.7
T24	17	44	20	4,114	2,731	18	348	11.8
<b>Total</b>	<b>148</b>	<b>400</b>	<b>66</b>	<b>32,387</b>	<b>9,130</b>	<b>116</b>	<b>2,331</b>	<b>13.9</b>
				Flota con reserva		122		

Análisis de Aforos Direccionales.

La troncal FASE II cuenta con un análisis detallado de aforos direccionales, los cuales registran los aforos en los periodos pico y la interacción con las 56 intersecciones semaforizadas de la troncal.

**Aforos direccionales**

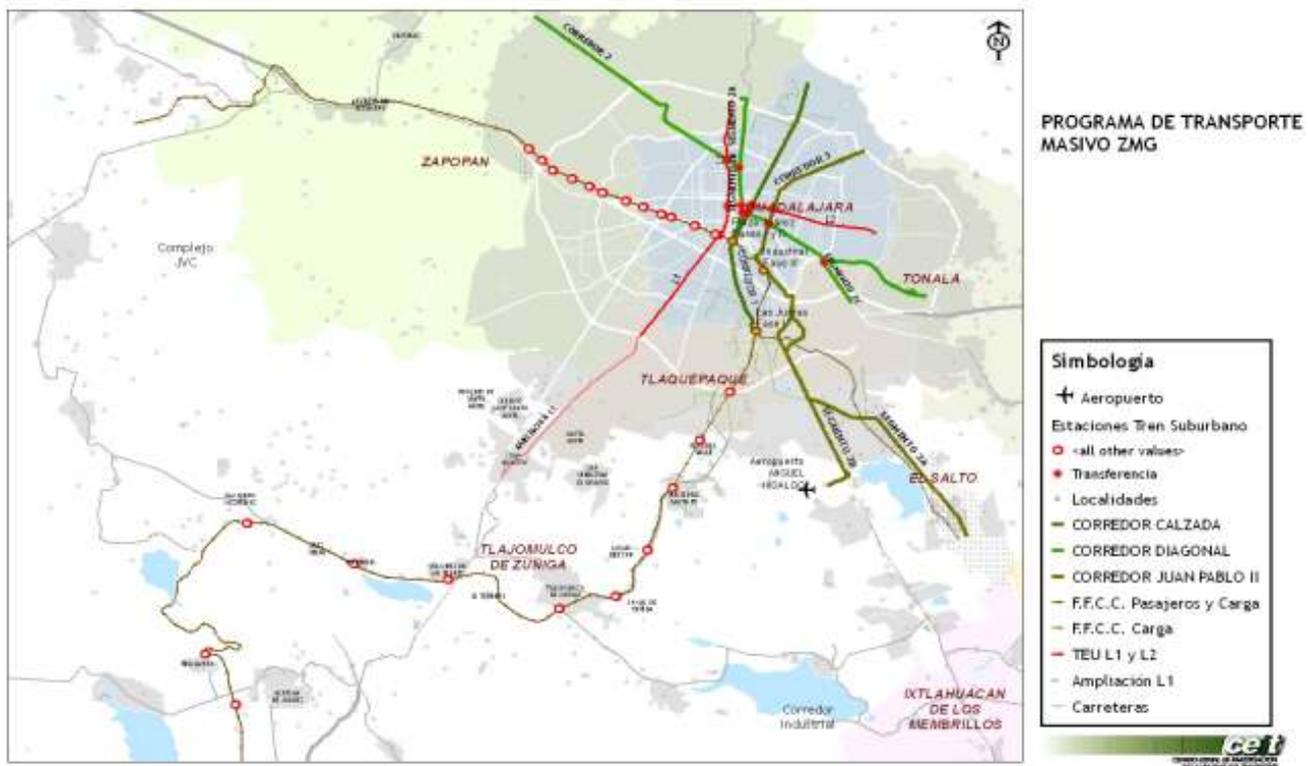
- Aforos de periodos pico (2 hrs)
- 56 intersecciones semaforizadas



**p) Infraestructura Existente y Proyectos en Desarrollo que Podrían verse Afectados por la Realización del Proyecto.**

Uno de los objetivos primordiales del modelo de transportación masivo de *MacroBús BRT* es la interconexión e integración con los diversos sistemas de transporte multimodal vigentes en la ZMG, por ejemplo, tren eléctrico, trolebuses, autobuses urbanos, así como también con modalidades aún no vigentes pero consideradas dentro de proyectos de movilidad urbana de mediano plazo, como el sistema de tranvías y trenes suburbanos. En el futuro, un sistema integrado de corredores de BRT permitirá a la ZMG conformar los ejes radiales y transversales del transporte metropolitano masivo de pasajeros, de manera que éstos permitan facilitar los desplazamientos desde los puntos densamente poblados de los extremos de la zona urbana hacia el centro de la ciudad, desde los cuales será posible alcanzar todos los puntos de destino mediante la utilización de los demás medios de transporte público, incluyendo la red de autobuses urbanos.

**Figura.13. Programa de transporte masivo ZMG de largo plazo**



**Fuente: CEIT.**

La conectividad con la infraestructura de transporte vigente está prevista en tres ámbitos:

(i) Sistema Tren Ligero: Los Corredores Diagonal, cuentan cada uno con puntos de conexión con las líneas I y II del Tren Ligero. Estas conexiones del BRT con el Tren Ligero permiten complementar el proyecto, al ligar al BRT con los sistemas individuales de transporte masivo más importantes que operarán en la ZMG, el cual transporta el 8% de la demanda diaria, equivalente a 200 mil pasajeros diarios. El Tren Ligero pretende ser utilizado como alimentador del BRT y su contribución se aproxima al 7% del total de la demanda del sistema BRT. Las dos troncales de BRT tendrán el mismo sistema de pago que el Tren Ligero e incluso la tarifa de ambos estará integrada para reducir los costos de transferencia entre ambos sistemas, de manera que un usuario que transborda del BRT al Tren ligero, o viceversa, pagará sólo la mitad de la tarifa.

(ii) Sistema de alimentadores exclusivos: Un factor fundamental para el éxito del proyecto BRT lo comprenden los alimentadores exclusivos, ya que por la baja densidad poblacional de la ZMG y por ende un bajo IPK, estos alimentadores serán responsables de aproximadamente el 50% del aforo total de pasajeros que utilicen las troncales del sistema BRT. Para este proceso se considera la reestructuración de rutas de alimentadores para consolidar un sistema integrado de alimentación. Para la FASE I se consideraron 105 autobuses alimentadores exclusivos; para la FASE II se registran 173 autobuses alimentadores. La interacción entre los sistemas de alimentadores exclusivos y los articulados no sólo se da por la intersección de puntos, sino también porque ambos sistemas comparten el mismo mecanismo de pago, así como tarifa compartida.

(iii) Sistema de transporte colectivo convencional. La compleja red de transporte colectivo, la cual es responsable de transportar el 36% de la movilidad urbana, equivalente a 4 millones de pasajeros diarios, también desempeña un rol fundamental en el éxito del proyecto BRT. Prácticamente, los tres corredores del BRT tienen su intersección en el centro neurálgico de la ZMG, por lo cual la interrelación con las 5,000 unidades de transporte público resulta básica para un beneficio mutuo. En una primera etapa, el transporte colectivo convencional y el BRT no compartirán el mismo mecanismo de pago, pero en el mediano plazo se considera una integración que facilite aún más la coexistencia e interdependencia de ambos sistemas. La articulación del sistema de transporte público convencional con el sistema BRT se basa en un rediseño y la consiguiente optimización de las rutas actuales que prestan el servicio en el área de influencia del proyecto.

## IV Situación con Proyecto

### i) Beneficios Monetizados

Para determinar la conveniencia del “proyecto” en términos de rentabilidad social se procedió a realizar la evaluación en términos socioeconómicos para las FASES II, en la cual se consideró un horizonte de 30 años y fueron incluidos los siguientes conceptos de beneficios sociales:

- Ahorros en costos de operación vehicular por sustitución de unidades convencionales por autobuses articulados *-sin considerar depreciación ni costo financiero-*.
- Ahorros por reducción en tiempo de traslado de usuarios.
- Ahorros por valor de rescate de la inversión.
- Ahorros negativos por las externalidades generadas durante el periodo de construcción.

### ii) Ahorros en costos de operación vehicular por sustitución de unidades convencionales por autobuses articulados.

Para la estimación de los ahorros operativos se realizó un comparativo entre los costos operativos por kilómetro del número de unidades convencionales que serán retiradas en la troncal FASE II contra el número de buses articulados *-18 metros-* que se implementarán para cubrir la demanda. Para evitar inexactitudes en la cuantificación se excluyeron del análisis las unidades convencionales que serán convertidas en alimentadores; así mismo se estimó un 35% de unidades que pretenden ser equivalentes a las unidades cuyo derrotero es inferior al 40% del piso de la troncal.

Para la FASE II se sustituyen 234 unidades convencionales que pretenden ser reemplazadas por 116 buses articulados. El costo operativo promedio por kilómetro para las unidades convencionales de la FASE II bajo el escenario “sin proyecto optimizado” es MxP 14.58 *-sin incluir depreciación, ni costo financiero-*. El costo operativo para las unidades articuladas, bajo el escenario con “proyecto”, asciende a MxP 17.10.

Para la cuantificación de ahorros por costos de operación se compararon los costos de ambos modelos de transporte *-convencional versus articulado-* en términos de la variable vehículos-kilómetros diarios (volumen de vehículos por la longitud del tramo recorrido); esto para ambos escenarios, con y sin proyecto optimizado. El resultado arrojado por el modelo, el cual se expresa en términos anuales, consideró el promedio de los días de operación de las unidades *-equivalente a 315 días promedio hábil-*, el cual se multiplicó por los costos unitarios de operación (\$/km) para cada tipo de vehículo, lo que, al comparar ambos resultados, permitió generar una estimación del beneficio por ahorro en costos de operación. Este cálculo se realiza en un horizonte del proyecto de 30 años para ambos tipos de vehículo. Para fines de la proyección de costos se determinaron valores constantes, es decir, sin impacto

inflacionario. El análisis del “escenario con proyecto” consideró un incremento en la oferta de unidades equivalente al 10% del inventario de material rodante cada 5 años; este análisis es compatible con el crecimiento proyectado anual en la demanda de 2.85% para la FASE II. Sin embargo, para el escenario sin proyecto optimizado, el crecimiento de la flota es de solo 1.5% cada cinco años -equivalente a 0.3% anual-, por lo tanto el crecimiento total de la oferta durante la proyección del proyecto a 30 años registra solo 7.6%, lo cual es compatible con el crecimiento inercial de la población de la ZMG, de solo 1.3% anual, así como también con la problemática de sobre oferta de transporte público convencional registrada en el escenario de la situación actual. Además este crecimiento marginal del escenario optimizado es consistente con la problemática de sobre oferta e ineficiencia que motivo la realización del proyecto. El menor crecimiento de la flota en el escenario sin proyecto optimizado se debe a los siguientes dos factores: (i) El problema de la movilidad en el escenario actual es una sobre oferta de unidades, y (ii) Los incentivos de la demanda de movilizarse mediante el sistema convencional son menores por lo que se estima un crecimiento anual de solo 1.4% y no de 2.85% como se espera en el escenario con proyecto. Finalmente, el escenario de buses articulados considera 18 horas diarias de operación, mientras que el modelo de buses convencionales solo 16.5 horas diarias, ya que la evidencia indica que este último no tiene la capacidad de operar esta cantidad de horas.

Los beneficios alcanzados por la implementación del proyecto se deben principalmente a: (i) Una mayor eficiencia en la sustitución del modelo de transporte de hombre-camión al modelo de empresa, el cual permite reducir gastos operativos mediante economías de escala. (ii) Mayor rendimiento del conjunto de vehículos articulados que del conjunto de modelos convencionales. (iii) El proyecto plantea un énfasis en acciones e inversiones en mantenimiento preventivo. (iv) Mayor velocidad crucero del BRT (23 km/h) versus el modelo convencional (14 Km/h), esto derivado de los carriles confinados y un número menor de paradas ubicadas cada 400 metros, en comparación con cada 100 metros o menos, empleadas en el modelo sin proyecto. (v) Mayor eficiencia de transporte del modelo BRT, que requiere menor número de unidades que las requeridas por el sistema convencional para transportar al mismo número de usuarios durante el mismo periodo. El BRT prevé un índice de pasajeros transportados superior a 8 -IPK, mientras que el IPK promedio del transporte urbano convencional resulta inferior a 3. Finalmente, (vi) el modelo de BRT permite racionalizar la oferta de unidades en horas valle, lo cual permite reducir significativamente los costos operativos; por su parte, el esquema de *hombre-camión* difícilmente puede adecuar su oferta a las fluctuaciones diarias de la demanda. La tabla inferior muestra la información consolidada de los resultados de la FASE II

Tabla 12. Premisas FASE II

<b>FASE II</b>	
<b>Buses Convencionales</b>	
Buses Directamente Sustituidos por BRT	234 Unidades
Buses Reubicados de la Troncal	35% 81.9
Buses Convencionales Totales en Troncal	316
Horas Diarias Convencional (5:00am - 23:00pm)	16.5 Horas
Velocidad promedio Convencional Optimizada	14.20 Km/h
Velocidad promedio Convencional <i>Sin Proyecto</i>	12.70 Km/h
Costo por Km Convencional - <i>Sin Proyecto</i> -	16.04 \$/Km
Costo por Km Convencional - <i>Sin Proyecto Optim</i>	14.58 \$/Km
Días Promedio Anual Hábil	315 Días
Kilómetros Anuales	23,314,842 Km
Costo Anual	374,025,681.24 \$
<b>Buses Articulados (18 metros)</b>	
Total de BRT en Troncal	116 Unidades
Horas Diarias Convencional (5:00am - 23:00pm)	18 Horas
Velocidad promedio Convencional	22 Km/h
Costo por Km BRT (No Depreciación)	17.10 \$/Km
Días Promedio Anual Hábil	315 Días
Kilómetros Anuales (Incluyendo pernocta)	8,688,000 Km
Costo Anual	148,564,800.00 \$

Tabla 13. FASE II Comparativo de costos de operación vehicular con Proyecto y Sin Proyecto Optimizado

FASE II											
Sin Proyecto Optimizado					Con Proyecto						
Buses Convencionales Operando en Corredor		Costo Operativo por Km Anuales		Costo Operativo Anual	Buses BRT Operando en Corredor		Costo Operativo por Km Anuales				
1	2010				1	2010					
2	2011				2	2011					
3	2012	316	23,314,842	14.58	340,023,347	3	2012	116	8,688,000	17.10	148,564,800
4	2013	316	23,314,842	14.58	340,023,347	4	2013	116	8,688,000	17.10	148,564,800
5	2014	316	23,314,842	14.58	340,023,347	5	2014	116	8,688,000	17.10	148,564,800
6	2015	316	23,314,842	14.58	340,023,347	6	2015	116	8,688,000	17.10	148,564,800
7	2016	316	23,314,842	14.58	340,023,347	7	2016	116	8,688,000	17.10	148,564,800
8	2017	321	23,664,564	14.58	345,123,697	8	2017	128	9,556,800	17.10	163,421,280
9	2018	321	23,664,564	14.58	345,123,697	9	2018	128	9,556,800	17.10	163,421,280
10	2019	321	23,664,564	14.58	345,123,697	10	2019	128	9,556,800	17.10	163,421,280
11	2020	321	23,664,564	14.58	345,123,697	11	2020	128	9,556,800	17.10	163,421,280
12	2021	321	23,664,564	14.58	345,123,697	12	2021	128	9,556,800	17.10	163,421,280
13	2022	325	24,019,533	14.58	350,300,552	13	2022	140	10,512,480	17.10	179,763,408
14	2023	325	24,019,533	14.58	350,300,552	14	2023	140	10,512,480	17.10	179,763,408
15	2024	325	24,019,533	14.58	350,300,552	15	2024	140	10,512,480	17.10	179,763,408
16	2025	325	24,019,533	14.58	350,300,552	16	2025	140	10,512,480	17.10	179,763,408
17	2026	325	24,019,533	14.58	350,300,552	17	2026	140	10,512,480	17.10	179,763,408
18	2027	330	24,379,826	14.58	355,555,061	18	2027	154	11,563,728	17.10	197,739,749
19	2028	330	24,379,826	14.58	355,555,061	19	2028	154	11,563,728	17.10	197,739,749
20	2029	330	24,379,826	14.58	355,555,061	20	2029	154	11,563,728	17.10	197,739,749
21	2030	330	24,379,826	14.58	355,555,061	21	2030	154	11,563,728	17.10	197,739,749
22	2031	330	24,379,826	14.58	355,555,061	22	2031	154	11,563,728	17.10	197,739,749
23	2032	335	24,745,523	14.58	360,888,386	23	2032	170	12,720,101	17.10	217,513,724
24	2033	335	24,745,523	14.58	360,888,386	24	2033	170	12,720,101	17.10	217,513,724
25	2034	335	24,745,523	14.58	360,888,386	25	2034	170	12,720,101	17.10	217,513,724
26	2035	335	24,745,523	14.58	360,888,386	26	2035	170	12,720,101	17.10	217,513,724
27	2036	335	24,745,523	14.58	360,888,386	27	2036	170	12,720,101	17.10	217,513,724
28	2037	340	25,116,706	14.58	366,301,712	28	2037	187	13,992,111	17.10	239,265,096
29	2038	340	25,116,706	14.58	366,301,712	29	2038	187	13,992,111	17.10	239,265,096
30	2039	340	25,116,706	14.58	366,301,712	30	2039	187	13,992,111	17.10	239,265,096
<b>9,858,360,349</b>					<b>5,252,810,091</b>						

Diferencia Sin Proyecto (-) Con Proyecto	
2010	
2011	
2012	191,458,547
2013	191,458,547
2014	191,458,547
2015	191,458,547
2016	191,458,547
2017	181,702,417
2018	181,702,417
2019	181,702,417
2020	181,702,417
2021	181,702,417
2022	170,537,144
2023	170,537,144
2024	170,537,144
2025	170,537,144
2026	170,537,144
2027	157,815,312
2028	157,815,312
2029	157,815,312
2030	157,815,312
2031	157,815,312
2032	143,374,663
2033	143,374,663
2034	143,374,663
2035	143,374,663
2036	143,374,663
2037	127,036,616
2038	127,036,616
2039	127,036,616
<b>4,605,550,259</b>	

El beneficio de operación vehicular plantea una solución las siguientes problemáticas identificadas en la “Situación Actual” (Incluidas en el punto ii).

- Incrementar la eficiencia operativa traducida en mayor Índice de Pasajeros por Kilometro, al lograr movilizar igual o mayor número de pasajeros pero con menor número de unidades, así como menor de kilómetros anuales.
- Adecuar la oferta a los ciclos de la demanda (Valles y picos).
- Reducir el nivel de emisiones causantes de los gases efecto invernadero.

- Racionalizar el uso de combustibles fósiles.
- Transitar de un modelo endémico de “hombre-camión” hacia un modelo de empresa de transporte.
- Eliminar el negativo efecto de la “Guerra del Centavo”.
- Evitar que el operador requiera de llevar la unidad a pernoctar a su propio domicilio, lo cual implica en número significativo de kilómetros recorridos sin un consecuente ingreso.
- Implementar una cultura de mantenimiento preventivo.
- Lograr consolidar compras masivas como gremio y no adquisiciones atomizadas como plantea el modelo de hombre camión, lo cual implica economías de escala en costos en beneficio de menor presión para el aumento de tarifas, así como una mayor rentabilidad del sistema.

### iii) Beneficios en Tiempo FASE II

#### Ahorros por reducción en tiempo de traslado de usuarios.

La base para la estimación de los beneficios sociales relacionados con el ahorro del tiempo consiste en comparar la diferencia de velocidad promedio bajo el escenario con “proyecto” y “sin proyecto optimizado”. En el escenario “sin proyecto optimizado”, la velocidad promedio para la troncal de la FASE II registra 14.2 Km/h. El escenario con proyecto registra un promedio de 23 km/h, el cual resulta un promedio conservador, ya que no se incluyó para fines del análisis el servicio Express, que puede alcanzar velocidades superiores a los 28 km/h, dos de las cuatro rutas proyectadas para la FASE II están planteadas como servicio exprés.

Esta diferencia en velocidad se debe principalmente a: (i) Carriles confinados para BRT, mientras que el transporte convencional requiere compartir la carpeta asfáltica con vehículos particulares y vehículos de carga/servicio; (ii) el estado de la carpeta asfáltica del carril confinado tendrá mejores condiciones que el inventario de vialidades en las que opera actualmente el parque vehicular de transporte público convencional; (iii) el diseño del proyecto de BRT tiene proyectadas paradas cada 400 metros y sus conductores no tienen un esquema de compensación basado en ingreso de pasajeros, por lo cual se evitan las paradas sin control experimentadas en el transporte convencional como consecuencia de la “Guerra del centavo”; (iv) en el escenario con proyecto, el proceso de cobro no es realizado por el operador, km/h.

Para la estimación del promedio de recorrido por pasajero se dividió el total de pasajeros anuales entre el total de kilómetros -ver sección de demanda-, lo cual generó, para la FASE II, un total de 9.6581 kilómetros. La diferencia en el escenario con y sin proyecto optimizado de la velocidad por la distancia recorrida promedio por pasajero arroja un beneficio en tiempo, el cual fue cuantificado económicamente para un escenario a 30 años, mediante los parámetros definidos por la Unidad de Inversiones de la SHCP, el cual establece un coeficiente de “3” por el Salario Mínimo Diario. La ZMG se ubica en la Zona B, por lo que el salario mínimo diario para 2009 asciende a MxP 53.26; por esta razón, la determinación del valor económico del tiempo costo de hora para la evaluación equivale a MxP 19.972.

El crecimiento de la demanda se define en 2.125%, lo cual es el promedio resultante de incorporar el crecimiento de la demanda bajo el escenario con proyecto de 2.85% y el crecimiento inercial del escenario sin proyecto optimizado de 1.4% anual. La opción de utilizar un promedio resultante de ambos escenarios permite obtener resultados consistentes, ya que si se comparan los crecimientos diferenciados los resultados supondrían un aparente reducción de los beneficios, pero esto sería consecuencia de un menor número de pasajeros resultante de un sistema menos atractivo. Bajo este contexto, la única manera de comparar las eficiencias de tiempos se obtiene con la misma base de la demanda y de esta forma se evitan distorsiones en los resultados. La diferencia de velocidad en los recorridos resulta en 15.61 minutos, sin embargo esta estimación resulta bastante conservadora ya que mientras la velocidad de la unidad articulada en el carril confinado puede mantenerse constante en los próximos 30 años, este no sería el caso para las unidades convencionales, ya que la evidencia empírica en las grandes urbes indica que cada 10 años la velocidad crucero decrece significativamente como resultado del mayor congestionamiento vehicular motorizado, tanto público y privado, de las carpetas asfálticas.

Beneficio Tiempo FASE II										Diferencia Sin proyecto (-) Con Proyecto
Sin Proyecto Optimizado				Con Proyecto						
% Pasajero:	Velocidad sin Proyecto Km/h	Tramo Promedio Km	A Tiempo o sin Minuto	% Pasajeros	Velocidad sin Proyecto Km/h	Velocidad sin Proyecto Km/h	Tramo Promedio Km	Tiempo con Proyecto Minutos		
<b>Velocidad Promedio</b>	<b>14.2</b>	9.66	<b>40.81</b>	<b>Velocidad Promedio</b>	<b>23</b>		9.66	<b>25.20</b>	<b>15.61</b>	
6:00 a 9:00	30%	12.5		6:00 a 9:00	30%	23				
9:00 a 13:00	10%	17.5		9:00 a 13:00	10%	23				
13:00 a 16:00	20%	13.5		13:00 a 16:00	20%	23				
16:00 a 19:00	12%	17.5		16:00 a 19:00	12%	23				
19:00 a 21:00	20%	12.5								
19:00 a 23:00	8%	17.5		19:00 a 23:00	28%	23				
	100%				100%					

El modelo considera la monetización de la estimación de la pérdida de tiempo que los usuarios deberán incurrir en la espera de la transferencia entre el alimentador y el bus articulado -o viceversa-. Las premisas del cálculo se establecen en que el 20% del total de pasajeros de la FASE II -estimados en 252,000 pasajeros en día promedio hábil- requerirán esperar un promedio de 5 minutos en dicha transferencia, la cual fue estimada a un costo de 3 Salarios Mínimos Diarios para la ZMG. El saldo del resultante de este ejercicio fue sustraído de la sumatorias de beneficios de la troncal.

Tabla 14. Perjuicios en Tiempo por Transferencia de Troncal-Alimentador o viceversa FASE II.

		Pax/Anuales	Pasajeros en Terminal 20%	Tiempo en Espera (min) 5	Estimación Económica de la Espera
1	2010				
2	2011				
3	2012	79,380,000	15,876,000	1.66	26,424,113.63
4	2013	81,066,825	16,213,365	1.66	26,985,626.04
5	2014	82,789,495	16,557,899	1.66	27,559,070.59
6	2015	84,548,772	16,909,754	1.66	28,144,700.84
7	2016	86,345,433	17,269,087	1.66	28,742,775.74
8	2017	88,180,274	17,636,055	1.66	29,353,559.72
9	2018	90,054,104	18,010,821	1.66	29,977,322.86
10	2019	91,967,754	18,393,551	1.66	30,614,340.98
11	2020	93,922,069	18,784,414	1.66	31,264,895.72
12	2021	95,917,913	19,183,583	1.66	31,929,274.75
13	2022	97,956,169	19,591,234	1.66	32,607,771.84
14	2023	100,037,737	20,007,547	1.66	33,300,687.00
15	2024	102,163,539	20,432,708	1.66	34,008,326.59
16	2025	104,334,514	20,866,903	1.66	34,731,003.53
17	2026	106,551,623	21,310,325	1.66	35,469,037.36
18	2027	108,815,845	21,763,169	1.66	36,222,754.40
19	2028	111,128,181	22,225,636	1.66	36,992,487.93
20	2029	113,489,655	22,697,931	1.66	37,778,578.30
21	2030	115,901,310	23,180,262	1.66	38,581,373.09
22	2031	118,364,213	23,672,843	1.66	39,401,227.27
23	2032	120,879,453	24,175,891	1.66	40,238,503.35
24	2033	123,448,141	24,689,628	1.66	41,093,571.55
25	2034	126,071,414	25,214,283	1.66	41,966,809.94
26	2035	128,750,432	25,750,086	1.66	42,858,604.65
27	2036	131,486,378	26,297,276	1.66	43,769,350.00
28	2037	134,280,464	26,856,093	1.66	44,699,448.69
29	2038	137,133,924	27,426,785	1.66	45,649,311.97
30	2039	140,048,020	28,009,604	1.66	46,619,359.85

Tabla 15. Beneficios en Tiempo

<b>Usuarios FASE II</b>		Pax/Diarios	Pax/Anuales	Costo \$/Hora Usuario	Beneficio Proyecto
1	2010				
2	2011				
3	2012	252,000	79,380,000	5.20	386,157,894
4	2013	257,355	81,066,825	5.20	394,363,749
5	2014	262,824	82,789,495	5.20	402,743,979
6	2015	268,409	84,548,772	5.20	411,302,288
7	2016	274,112	86,345,433	5.20	420,042,462
8	2017	279,937	88,180,274	5.20	428,968,364
9	2018	285,886	90,054,104	5.20	438,083,942
10	2019	291,961	91,967,754	5.20	447,393,226
11	2020	298,165	93,922,069	5.20	456,900,332
12	2021	304,501	95,917,913	5.20	466,609,464
13	2022	310,972	97,956,169	5.20	476,524,915
14	2023	317,580	100,037,737	5.20	486,651,069
15	2024	324,329	102,163,539	5.20	496,992,404
16	2025	331,221	104,334,514	5.20	507,553,493
17	2026	338,259	106,551,623	5.20	518,339,005
18	2027	345,447	108,815,845	5.20	529,353,709
19	2028	352,788	111,128,181	5.20	540,602,475
20	2029	360,285	113,489,655	5.20	552,090,277
21	2030	367,941	115,901,310	5.20	563,822,196
22	2031	375,759	118,364,213	5.20	575,803,417
23	2032	383,744	120,879,453	5.20	588,039,240
24	2033	391,899	123,448,141	5.20	600,535,074
25	2034	400,227	126,071,414	5.20	613,296,444
26	2035	408,732	128,750,432	5.20	626,328,994
27	2036	417,417	131,486,378	5.20	639,638,485
28	2037	426,287	134,280,464	5.20	653,230,803
29	2038	435,346	137,133,924	5.20	667,111,957
30	2039	444,597	140,048,020	5.20	681,288,086

**14,569,767,740**

El beneficio de ahorros en tiempo plantea una solución las siguientes problemáticas identificadas en la “Situación Actual” (Incluidas en el punto ii).

- Reducir el tiempo requerido por los usuarios en los trayectos origen y destino, esto es el resultado de una mayor velocidad crucero mayor debido a los carriles confinados, pero también este beneficio es resultado del rediseño de rutas para vinculara la oferta de transporte público con las necesidades de origen y destino.
- Incrementar de la productividad de la región.
- Incrementar del nivel de vida de la población.
- Eliminar ascensos y descensos en lugares prohibidos.
- Evitar distracción del chofer, por ende pérdida de tiempo, en el proceso de cobranza.
- Reducir el nivel de siniestralidad operativa como consecuencias a la eliminación de incentivos a la guerra del centavo.
- Priorizar el transporte público ante los vehículos motorizados privados.
- Incrementar el nivel de beneficiados por el sistema de transporte, la tabla inferior muestra la diferencia de demanda proyectada bajo el escenario “Sin Proyecto Optimizado” y el “Escenario con Proyecto”. Esta diferencia resulta de los distintos ritmos de crecimiento de la demanda con base a los niveles de satisfacción y al reordenamiento de rutas, mientras que el modelo hombre-camión estima un crecimiento de 1.4% anual, el escenario con proyecto de BRT FASE II crece al 2.85%. Para comparar escenarios exitosos de atracción de la demanda, el Tren Eléctrico Urbano en la ZMG registra un crecimiento superior al 4%, mientras que el crecimiento urbanos es de solo 1.3%.

Crecimiento Demanda Optimizada Troncal-Alcalde				Crecimiento Demanda con Proyecto FASE II				Número de Pasajeros Adicionales con Proyecto.
	Año	Pasajeros Diario Promedio	Pasajeros Anuales (315 días)		Año	Pasajeros Diario Promedio	Pasajeros Anuales (315 días)	Pasajeros Anuales (315 días)
1	2010	0	0	1	2010	0	0	-
2	2011	0	0	2	2011	0	0	-
3	2012	252,000	79,380,000	3	2012	252,000	79,380,000	-
4	2013	255,528	80,491,320	4	2013	259,056	81,602,640	1,111,320.00
5	2014	259,105	81,618,198	5	2014	266,310	83,887,514	2,269,315.44
6	2015	262,733	82,760,853	6	2015	273,766	86,236,364	3,475,511.05
7	2016	266,411	83,919,505	7	2016	281,432	88,650,983	4,731,477.31
8	2017	270,141	85,094,378	8	2017	289,312	91,133,210	6,038,831.74
9	2018	273,923	86,285,700	9	2018	297,413	93,684,940	7,399,240.33
10	2019	277,758	87,493,699	10	2019	305,740	96,308,118	8,814,418.85
11	2020	281,646	88,718,611	11	2020	314,301	99,004,746	10,286,134.37
12	2021	285,589	89,960,672	12	2021	323,101	101,776,878	11,816,206.69
13	2022	289,588	91,220,121	13	2022	332,148	104,626,631	13,406,509.88
14	2023	293,642	92,497,203	14	2023	341,448	107,556,177	15,058,973.85
15	2024	297,753	93,792,164	15	2024	351,009	110,567,750	16,775,585.96
16	2025	301,921	95,105,254	16	2025	360,837	113,663,647	18,558,392.66
17	2026	306,148	96,436,727	17	2026	370,940	116,846,229	20,409,501.21
18	2027	310,434	97,786,842	18	2027	381,327	120,117,923	22,331,081.43
19	2028	314,780	99,155,857	19	2028	392,004	123,481,225	24,325,367.49
20	2029	319,187	100,544,039	20	2029	402,980	126,938,699	26,394,659.78
21	2030	323,656	101,951,656	21	2030	414,263	130,492,983	28,541,326.81
22	2031	328,187	103,378,979	22	2031	425,863	134,146,786	30,767,807.15
23	2032	332,782	104,826,285	23	2032	437,787	137,902,896	33,076,611.45
24	2033	337,441	106,293,853	24	2033	450,045	141,764,177	35,470,324.56
25	2034	342,165	107,781,967	25	2034	462,646	145,733,574	37,951,607.59
26	2035	346,955	109,290,914	26	2035	475,600	149,814,115	40,523,200.14
27	2036	351,813	110,820,987	27	2036	488,917	154,008,910	43,187,922.55
28	2037	356,738	112,372,481	28	2037	502,607	158,321,159	45,948,678.20
29	2038	361,732	113,945,696	29	2038	516,680	162,754,152	48,808,455.92
30	2039	366,797	115,540,935	30	2039	531,147	167,311,268	51,770,332.43

#### iv) Beneficios por Valor de Rescate.

Los beneficios derivados por el valor de rescate se cuantifican en 10% **únicamente sobre el costo de valor de la inversión inicial para la FASE II** al final del horizonte del “proyecto”, el cual se define en 30 años. El monto base de activos de infraestructura se establece en MxP 2,379.2 millones. El porcentaje de rescate resulta conservador, ya que el proyecto considera una serie de terrenos para terminales y patios, los cuales tendrán un impacto positivo por la plusvalía inmobiliaria que el mismo “proyecto” detonará. El costo presente de estos terrenos equivale a MxP 400 millones, lo cual es una cifra equivalente al valor de rescate en el año 30 y considerando que estos terrenos no experimenten una apreciación en todo este periodo. Adicionalmente, en esta cuantificación del valor de rescate se

considera el remanente del total de la inversión realizada, como terminales, carriles, estaciones, entre otras. Cabe señalar que el valor de rescate no incluye el valor de rescate del material rodante, ya que este análisis solo se limita a los activos resultantes de la inversión en infraestructura.

FASE II		
<b>Valor de Inversión</b>		<b>2,379,250,000</b>
<b>Valor residual</b>		<b>10%</b>
<b>Costo del proyecto</b>		<b>Valor residual</b>
1	2009	
2	2010	2,379,250,000
3	2011	
4	2012	
5	2013	
6	2014	
7	2015	
8	2016	
9	2017	
10	2018	
11	2019	
12	2020	
13	2021	
14	2022	
15	2023	
16	2024	
17	2025	
18	2026	
19	2027	
20	2028	
21	2029	
22	2030	
23	2031	
24	2032	
25	2033	
26	2034	
27	2035	
28	2036	
29	2037	
30	2038	237,925,000
		<b>237,925,000</b>

v) **Beneficios Negativos Costos de Externalidades por la Construcción.**

El periodo de construcción del “proyecto” plantea una serie de externalidades negativas sobre los usuarios de las vialidades, ya que el proceso implicará una reducción sobre las velocidades promedio de las troncales afectadas. El proyecto contempla un plan de mitigación del impacto negativo mediante un diseño de ingeniería de flujos viales que permita reducir los impactos, mediante uso de vías alternas, así como ajustes de las vialidades afectadas. El periodo de construcción de la FASE II es de 18 meses; sin embargo, la longitud de las troncales permite trabajar en secciones, sin necesidad de afectación de la totalidad de las vialidades incluidas en el proyecto; adicionalmente, una vez finalizado el proceso de pavimentación, el carril confinado puede utilizarse para la circulación en general hasta la entrada en operación del “proyecto”.

Para la estimación del universo de viajeros afectados se extrapolaron los resultados del estudio de Origen y Destino a la troncal incluidas en el “proyecto”. El coeficiente de viajeros en vehículos motorizados privados, como proporción a usuarios de transporte público, es de 1.09%, por lo cual para la FASE II se incluyeron 252,000 pasajeros diarios afectados de transporte público y 274,680 afectados para transporte motorizado privado. El costo por hora para transporte público y privado es de 3 veces el salario mínimo vigente en ZMG -Región B MxP 53.26 diarios-. El crecimiento de la demanda para transporte público se estableció en 3% anual, mientras que en transporte privado fue de 5%. La estimación asume que sólo el 25% de cada troncal será afectada en cada uno de los tramos que se construyan. Cabe aclarar que debido a que la obra se realizara por secciones, iniciando de los extremos de la ciudad y posteriormente en la zona centro de la ciudad, no existirá un momento en el periodo de la construcción en el cual se afecte al universo total de usuarios de movilidad tanto público y privado. La obra en su conjunto solo afectara al 30% de los pasajeros totales movilizados en la troncal al mismo tiempo. Esto implica que para el año 1 de construcción se afectaran 39.6 millones de viajeros en transporte público y 43.2 millones de viajeros en vehículos motorizados privados, mientras que para el año 2 de construcción se afectaran 40.8 millones y 45.4 millones, viajeros de transporte público y privado respectivamente.

El costo de las externalidades negativas por el periodo de construcción para la FASE II asciende a MxP 307 millones para los 24 meses de construcción. Las premisas de estimación de costo se detallan a continuación:

## FASE II

Pasajeros Transporte Público Día Promedio Habil	252,000
Coeficiente de Transporte Privado	1.0900
Pasajeros Transporte Privado Día Promedio Habil	274,680
Total Pasajeros Público + Privado	<b>526,680</b>
Crecimiento Anual Transporte Público	3%
Crecimiento Anual Transporte Motorizado Privado	5%
Velocidad Promedio sin Construcción Km/H	12.76
Velocidad Promedio con Construcción Km/H	9.76
Tramo Promedio de Recorrido	9.66
Trayecto promedio sin Construcción Minutos	45.41
Trayecto promedio con Construcción Minutos	59.37
Diferencia por Construcción Minutos	13.96
Afectación de la Troncal por 12 Meses	50%

### Costo Por Hora Transporte Público y Privado

Salario Mínimo Diario Area "B" 2009	53.26
Coeficiente	3
Base de Costo	159.783
Horas Diarias	8
<b>Costo Por Hora</b>	<b>19.972875</b>

		Pax/Anuales Público	Pax/Anuales Privado	Costo \$/Hora Usuario Público	Costo \$/Hora	
1	2010	39,690,000	43,262,100	3.64	3.64	150,919,367
2	2011	40,880,700	45,425,205	3.64	3.64	157,021,131
3	2012	-	-	-	-	-
4	2013	-	-	-	-	-
5	2014	-	-	-	-	-
6	2015	-	-	-	-	-
7	2016	-	-	-	-	-
8	2017	-	-	-	-	-
9	2018	-	-	-	-	-
10	2019	-	-	-	-	-
11	2020	-	-	-	-	-
12	2021	-	-	-	-	-
13	2022	-	-	-	-	-
14	2023	-	-	-	-	-
15	2024	-	-	-	-	-
16	2025	-	-	-	-	-
17	2026	-	-	-	-	-
18	2027	-	-	-	-	-
19	2028	-	-	-	-	-
20	2029	-	-	-	-	-
21	2030	-	-	-	-	-
22	2031	-	-	-	-	-
23	2032	-	-	-	-	-
24	2033	-	-	-	-	-
25	2034	-	-	-	-	-
26	2035	-	-	-	-	-
27	2036	-	-	-	-	-
28	2037	-	-	-	-	-
29	2038	-	-	-	-	-
30	2039	-	-	-	-	-

**307,940,498**

ii) **Beneficios Negativos de Vehículos Motorizados Privados como Resultado al Confinamiento del Carril.**

La evidencia internacional e incluso casos nacionales como el Corredor-Insurgentes o FASE I Calzada evidencian que los posibles perjuicios que pudiesen sufrir los usuarios de los vehículos motorizados privados son completamente compensados por las ganancias en tiempo como resultado de la liberación del primer carril de cualquier medio de transporte público convencional con ascenso y descensos promedio cada 100 metros, así como también la optimización en la semaforización con prioridad a la troncal, la implementación de prácticas de cero tolerancia para maniobrar o estacionarse en el derrotero de la troncal y la eliminación de vueltas a la izquierda. Por consecuencia para fines del presente análisis las externalidades negativas generadas por el carril confinado son completamente neutralizadas con los beneficios que generan las acciones de ordenamiento vial y liberación del carril, por lo cual no representan ningún beneficio negativo para el proyecto.

## V Evaluación del Proyecto

### Indicadores de rentabilidad social

#### i) VANS o VPNS

El valor actual neto social (VANS) o valor presente neto social (VPNS) es el resultado de la suma de los flujos de un proyecto convertidos éstos a un valor presente mediante una tasa de descuento. Para el caso del proyecto se ha utilizado una tasa del 12% anual en términos reales, de acuerdo a los lineamientos emitidos por la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Criterio de decisión:

Si el VANS > 0, el proyecto es rentable y se recomienda efectuarlo

Si el VANS < 0, el proyecto no se debe efectuar

Si el VANS = 0, el proyecto es viable en primera instancia, pero la decisión se debe reforzar con otros elementos de análisis.

$$VAN = \sum \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Donde:

$Y_t$  = Es el flujo de beneficios del proyecto

$E_t$  = Flujo de costos sociales

$I_0$  = Inversión inicial valorizada en términos sociales

$i$  = Tasa social de descuento.

#### ii) Tasa Interna de Retorno Social.

La tasa interna de retorno social (TIRS) es la tasa de descuento mediante la cual se iguala el VANS de los flujos generados por el proyecto con la inversión inicial del mismo valorizada a sus costos sociales. Es decir, la TIRS es aquella tasa de descuento que iguala el VANS del proyecto a cero. Una TIRS mayor a la tasa de descuento del proyecto indica que éste ofrece una rentabilidad mayor a la mínima exigida por la sociedad a través de la tasa social de descuento seleccionada.

Criterio de decisión:

Si la TIRS > = Tasa social de descuento, el proyecto es viable y se recomienda efectuarlo

Si la TIRS < Tasa de descuento, el proyecto no es viable

$$VAN = I_0 - \sum_t \frac{Flujos_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Donde:

VANS = Valor actual neto social

$I_0$  = Inversión inicial valorizada a su costo social

$Flujos_t$  = Flujos del proyecto (ingresos menos egresos sociales).

TIRS = Tasa interna de retorno social

La Tasa de Retorno Inmediata se define utilizando la siguiente fórmula:

(v) Tasa Interna de Retorno Inmediata

$$(BT - Ci \text{ 1er. año}) / (TA) / -VA(Ci)$$

en donde:

BT	= beneficio total 1er. año
Ci	= costo de inversión y mantenimiento 1er. año
TA	= tasa de actualización
Ci	= valor actual del costo de inversión y mantenimiento

### iii) Beneficio/Costo.

Como su nombre lo indica, la razón beneficio/costo social (B/C) permite comparar la magnitud de todos los flujos positivos generados por el proyecto traídos a VANS en relación con todos sus flujos negativos también estimados en VANS.

Criterio de decisión, si el cociente  $B/C \geq 1$ , el proyecto es viable, si  $B/C < 1$ , el proyecto no es viable.

$$B/C = \frac{\left| \sum_t Flujos \text{ positivos}_t / (1 + i)^t \right|}{\left| \sum_t Flujos \text{ negativos}_t / (1 + i)^t \right|} = \left| \frac{VPN(Ingresos)}{VPN(Egresos)} \right|$$

iv) Flujos de efectivo social.

Tabla 16. FASE II Flujos anuales de efectivo social del proyecto (MDP)

Año	Valor Nominal de los Costos				Valor Nominal de Beneficios			Total Beneficios	Flujos Nominal
	Buses	Inversión	Construcción	Mantenimi	Costo Operativo A	Tiempo B	Valor Resid C		
0 2010		1,189,625,000	150,919,367		-	-	-	-	1,340,544,367
1 2011	487,200,000	1,189,625,000	157,021,131		-	-	-	-	1,833,846,131
2 2012				11,896,250	191,458,547	386,157,894	-	577,616,440	565,720,190
3 2013				11,896,250	191,458,547	394,363,749	-	585,822,295	573,926,045
4 2014				11,896,250	191,458,547	402,743,979	-	594,202,525	582,306,275
5 2015				11,896,250	191,458,547	411,302,288	-	602,760,835	590,864,585
6 2016				11,896,250	191,458,547	420,042,462	-	611,501,008	599,604,758
7 2017				11,896,250	181,702,417	428,968,364	-	610,670,781	598,774,531
8 2018				11,896,250	181,702,417	438,083,942	-	619,786,359	607,890,109
9 2019				11,896,250	181,702,417	447,393,226	-	629,095,642	617,199,392
10 2020				11,896,250	181,702,417	456,900,332	-	638,602,748	626,706,498
11 2021				23,792,500	181,702,417	466,609,464	-	648,311,880	624,519,380
12 2022	589,512,000			11,896,250	170,537,144	476,524,915	-	647,062,059	45,653,809
13 2023				11,896,250	170,537,144	486,651,069	-	657,188,213	645,291,963
14 2024				11,896,250	170,537,144	496,992,404	-	667,529,549	655,633,299
15 2025				11,896,250	170,537,144	507,553,493	-	678,090,637	666,194,387
16 2026				11,896,250	170,537,144	518,339,005	-	688,876,149	676,979,899
17 2027				11,896,250	157,815,312	529,353,709	-	687,169,020	675,272,770
18 2028				11,896,250	157,815,312	540,602,475	-	698,417,787	686,521,537
19 2029				11,896,250	157,815,312	552,090,277	-	709,905,589	698,009,339
20 2030				11,896,250	157,815,312	563,822,196	-	721,637,508	709,741,258
21 2031				23,792,500	157,815,312	575,803,417	-	733,618,729	709,826,229
22 2032				11,896,250	143,374,663	588,039,240	-	731,413,903	719,517,653
23 2033	713,309,520			11,896,250	143,374,663	600,535,074	-	743,909,737	18,703,967
24 2034				11,896,250	143,374,663	613,296,444	-	756,671,107	744,774,857
25 2035				11,896,250	143,374,663	626,328,994	-	769,703,656	757,807,406
26 2036				11,896,250	143,374,663	639,638,485	-	783,013,148	771,116,898
27 2037				11,896,250	127,036,616	653,230,803	-	780,267,419	768,371,169
28 2038				11,896,250	127,036,616	667,111,957	-	794,148,573	782,252,323
29 2039				11,896,250	127,036,616	681,288,086	237,925,000	1,046,249,702	1,034,353,452
	1,790,021,520	2,379,250,000	307,940,498	356,887,500	4,605,550,259	14,569,767,740	237,925,000	19,413,242,999	14,579,143,481

Una vez establecidos los costos sociales de la inversión, el costo de externalidades por construcción, así como los gastos en mantenimiento de los proyectos, el valor residual de éstos, así como la valoración monetaria de los beneficios en ahorros por costos de operación, tiempo de viaje, inversión en material rodante y valor residual, se puede determinar el flujo nominal para cada año considerado dentro del horizonte de evaluación de 30 años. Estos flujos sólo expresan el resultado de restar anualmente los costos a los beneficios esperados sin considerar para su cálculo ningún factor de descuento o actualización.

v) Flujos descontados.

Para la obtención de los flujos descontados anuales se utilizó un factor de descuento para traer los flujos de efectivo social futuros a valor presente. En este caso se empleó una tasa social de descuento de 12% anual real, en los términos de los “Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión” (DOF marzo 18 de 2008).

Tabla 17. FASE II Flujos descontados

		Costos Descontados 12%				Beneficios Descontados 12%			Total Beneficios Netos	VPN
		Costo				Costo Operativo	Tiempo	Valor Resid		
		Buses 18m	Inversión	Construcción	Mantenimiento	A	B	C		
0	2010	-	1,189,625,000	-	150,919,367				-	1,340,544,367
1	2011	435,000,000	-	1,062,165,179	-	140,197,438			-	1,637,362,617
2	2012								-	460,472,290
3	2013								-	416,976,739
4	2014								-	377,626,447
5	2015								-	342,022,685
6	2016								-	309,805,441
7	2017								-	276,236,449
8	2018								-	250,321,315
9	2019								-	226,858,195
10	2020								-	205,612,994
11	2021								-	186,374,174
12	2022	151,313,047							-	166,084,714
13	2023								-	150,610,577
14	2024								-	136,589,771
15	2025								-	123,884,624
16	2026								-	112,370,622
17	2027								-	100,082,279
18	2028								-	90,821,963
19	2029								-	82,424,850
20	2030								-	74,809,826
21	2031								-	67,903,465
22	2032								-	60,445,881
23	2033	52,633,651							-	54,891,579
24	2034								-	49,851,084
25	2035								-	45,276,514
26	2036								-	41,124,484
27	2037								-	36,589,533
28	2038								-	33,250,419
29	2039								-	39,112,240
		- 638,946,699	- 2,251,790,179	- 291,116,805	- 89,328,758	1,281,447,195	3,228,089,543	8,894,416	4,518,431,153	1,247,248,712

Año		TIRS 30 Años (Flujos Nominales)
		17.02%
-	2010	1,340,544,367
1	2011	1,833,846,131
2	2012	565,720,190
3	2013	573,926,045
4	2014	582,306,275
5	2015	590,864,585
6	2016	599,604,758
7	2017	598,774,531
8	2018	607,890,109
9	2019	617,199,392
10	2020	626,706,498
11	2021	624,519,380
12	2022	45,653,809
13	2023	645,291,963
14	2024	655,633,299
15	2025	666,194,387
16	2026	676,979,899
17	2027	675,272,770
18	2028	686,521,537
19	2029	698,009,339
20	2030	709,741,258
21	2031	709,826,229
22	2032	719,517,653
23	2033	18,703,967
24	2034	744,774,857
25	2035	757,807,406
26	2036	771,116,898
27	2037	768,371,169
28	2038	782,252,323
29	2039	1,034,353,452

**14,579,143,481**

## vi) Resultado de la evaluación socioeconómica.

Una vez obtenidos los flujos descontados del proyecto es posible determinar los indicadores de rentabilidad, los que confirman la rentabilidad agregada de los proyectos evaluados. La TIRS refuerza lo encontrado por el VANS de MxP 1,247.2 millones y la razón B/C de 1.38% al presentar un retorno de los recursos comprometidos del proyecto evaluado del 17.02%. Para el presente proyecto, tanto la Tasa Interna de Retorno Social como la razón Beneficio/ Costo son superiores a la tasa de descuento social empleada del 12%.

Tabla 18. FASE II Indicadores de rentabilidad

Valor Presente de Costo	- 3,271,182,441
Buses	- 638,946,699
Inversión en Infraestructura	- 2,251,790,179
Externalidades Construcción	- 291,116,805
Mantenimiento.	- 89,328,758
Valores Presente de los Beneficios	4,518,431,153
Costo Operativo	1,281,447,195
Ahorro en Tiempo	3,228,089,543
Valor Residual	8,894,416
Valor Presente Neto Social	1,247,248,712
Tasa Interna de Retorno Social	17.02%
Relación Beneficio/Costo	1.38
TIRI	15.14%

El proyecto registra una Tasa de Retorno Inmediata TIRI equivalente al 15.14% para el “proyecto” de FASE II; como consecuencia, el proyecto puede iniciarse de acuerdo al calendario proyectado, ya que los flujos de beneficios no requieren de consolidarse en años posteriores.

Tabla 19. FASE II Tasa Interna de Retorno Inmediata

TIRI			
2010	1,340,544,367	1,340,544,367	
2011	1,833,846,131	3,735,486,521	
			15.14%

## VI Análisis de Sensibilidad y Riesgos

### i) Análisis de sensibilidad.

Con el fin de evaluar márgenes de variación posible en la estimación de los factores de costos o de beneficios, se plantea un análisis de sensibilidad de éstos modificando los valores iniciales de los componentes más significativos para estimar el comportamiento de cada una de las variables bajo escenarios de estrés.

Las tablas presentadas en esta sección se interpretan de la siguiente forma: el factor de sensibilidad determina la variación del componente considerado: Costo de inversión en infraestructura, inversión en buses articulados y alimentadores, externalidades negativas por retraso de tiempo durante el periodo de construcción, costo mantenimiento, así como también para los beneficios operativos, reducción de tiempo, y valor de rescate. Para cada uno de los escenarios fueron estimadas variaciones de aumento del  $\pm 60\%$  -flujo en caso de las inversiones, así como una disminución en el mismo porcentaje en el caso de los beneficios.

Para todos los escenarios de incremento en caso de costos y decremento en caso de beneficios se registró una TIR inferior a la mínima aceptada del 12%, con excepción de un solo caso en el escenario de disminución de tiempo del proyectado en la FASE II, la cual registra una TIR de 10.35% en una reducción del 50% o bien una TIR del 7.75% en un escenario de disminución del 60%. La reducción de los beneficios por ahorros de tiempo pueden generarse por la combinación de dos factores: (i) Disminución de velocidad crucero y (ii) disminución en la demanda. Sin embargo, la evidencia empírica internacional y la registrada en la FASE I Macrobus, indican que la probabilidad de que las unidades articuladas viajen a la mitad de la velocidad crucero de diseño, es decir 12.5 kms/h, resulta poco probable, ya que dicha velocidad es menor que la registrada bajo el escenario sin proyecto. Por otra parte, para alcanzar una disminución de la demanda sería necesaria una caída de 125 mil ppd, los cuales difícilmente encontrarían alguna otra alternativa de modo de transporte sobre la troncal, evidentemente bajo la premisa que el modelo de BRT no conviva con unidades convencionales sobre la misma troncal y que el nivel tarifario no se incremente en más de un 10% de la tarifa vigente a otros modos de transporte en la ZMG.

El costo de la inversión en infraestructura registra otra variable de estrés dentro del modelo; sin embargo, a pesar de un aumento en un 40% del costo de la inversión, los indicadores de rentabilidad se mantienen en todos los casos por encima del 12%. Una vez estimado el grado de sensibilidad del proyecto, tanto con sus costos como con sus beneficios, a una tasa hasta del  $\pm 50\%$  para todas las combinaciones de caso, el proyecto sigue generando un VPN positivo y una TIRS superior a la tasa de descuento del 12%, solo con excepción de una caída en los beneficios del tiempo.

Tabla 20. FASE II Análisis de Sensibilidad

Inversión				
Sensibilidad	VPN	B/C	TIR	
1.6	59,554,073	1.01	12.19%	
1.5	257,503,179	1.07	12.84%	
1.4	455,452,286	1.12	13.54%	
1.3	653,401,392	1.18	14.30%	
1.2	851,350,499	1.25	15.12%	
1.1	1,049,299,605	1.33	16.02%	
<b>1</b>	<b>1,247,248,712</b>	<b>1.42</b>	<b>17.02%</b>	
0.9	1,445,197,819	1.52	18.13%	
0.8	1,643,146,925	1.63	19.37%	
0.7	1,841,096,032	1.75	20.77%	
0.6	2,039,045,138	1.90	22.38%	
0.5	2,236,994,245	2.07	24.26%	
0.4	2,434,943,351	2.27	26.50%	

Buses				
Sensibilidad	VPN	B/C	TIR	
1.6	609,949,605	1.17	14.10%	
1.5	716,166,123	1.20	14.52%	
1.4	822,382,641	1.24	14.97%	
1.3	928,599,158	1.28	15.44%	
1.2	1,034,815,676	1.32	15.94%	
1.1	1,141,032,194	1.37	16.46%	
<b>1</b>	<b>1,247,248,712</b>	<b>1.42</b>	<b>17.02%</b>	
0.9	1,353,465,230	1.47	17.61%	
0.8	1,459,681,748	1.51	18.23%	
0.7	1,565,898,266	1.57	18.89%	
0.6	1,672,114,783	1.64	19.60%	
0.5	1,778,331,301	1.71	20.35%	
0.4	1,884,547,819	1.79	21.16%	

Externalidades Negativas Construcción				
Sensibilidad	VPN	B/C	TIR	
1.6	1,163,130,249	1.38	16.58%	
1.5	1,177,149,993	1.39	16.65%	
1.4	1,191,169,737	1.39	16.72%	
1.3	1,205,189,481	1.40	16.80%	
1.2	1,219,209,224	1.41	16.87%	
1.1	1,233,228,968	1.41	16.94%	
<b>1</b>	<b>1,247,248,712</b>	<b>1.42</b>	<b>17.02%</b>	
0.9	1,261,268,456	1.43	17.09%	
0.8	1,275,288,200	1.43	17.17%	
0.7	1,289,307,944	1.44	17.25%	
0.6	1,303,327,687	1.45	17.33%	
0.5	1,317,347,431	1.45	17.40%	
0.4	1,331,367,175	1.46	17.48%	

Costos Mantenimiento			
Sensibilidad	VPN	B/C	TIR
1.6	1,065,760,230	1.40	16.81%
1.5	1,121,590,703	1.40	16.85%
1.4	1,073,736,012	1.41	16.88%
1.3	1,089,687,575	1.41	16.92%
1.2	1,097,663,357	1.41	16.95%
1.1	1,105,639,139	1.42	16.98%
<b>1</b>	<b>1,113,614,921</b>	<b>1.42</b>	<b>17.02%</b>
0.9	1,121,590,703	1.42	17.05%
0.8	1,129,566,485	1.42	17.09%
0.7	1,137,542,267	1.43	17.12%
0.6	1,145,518,049	1.43	17.16%
0.5	1,153,493,831	1.43	17.19%
0.4	1,161,469,613	1.44	17.23%

Beneficio Costos Operativo			
Sensibilidad	VPN	B/C	TIR
1.6	2,016,117,029	1.68	20.06%
1.5	1,887,972,309	1.63	19.56%
1.4	1,759,827,590	1.59	19.05%
1.3	1,631,682,870	1.55	18.54%
1.2	1,503,538,151	1.50	18.04%
1.1	1,375,393,431	1.46	17.53%
<b>1</b>	<b>1,247,248,712</b>	<b>1.42</b>	<b>17.02%</b>
0.9	1,119,103,993	1.38	16.51%
0.8	990,959,273	1.33	16.00%
0.7	862,814,554	1.29	15.48%
0.6	734,669,834	1.25	14.97%
0.5	606,525,115	1.20	14.45%
0.4	478,380,395	1.16	13.94%

Beneficio Ahorro en Tiempo			
Sensibilidad	VPN	B/C	TIR
1.6	3,184,102,438	2.07	23.86%
1.5	2,861,293,483	1.96	22.77%
1.4	2,538,484,529	1.85	21.67%
1.3	2,215,675,575	1.74	20.54%
1.2	1,892,866,621	1.64	19.39%
1.1	1,570,057,666	1.53	18.22%
<b>1</b>	<b>1,247,248,712</b>	<b>1.42</b>	<b>17.02%</b>
0.9	924,439,758	1.31	15.79%
0.8	601,630,804	1.20	14.51%
0.7	278,821,849	1.09	13.19%
0.6	- 43,987,105	0.99	11.81%
0.5	- 366,796,059	0.88	10.35%
0.4	- 689,605,014	0.77	8.78%

## ii) Riesgos del proyecto.

El riesgo más significativo dentro del análisis de sensibilidad consiste en un aumento del costo de inversión en infraestructura en un rango significativamente superior al 50%, ya que bajo este escenario, la TIRS del proyecto se reduciría significativamente, pero a pesar de este escenario de estrés el rendimiento sería similar a la tasa de descuento cercana al 12%. El otro riesgo para la rentabilidad del proyecto es una disminución del 50% de reducción del tiempo estimado; esto implicaría que los buses articulados registraran un recorrido promedio de 12.50 Km/h, lo cual resulta sumamente bajo de acuerdo a la evidencia internacional y nacional para unidades que se desplazan en concreto reforzado, carril confinado, estaciones espaciadas a más de 400 mts. entre sí y semaforización con preferencia en intersecciones viales.

El “proyecto” tiene el riesgo de que las velocidades promedio de los buses articulados no se lleguen a alcanzar y esto no genere los ahorros en los traslados. Esta situación podría resultar por la ausencia de un programa de semaforización que priorice el trayecto de buses articulados, un mal diseño de las intersecciones con otros modos de transporte y/o vialidades, carriles confinados en mal estado o bien por diseño de estaciones a distancia inferiores a 250 metros entre sí; sin embargo, aun a pesar de una disminución de la velocidad promedio del tiempo de traslado, el rendimiento del proyecto continuaría por encima de la tasa de descuento. En el análisis de sensibilidad en ningún escenario de estrés el rendimiento social del proyecto registra un rendimiento inferior, incluso cercano, a la tasa de descuento.

El proyecto corre el riesgo de obra inconclusa o bien de deficiente calidad, ya sea por incumplimiento del contratista o bien por insuficiencia de recursos financieros; bajo este escenario, los ahorros proyectados no alcanzarían a generarse. Un riesgo mayor puede consistir en un incremento de los costos relativos con las rehabilitaciones de las obras en general, ya que resulta difícil prever las condiciones de las instalaciones con significativa antigüedad y bajo un contexto densamente poblado. El riesgo de un inadecuado programa de mantenimiento puede llegar a reducir los flujos de beneficios esperados además de incrementar los costos operativos, lo cual implicaría un aumento de la tarifa. El riesgo de no invertir en infraestructura de alimentación natural, como andadores peatonales, puede reducir el volumen de la demanda, ya que este componente representa cerca del 40% de los aforos del sistema.

El óptimo funcionamiento del modelo de transporte BRT, con todo lo que esto conlleva, resulta como un factor fundamental para la obtención de los beneficios sociales estimados; no obstante, el análisis financiero indica una suficiente rentabilidad para el inversionista privado. Un riesgo operativo significativo se identifica como el desinterés de los operadores de las rutas convencionales por transformarse del esquema de hombre-camión a un modelo de empresa. El modelo financiero presenta una atractiva rentabilidad para los posibles inversionistas con una TIR del 15.06% para la FASE II y con un Valor Presente Neto -VNP- a una tasa de descuento del 15% de MxP 504 para la FASE II. El escenario con mayor riesgo es que la relación con los operadores se radicalice negativamente hasta alcanzar procesos legales, los cuales impidan que se utilice la infraestructura creada; sin embargo, se

tiene la experiencia de la FASE I, en la cual los operadores del transporte han mostrado satisfacción por el marco institucional y por la rentabilidad del modelo.

Un riesgo mayor del proyecto consiste en una caída en la demanda esperada, ya que en dicho escenario, tanto la rentabilidad social como financiera podrían afectarse negativamente; sin embargo, los estudios de demanda, la vinculación de las rutas con los patrones de origen-destino de la ZMG, la imposibilidad de migrar a otro modo de transporte en los sistemas tronco-alimentadores, puesto que crea esquemas de monopolio operativo, la mayor frecuencia, el mejor servicio, los mayores estándares de seguridad, el menor costo integral del pasaje supone que son variables que brindan una mayor certidumbre sobre la factibilidad de la demanda.

Los riesgos antes mencionados estuvieron latentes en la FASE I *-actualmente operando con éxito-* y en su caso fueron mitigados cada uno de ellos. En este sentido, la experiencia operativa, técnica y presupuestal experimentada en la FASE I sin duda puede capitalizarse para mitigar riesgos potenciales en las troncales proyectadas de la FASE II.

#### Evaluación Financiera de la Empresa Concesionaria del Transporte.

Si bien la evaluación financiera de la operación del sistema *Macrobús* no se integra como un insumo de la *Evaluación Social del Análisis Costo-Beneficio*, la factibilidad financiera, así como la sustentabilidad del modelo de negocio resultan fundamentales para el pleno aprovechamiento de la infraestructura que se pretende desarrollar con el proyecto de BRT y por ende se clasifica como un riesgo del proyecto. La evaluación financiera de la FASE II pretende determinar la conveniencia de la tarifa de operación propuesta en el modelo de negocio.

El modelo de negocio para el operador del sistema *Macrobús* pretende alcanzar los siguientes objetivos:

1. Que la tarifa sea suficiente para el pago del financiamiento del material rodante para el operador.
2. Que la tarifa genere una rentabilidad aceptable para el operador en la industria de transporte y servicios, la cual pretende ser superior a una TIR del 15% pero no mayor del 25%.
3. La tarifa debe contribuir a la mayor demanda de usuarios, esto en relación con la alta elasticidad de la tarifa a la demanda.
4. El modelo financiero debe ser sustentable para evitar que el gobierno tenga que intervenir con recursos fiscales para subsidiar la operación del sistema.

El modelo de concesión al operador prevé un plazo de 11 años o un millón de kilómetros recorridos por unidad, lo cual coincidentemente es el periodo de vida útil de los autobuses articulados. El mecanismo de compensación del operador se establece en un esquema de pago por kilómetro para las unidades articuladas *-definidos como 18 metros-* sin menoscabo de la cantidad de pasajeros que logren transportar, mientras que las unidades alimentadoras *-12 metros-* prevén un pago combinado de 50% por kilómetro recorrido y 50% por pago. Este mecanismo de pago se orienta a

eliminar la desalineación de incentivos como sucede en “La guerra del centavo”. Para el caso de la FASE II, la compensación al operador es similar al contrato de operación de la FASE I, que establece un pago de MxP 25.00 pesos por kilómetro recorrido de autobús articulado y un pago compuesto para autobús alimentador a razón de 50% de MxP 8.80 por kilómetro y MxP 2.00 por pasajero transportado.

### iii) Riesgo de retraso de entrada en operación del proyecto.

En un proyecto de esta complejidad, el cual involucra la interrelación de acciones técnicas, financieras y políticas siempre existe el riesgo latente que el inicio de operación sufra retrasados de al menos de un año. Estos retrasos pueden surgir derivados de una serie de factores como (i) Retraso en las obras de infraestructura, (ii) Impugnaciones de fallos de procesos licitación, (iii) procesos de negociación con operadores de vehículos convencionales más complicados que los previstos originalmente, (iv) restricciones financieras, entre otras. Como resultado a estos posibles escenarios se realizó un ejercicio para estimar los rendimientos sociales del proyecto FASE II Macrobus, bajo la premisa que tuviera un año de retraso en su operación.

Valor Presente de Costo	-	3,239,362,998
Buses	-	617,095,267
Inversión en Infraestructura	-	2,251,790,179
Externalidades Construcción	-	291,116,805
Mantenimiento.	-	79,360,748
Valores Presente de los Beneficios		4,008,286,302
Costo Operativo		1,139,909,062
Ahorro en Tiempo		2,859,482,824
Valor Residual		8,894,416
Valor Presente Neto Social		768,923,304
Tasa Interna de Retorno Social		14.82%
Relación Beneficio/Costo		1.24
TIRI		15.14%

No obstante que el proyecto resulta sensible al retraso de un año en operación, los indicadores de rentabilidad se mantienen por encima de la tasa de descuento mínima aceptable del 12%. Por ejemplo, la TIRS resultante es del 14.82%, en comparación

con una TIRS del 17.02, bajo el escenario sin retraso. El Valor Presente Neto Social, bajo este escenario registra MxP 768.9 millones, esto en comparación con MxP 1,247.2 millones del escenario sin retraso.

#### iv) Riesgo Empresa Operadora de Transporte.

El modelo financiero para la FASE II registra una rentabilidad de 15.06%, así como un Valor Presente Neto -VNP- de MxP 504 con una tasa de descuento del 15%. Estos supuestos parten de la estructura tarifaria arriba descrita de *MxP 5.00 primer troncal o alimentador, MxP 1.00 para segundo transbordo, MxP 2.50 para transbordo a tren eléctrico-*.

Empresa Operadora	
Tasa de descuento para calcular el VNP	15%
Autobus - Flujo de caja NPV (k MXN)	504
Autobus - Valor por vehículo (Tronco-equivalente) (k MXN)	3
TIR	15.06%

Costos operacionales -Total (k MXN)	292,512	
Costos operacionales año 1 - Empresa Operadora (k MXN)	292,512	
		% de ingreso
Sistema de ingreso año 1 (k MXN)	464,458	100%
Sistema de costo año 1 (k MXN)	23,319	5.0%
Ingresos después de las deducciones del sistema año 1 (k MXN)	441,139	95.0%
Pago total al sistema de los operadores	440,951	94.9%
Ingreso de los operadores de autobuses año 1 (k MXN)	414,477	89.2%
Recaudación año 1 (k MXN)	26,474	5.7%
Gestión de la agencia - extra (k MXN)	-	0.0%
Superávit (deficit) año 1 (k MXN)	188	

v) Proyección de ingresos:

Tabla 21. Proyección de los ingresos FASE II

m revenue (k MXN)											
Fare revenue	464,458	464,458	464,458	464,458	464,458	464,458	464,458	464,458	464,458	464,458	464,458
Advertisement revenue	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>System revenue</b>	<b>464,458</b>										
Deductions	23,319	23,319	23,319	23,319	23,319	23,319	23,319	23,319	23,319	23,319	23,319
<b>System revenue after system deductions</b>	<b>441,139</b>										
Total payment to system operators	440,547	440,547	440,547	440,547	440,547	440,547	440,547	440,547	440,547	440,547	440,547
System surplus	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591

vi) Estado de Resultados:

Tabla 22. Estado de Resultados FASE II

	yr 1 2009	yr 2 2010	yr 3 2011	yr 4 2012	yr 5 2013	yr 6 2014	yr 7 2015	yr 8 2016	yr 9 2017	yr 10 2018	yr 11 2019
Financial statement - Bus operator (k MXN)											
Revenue - Mark up calc	457,265	457,265	457,265	457,265	453,167	453,167	453,167	453,167	453,167	453,167	453,167
Revenue - Mark up adopted	414,073	414,073	414,073	414,073	414,073	414,073	414,073	414,073	414,073	414,073	414,073
<b>Bus operator revenue</b>	<b>414,073</b>	<b>414,073</b>	<b>414,073</b>	<b>414,073</b>	<b>414,073</b>						
Taxes	8,281	8,281	8,281	8,281	8,281	8,281	8,281	8,281	8,281	8,281	8,281
Deposit tax	8,281	8,281	8,281	8,281	8,281	8,281	8,281	8,281	8,281	8,281	8,281
<b>Net revenue</b>	<b>405,792</b>	<b>405,792</b>	<b>405,792</b>	<b>405,792</b>	<b>405,792</b>						
Operational costs	293,193	293,193	293,193	293,193	289,513	289,513	289,513	289,513	289,513	289,513	287,244
<b>EBITDA</b>	<b>0.27</b>	<b>112,598</b>	<b>112,598</b>	<b>112,598</b>	<b>116,278</b>	<b>116,278</b>	<b>116,278</b>	<b>116,278</b>	<b>116,278</b>	<b>116,278</b>	<b>118,548</b>
Depreciation and amortization	118,515	118,515	118,515	118,515	136,715	36,675	36,675	36,675	36,675	275	36,675
<b>EBIT</b>	<b>(5,917)</b>	<b>(5,917)</b>	<b>(5,917)</b>	<b>(5,917)</b>	<b>(20,437)</b>	<b>79,603</b>	<b>79,603</b>	<b>79,603</b>	<b>79,603</b>	<b>116,003</b>	<b>81,873</b>
Non operational revenue	-	-	-	-	18,200	-	-	-	-	-	18,200
Non operational expenses	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Net financial revenue (expense)</b>	<b>(53,980)</b>	<b>(45,580)</b>	<b>(35,928)</b>	<b>(26,434)</b>	<b>(34,323)</b>	<b>(23,130)</b>	<b>(11,237)</b>	<b>(2,598)</b>	<b>(0)</b>	<b>(0)</b>	<b>(16,285)</b>
<b>Profit before tax</b>	<b>(59,896)</b>	<b>(51,496)</b>	<b>(41,845)</b>	<b>(32,350)</b>	<b>(36,560)</b>	<b>56,474</b>	<b>68,366</b>	<b>77,006</b>	<b>79,603</b>	<b>116,003</b>	<b>83,788</b>
Tax	-	-	-	-	-	-	-	-	9,947	40,934	28,693
<b>Profit after tax</b>	<b>(59,896)</b>	<b>(51,496)</b>	<b>(41,845)</b>	<b>(32,350)</b>	<b>(36,560)</b>	<b>56,474</b>	<b>68,366</b>	<b>77,006</b>	<b>69,657</b>	<b>75,069</b>	<b>55,096</b>

vii) Flujo de efectivo:

Tabla 23. Flujo de efectivo FASE II

Free cash flow											
Profit after tax	(59,896)	(51,496)	(41,845)	(32,350)	(36,560)	56,474	68,366	77,006	69,657	75,069	55,096
(+) Depreciation and amortization	118,515	118,515	118,515	118,515	136,715	36,675	36,675	36,675	36,675	275	36,675
(=) Operating Cash Flow	58,619	67,019	76,670	86,165	100,155	93,149	105,041	113,681	106,332	75,344	91,771
(+) Loan	418,240	-	-	-	182,000	-	-	-	-	-	182,000
(-) CAPEX	596,700	-	-	-	182,000	-	-	-	-	-	182,000
(-) Initial capital integration	3,850	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Working capital	(5,290)	-	-	-	71	-	-	-	-	-	69
(-) Principal repayment	38,234	74,268	72,068	72,068	72,068	90,268	90,268	36,400	-	-	18,200
(-) Current debt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(=) Free Cash Flow	(156,636)	(7,249)	4,603	14,097	28,017	2,881	14,773	77,281	106,332	75,344	73,502
Cash flow - Yr beginning	-	(156,636)	(163,885)	(159,282)	(145,185)	(117,168)	(114,287)	(99,514)	(22,233)	84,099	159,443
Cash flow - Yr end	(156,636)	(163,885)	(159,282)	(145,185)	(117,168)	(114,287)	(99,514)	(22,233)	84,099	159,443	232,944

## VII Conclusiones

El resultado de una inacción en materia de infraestructura de transporte masivo en la Zona Metropolitana de Guadalajara acarrea una serie de consecuencias negativas para la mayor parte de los actores involucrados, como operadores de transporte, ciudadanía, reguladores y usuarios. Por una parte, el modelo de *hombre-camión* presenta una serie de ineficiencias operativas, las cuales potencialmente se traducirán en incremento de tarifas a la población sin que esto necesariamente conlleve a un mejor servicio al usuario en términos de calidad y frecuencia. La saturación de la infraestructura urbana ha reducido la velocidad cruceo promedio del transporte colectivo convencional, lo cual reduce el nivel de ingreso de las unidades convencionales, aumenta los gastos operativos y genera un mayor nivel de emisiones contaminantes, incrementa los consumos de combustibles fósiles, además de reducir la velocidad promedio del resto de los usuarios privados.

El incremento de permisionarios con una población con crecimiento moderado ha provocado una suma cero, en la cual las unidades de transporte convencional han reducido su nivel de aforo diario, lo que implica una drástica disminución en el *Índice de Pasajero Transportado por Kilómetro por Sentido* IPK y, por ende, una disminución de la relación ingreso/gasto por unidad, así como un aumento de emisiones contaminantes por pasajero transportado. El sistema de incentivos a los operadores de la unidades convencionales registra una perversidad, ya que al pagar por pasajero transportado en un contexto de disminución paulatina de aforos y velocidades cruceo promedio provoca un incentivo a la imprudencia vial -*Guerra del centavo*-. Finalmente, la inercia histórica de implementación de rutas ha creado una superposición de vías de transporte urbano con reducida vinculación entre sí y con diseños radiales que no necesariamente responden a las necesidades de origen y destino de la urbe.

Con base en la evidencia empírica internacional y las condiciones de demanda y tarifa registradas en la ZMG, el modelo de transporte *Bus Rapid Transit -BRT-* es un mecanismo eficiente para transitar de un modelo de *hombre-camión* a un esquema de empresa de transporte. Este mecanismo permite que los operadores se conviertan en propietarios de la empresa de transporte y además empleados de la misma, lo cual permite reducir riesgos de involucramiento y de aversión al cambio. El modelo de BRT permite obtener beneficios derivados de un menor costo operativo, mayores velocidades cruceo, mayor mantenimiento preventivo, lo cual permite traducirse en menor costo de tarifa para el usuario y aumento en el nivel de provisión de calidad del servicio. El sistema BRT representa una de las opciones con mayor costo beneficio dentro del contexto de las soluciones de transporte masivo urbano, ya que con una inversión inferior a USD 6 millones por kilómetro de infraestructura permiten transportar hasta 40,000 pasajeros por hora sentido. Adicionalmente, la implementación de un modelo de BRT resulta una solución óptima tanto para las características de densificación de la ZMG como también para los niveles de suficiencia presupuestal con que cuenta el gobierno del estado para resolver las ineficiencias del transporte colectivo metropolitano.

La implementación del proyecto no está orientada a resolver problemáticas de transporte vinculadas con saturación del sistema actual, sino que el objetivo consiste en hacer más eficiente el modelo vigente, de manera que el transporte colectivo

pueda ser sustentable en términos de espacios, tanto físicos como financieros.

Con base en el análisis realizado se concluye que los beneficios identificados como reducción de costos operativos, beneficio de reducción de tiempo, inversión en material rodante y valor de rescate sobrepasan los costos del proyectos definidos como requerimientos de infraestructura para troncales, inversión en material rodante de la troncal, costo de externalidades negativas durante la construcción y costo de mantenimiento por un horizonte proyectado de 30 años.

La evaluación económica de la *FASE II*- genera resultados positivos, como una Tasa Interna de Retorno Social equivalente al 17.02%, la cual resulta superior a la tasa de descuento empleada del 12%. El proyecto genera flujos positivos de Valor Presente Neto por MxP 1,247.2 millones y registra una proporción positiva en la estimación costo versus beneficio con flujos con tasa de descuento del 1.38%.

Finalmente, el proyecto resultó viable a pesar de los análisis de sensibilidad que estresaban el comportamiento de los flujos bajo escenarios adversos, como un incremento de los costos de inversión equivalentes al 60% o bien la caída de cada uno de los cuatro componentes del beneficio -*eficiencia de operativa, reducción en tiempo, inversión en material rodante y valor de rescate*- a razón negativa del 50%. En todos los escenarios de estrés que se corrieron, tanto con los costos como con los beneficios, en ningún caso se obtuvo alguna observación inferior a una Tasa Interna de Retorno Social del 12%.

Los beneficios del proyecto son mayores que los costos sociales, por lo cual la sociedad en su conjunto tendría un beneficio mayor mediante la implementación del proyecto. Adicionalmente, las problemáticas descritas en la situación actual (Incentivos negativos de la Guerra del centavo, modelo endémico hombre-camión, reducidos niveles del IPK, entre otros) pueden encontrar una solución mediante la implementación del modelo de movilidad que considera el proyecto, este escenario no resulta alcanzable mediante la implementación única de las propuestas optimizadas.

**ANEXO I: Rutas de transporte antes del proyecto.**

Ruta	Longitud de ruta	I		II		III		Total general	
		m	%	m	%	m	%	m	%
101-V1	37,516	119	0.32					119	0.32
101-V2	39,262	119	0.30					119	0.30
102	26,715	215	0.81	15,813	59.19			16,029	60.00
102A	35,540	215	0.61	13,088	36.83			13,303	37.43
102B	37,579	215	0.57	12,757	33.95			12,972	34.52
103	22,306			612	2.74			612	2.74
110	19,715	253	1.28	4,735	24.02			4,987	25.30
110A	26,848	270	1.01	4,735	17.63			5,005	18.64
13	72,834	1,066	1.46	10,280	14.11			11,346	15.58
136	30,246	859	2.84			6,334	20.94	7,193	23.78
136A	32,288	16	0.05	528	1.64	1,049	3.25	1,594	4.94
142	45,940	1,304	2.84	4,213	9.17			5,517	12.01
142A	45,160	7,093	15.71	2,605	5.77			9,697	21.47
15	39,903			2,433	6.10			2,433	6.10
153	30,627	1,870	6.11			222	0.72	2,092	6.83
153A	37,483	1,870	4.99			919	2.45	2,790	7.44
156	25,978	342	1.31			318	1.22	660	2.54
160	41,268			8,100	19.63			8,100	19.63
161	56,597			6,875	12.15			6,875	12.15
162	46,541			6,875	14.77			6,875	14.77
163	36,268			6,875	18.96			6,875	18.96
165	46,704			8,346	17.87			8,346	17.87
166	34,485			8,346	24.20			8,346	24.20
167	35,544			8,346	23.48			8,346	23.48
169	36,136			8,346	23.10			8,346	23.10
170	68,955			126	0.18			126	0.18
171-HSFV1	46,006	196	0.43			10,802	23.48	10,998	23.91
171-HSFV2	51,061	196	0.38			10,802	21.15	10,998	21.54
174-V1	48,789	4,880	10.00			4,854	9.95	9,734	19.95
174-V2	48,789	4,880	10.00			4,854	9.95	9,734	19.95
175A	59,812	1,252	2.09	127	0.21			1,380	2.31
176	45,171	1,115	2.47	240	0.53	26,018	57.60	27,373	60.60
176A	36,738	1,115	3.04	240	0.65	10,802	29.40	12,157	33.09
176B	56,040	1,115	1.99	240	0.43	25,839	46.11	27,194	48.53
176C	33,655	1,115	3.31	240	0.71	20,035	59.53	21,390	63.56
177A	67,793	123	0.18			25,839	38.11	25,962	38.30
177-V1	72,065	196	0.27			25,075	34.79	25,271	35.07
177-V2	72,393					24,189	33.41	24,189	33.41
178A-V1	59,109					195	0.33	195	0.33
178A-V2	59,929					195	0.33	195	0.33
178-V1	63,733	196	0.31	15,321	24.04	1,422	2.23	16,939	26.58
178-V2	66,540			15,321	23.02	2,053	3.09	17,374	26.11
180	78,709					10,056	12.78	10,056	12.78
180A-V1	62,011					10,056	16.22	10,056	16.22
180A-V2	61,259					10,056	16.42	10,056	16.42
180B	49,994			1,813	3.63	3,247	6.49	5,060	10.12

182	65,350	821	1.26					821	1.26
182A-V1	52,041	821	1.58					821	1.58
182A-V2	54,014	821	1.52					821	1.52
183A	54,970	541	0.98	212	0.39			753	1.37
183-V1	53,528	541	1.01	212	0.40			753	1.41
183-V2	54,290	541	1.00	212	0.39			753	1.39
19	74,358	802	1.08	11,461	15.41	1,055	1.42	13,318	17.91
190-V1	46,384			496	1.07			496	1.07
190-V2	47,844			63	0.13			63	0.13
19A	67,292	802	1.19	9,967	14.81			10,769	16.00
200	23,426			6,158	26.29	3,957	16.89	10,115	43.18
207	34,323	5,944	17.32	10,380	30.24	2,053	5.98	18,377	53.54
214	47,035	207	0.44	182	0.39	20	0.04	408	0.87
231	55,804			37,091	66.47			37,091	66.47
231A	52,823	2,398	4.54	31,106	58.89			33,504	63.43
231B	58,163			22,558	38.78	1,714	2.95	24,272	41.73
231C	50,645	2,398	4.74	29,971	59.18			32,369	63.91
231D	49,251			37,091	75.31			37,091	75.31
24	61,101			126	0.21			126	0.21
249	50,803	342	0.67					342	0.67
25	56,448			9,167	16.24			9,167	16.24
258	58,740	342	0.58			8,817	15.01	9,159	15.59
258A	43,442	10,134	23.33					10,134	23.33
258A-CUAAD	20,429	12,016	58.82					12,016	58.82
258A-PAN	20,218	12,016	59.43					12,016	59.43
258B	31,731	342	1.08			4,347	13.70	4,688	14.78
258D-V1	57,506	1,870	3.25			476	0.83	2,346	4.08
258D-V2	57,759	1,870	3.24			476	0.82	2,346	4.06
26	67,247			3,176	4.72			3,176	4.72
27	52,512			999	1.90	2,717	5.17	3,716	7.08
275A-CEN	50,474	840	1.67	10,155	20.12	178	0.35	11,174	22.14
275A-REV	44,211			25,529	57.74			25,529	57.74
275B	60,657	2,398	3.95	26,135	43.09			28,534	47.04
275C	24,116			13,523	56.07			13,523	56.07
275D	26,829			19,503	72.69			19,503	72.69
275E	42,989			15,677	36.47			15,677	36.47
275F	46,486			22,718	48.87			22,718	48.87
275F-CON	33,157			8,100	24.43			8,100	24.43
275-V1	64,889			24,219	37.32	431	0.66	24,650	37.99
275-V2	66,388			24,219	36.48	431	0.65	24,650	37.13
27A	49,799			999	2.01	1,981	3.98	2,980	5.98
30	57,948			1,618	2.79			1,618	2.79
300	57,990			2,608	4.50			2,608	4.50
30A	45,482			847	1.86			847	1.86
320-C1	30,131	74	0.24	685	2.27	1,614	5.36	2,373	7.87
320-C2	30,349	74	0.24	685	2.26	1,614	5.32	2,373	7.82
321	30,580			1,358	4.44	2,268	7.42	3,626	11.86
33	49,354					619	1.25	619	1.25
330	41,280	16	0.04	613	1.49	472	1.14	1,101	2.67
330A	29,323	90	0.31	212	0.72	198	0.67	499	1.70
333	25,864	195	0.76			289	1.12	484	1.87

333A	31,983	195	0.61			5,202	16.26	5,397	16.88
33A	35,130					776	2.21	776	2.21
350-V1	38,579	342	0.89			1,987	5.15	2,328	6.03
350-V2	39,119	250	0.64	68	0.17	1,987	5.08	2,305	5.89
360A-V1PM	34,269	193	0.56	316	0.92			509	1.48
360A-V2AC	25,049	467	1.86	6	0.03	178	0.71	651	2.60
368	60,585			4,526	7.47	3,810	6.29	8,336	13.76
368A	40,921	2,909	7.11	165	0.40	565	1.38	3,638	8.89
371-N	44,129	1,597	3.62			257	0.58	1,854	4.20
371-S	43,655	1,597	3.66					1,597	3.66
373-N	28,937	2,395	8.28	316	1.09	6	0.02	2,717	9.39
373-S	28,528	2,830	9.92					2,830	9.92
380-C1	67,178			277	0.41			277	0.41
380-C2	67,254			565	0.84			565	0.84
45A-V1	27,575	207	0.75			20	0.07	226	0.82
45A-V2	27,504	207	0.75			20	0.07	226	0.82
45-T	45,203	4,211	9.32					4,211	9.32
45-V	45,081	4,211	9.34					4,211	9.34
45-V1	30,118	212	0.70			20	0.07	231	0.77
45-V2	29,726	212	0.71			20	0.07	231	0.78
50	41,440			2,591	6.25			2,591	6.25
500	21,310					8,107	38.04	8,107	38.04
51	49,902	36	0.07	3,690	7.39	22	0.05	3,748	7.51
51C	64,581	1,076	1.67	4,369	6.76	20	0.03	5,464	8.46
52	32,368			13,400	41.40			13,400	41.40
52A-M	33,215			9,611	28.94			9,611	28.94
52A-MH	24,512			13,400	54.67			13,400	54.67
52A-SR	33,658			9,611	28.56			9,611	28.56
52B	35,733			13,400	37.50			13,400	37.50
52C	26,108	5,548	21.25	127	0.49			5,675	21.74
52C-HSF	51,075	5,548	10.86	127	0.25			5,675	11.11
52D	24,385			12,557	51.50			12,557	51.50
54A	38,271	11,949	31.22	5,577	14.57	3,740	9.77	21,266	55.57
54-CT-V1	39,289	9,840	25.04	11,224	28.57			21,064	53.61
54-SD-V2	38,244	9,840	25.73	11,224	29.35			21,064	55.08
55	52,570	821	1.56	12,725	24.21	178	0.34	13,724	26.11
59	57,043			2,057	3.61			2,057	3.61
59A	49,326					62	0.12	62	0.12
600	31,748	25,581	80.58					25,581	80.58
602	23,814	860	3.61	2,900	12.18			3,759	15.79
603A-V1	19,373	528	2.73			851	4.40	1,380	7.12
603A-V2	26,140	528	2.02			474	1.81	1,002	3.83
603B	18,068	1,496	8.28					1,496	8.28
604-1	18,118					2,818	15.55	2,818	15.55
604-2	18,479	74	0.40			658	3.56	731	3.96
604A	41,058			482	1.17			482	1.17
605	50,739					4,291	8.46	4,291	8.46
608	40,936					7,886	19.26	7,886	19.26
60-V1	37,137	25,080	67.53					25,080	67.53
60-V2	37,637	25,080	66.64					25,080	66.64
61	22,891	4,648	20.30					4,648	20.30

610	30,342			1,409	4.64			1,409	4.64
611	28,442			5,398	18.98			5,398	18.98
614-BT	44,330					683	1.54	683	1.54
614-JDR	44,456					683	1.54	683	1.54
615	28,846			6,444	22.34			6,444	22.34
615A	35,525			1,642	4.62	683	1.92	2,325	6.54
616	29,982	253	0.84	977	3.26	178	0.59	1,408	4.69
619	53,627			520	0.97	5,165	9.63	5,685	10.60
61B-VV	40,754	19,384	47.56					19,384	47.56
621-A	20,495	9,700	47.33	212	1.03			9,911	48.36
621-P	20,733	10,504	50.66	212	1.02			10,715	51.68
622-1	26,505	137	0.52					137	0.52
622-2	27,060	137	0.51	165	0.61	68	0.25	370	1.37
624	34,815	926	2.66					926	2.66
62A	31,123	27,110	87.11					27,110	87.11
62-C7	34,831	21,234	60.96					21,234	60.96
62C-A	30,775	18,078	58.74					18,078	58.74
62C-SCV	37,062	18,078	48.78					18,078	48.78
62C-VERG1	28,102	18,157	64.61					18,157	64.61
62C-VERG2	34,120	19,384	56.81					19,384	56.81
62D-V1	19,669	14,886	75.68					14,886	75.68
62D-V2	20,572	14,886	72.36					14,886	72.36
62-T	36,271	22,681	62.53					22,681	62.53
63	23,301	2,538	10.89					2,538	10.89
631	33,539			10,249	30.56			10,249	30.56
631A	25,180			10,249	40.70			10,249	40.70
633A	30,428			21,695	71.30			21,695	71.30
633-V1	44,201			21,695	49.08			21,695	49.08
633-V2	35,101			22,197	63.24			22,197	63.24
633-V3	32,121			22,197	69.11			22,197	69.11
634-V1	38,201			391	1.02			391	1.02
634-V2	38,141			391	1.03			391	1.03
635A	41,760			4,137	9.91			4,137	9.91
635B	35,795			2,242	6.26			2,242	6.26
636A-V1	33,700			6,667	19.78			6,667	19.78
636A-V2	27,313			7,382	27.03			7,382	27.03
636-V1	31,463			5,237	16.64			5,237	16.64
636-V2	26,880			5,237	19.48			5,237	19.48
637-V1	28,537			5,237	18.35			5,237	18.35
637-V2	29,244			5,237	17.91			5,237	17.91
639	29,264					206	0.70	206	0.70
639A	25,747					439	1.71	439	1.71
640	41,864			1,327	3.17			1,327	3.17
640-TUT	38,054			1,327	3.49			1,327	3.49
641-A	20,831			3,329	15.98			3,329	15.98
641A-A	31,734			3,329	10.49			3,329	10.49
641A-B	31,387			3,632	11.57			3,632	11.57
641-B	19,769			3,632	18.37			3,632	18.37
643-V1	42,231	1,492	3.53	626	1.48	1,180	2.80	3,298	7.81
643-V2	52,960	1,492	2.82	626	1.18	1,180	2.23	3,298	6.23
644A-A	27,651	1,504	5.44	332	1.20	9,363	33.86	11,200	40.50

644A-C	20,577	1,504	7.31	332	1.61	7,474	36.32	9,311	45.25
644A-K13	34,319	1,504	4.38	332	0.97	10,802	31.47	12,638	36.82
644A-L	28,532	1,504	5.27	332	1.16	11,240	39.39	13,076	45.83
644A-T	19,120	1,504	7.87	332	1.73	8,152	42.64	9,988	52.24
644B-C	34,661	116	0.33	18,433	53.18			18,549	53.51
644B-CE	28,384	1,504	5.30	8,081	28.47	178	0.63	9,763	34.40
644B-J	34,661	116	0.33	18,433	53.18			18,549	53.51
644B-SP	30,252	1,504	4.97	8,291	27.41	178	0.59	9,974	32.97
645A-CON	33,682	3,077	9.13					3,077	9.13
645A-P13	39,715	1,125	2.83			565	1.42	1,690	4.25
645-ARB	41,530	1,412	3.40			565	1.36	1,976	4.76
645-HSF	59,766	3,442	5.76					3,442	5.76
645-TOP	33,353	3,363	10.08					3,363	10.08
646	49,844			3,830	7.68	62	0.12	3,892	7.81
647-V1	26,262	190	0.72	1,856	7.07	578	2.20	2,624	9.99
647-V2	26,514	190	0.72	1,856	7.00	578	2.18	2,624	9.90
648	38,524			553	1.43	297	0.77	850	2.21
66	41,624	8,836	21.23			5,132	12.33	13,968	33.56
701-CA1	32,186	4,054	12.59					4,054	12.59
701-CB2	32,397	3,969	12.25					3,969	12.25
702-V1	34,773			1,368	3.93			1,368	3.93
702-V2	35,720			1,368	3.83			1,368	3.83
703-NH	32,883			3,771	11.47			3,771	11.47
703-T	33,106			3,828	11.56			3,828	11.56
706-N	51,520			38,941	75.58			38,941	75.58
706-TLQ	59,740			21,595	36.15	431	0.72	22,026	36.87
707-CA	50,218	38	0.07	20,356	40.53	748	1.49	21,141	42.10
707-CB	49,892	38	0.08	20,567	41.22	748	1.50	21,353	42.80
709	50,136	207	0.41			20	0.04	226	0.45
70-A	45,747			165	0.36	6,105	13.34	6,269	13.70
70-B	44,819			165	0.37	6,068	13.54	6,233	13.91
710	43,080	253	0.59	2,899	6.73	178	0.41	3,330	7.73
78	38,217			3	0.01	1,030	2.69	1,033	2.70
80	29,464					318	1.08	318	1.08
80A	31,724			6,799	21.43	1,028	3.24	7,827	24.67
80B	32,735					1,348	4.12	1,348	4.12
CHAP	64,815	123	0.19			25,118	38.75	25,241	38.94
GF-01	66,759	821	1.23					821	1.23
GF-03	74,534			612	0.82	4,375	5.87	4,987	6.69
OTE	53,038	196	0.37	15,321	28.89	1,422	2.68	16,939	31.94
VI-01	66,459	821	1.24					821	1.24

## ANEXO II: Rutas Modificadas

ORGANIZACIÓN	RUTA	VIA	Nº ALIMENTADOR
Servicios y Transportes	160		A2-01
Servicios y Transportes	161		A2-04
Servicios y Transportes	162		A2-05
Servicios y Transportes	163		A2-06
Servicios y Transportes	165		A2-14
Servicios y Transportes	166		A2-15
Servicios y Transportes	167		A2-16
Servicios y Transportes	169		A2-17
Sistecozome Eléctrico	200		A2-45 Y A2-46
Alianza de Camioneros	207		A2-34
Servicios y Transportes	231		A2-18 Y A2-37
Servicios y Transportes	231	231A	A2-19, A2-38, A2-39 Y A2-40
Servicios y Transportes	231	231C	A2-20, A2-38, A2-39 Y A2-40
Servicios y Transportes	275		A2-33
Servicios y Transportes	275A	275A-CEN	A2-30, A2-31 Y A2-32
Servicios y Transportes	275B		A2-21 Y A2-48
Servicios y Transportes	275F		A2-02
Servicios y Transportes	275F	275F-CONOS	A2-03
Alianza de Camioneros	52		A2-24
Alianza de Camioneros	52A-MH		A2-21
Alianza de Camioneros	52B		A2-24
Alianza de Camioneros	52D		A2-22
Alianza de Camioneros	54		A2-25
Alianza de Camioneros	54A		A2-26
Sistecozome Subrogado	631		A2-11
Sistecozome Subrogado	631A		A2-12
Sistecozome Subrogado	633	633-V1	A2-07
Sistecozome Subrogado	633	633-V2	A2-08
Sistecozome Subrogado	633	633-V3	A2-09
Sistecozome Subrogado	635	CIRCUITO	A2-10
Sistecozome Subrogado	636	636-V1	A2-13, A2-23 Y A2-47
Sistecozome Subrogado	636	636-V2	A2-47
Sistecozome Subrogado	636A	636A-V1	A2-18
Sistecozome Subrogado	636A	636A-V2	A2-19
Sistecozome Subrogado	637	637-V1	A2-44
Sistecozome Subrogado	644B	644B-CE	A2-28 Y A2-29
Sistecozome Subrogado	644B	644B-SM	A2-41
Sistecozome Subrogado	644B	644B-C	A2-42
Sistecozome Subrogado	644B	644B-J	A2-43
Linea Tur	706	706-TLQ	A2-13 Y A2-36
Alianza de Camioneros	80A		A2-27 A2-35

## Ampliación de la Alimentadora 03 Fase 1

Sistecozome Subrogado	15	
Alianza de Camioneros	110	
Linea Tapatia	110A	
Sistecozome Subrogado	142	
Sistecozome Subrogado	142A	
Guadalajara el Salto	178	178-V1
Guadalajara el Salto	178	178-V2
Alianza de Camioneros	190-V1	
Sistecozome Diesel	19	
Sistecozome Diesel	19A	
Sistecozome Subrogado	24A	24A-La Magdalena
Sistecozome Subrogado	24A	24A-Vistas
Alianza de Camioneros	258A	
Sistecozome Subrogado	25	
Sistecozome Diesel	300	
Alianza de Camioneros	30	
Alianza de Camioneros	30A	
Sistecozome Subrogado	320	
Sistecozome Subrogado	321	
Alianza de Camioneros	50	
Alianza de Camioneros	52	
Alianza de Camioneros	52A	
Alianza de Camioneros	52A-SR	
Alianza de Camioneros	52B	
Alianza de Camioneros	54	
Sistecozome Subrogado	602	
Sistecozome Subrogado	611	
Sistecozome Subrogado	615	
Sistecozome Subrogado	616	
Sistecozome Subrogado	629B	
Sistecozome Subrogado	634	
Sistecozome Subrogado	635A	
Sistecozome Subrogado	635B	
Sistecozome Subrogado	637-V2	
Sistecozome Subrogado	640	
Sistecozome Subrogado	640	640-TUT
Sistecozome Subrogado	641	
Sistecozome Subrogado	641A	
Sistecozome Subrogado	647	647-V1
Sistecozome Subrogado	647	647-V2
Linea Turquesa	703	
Linea Tur	707	707-CA
Linea Tur	707	707-CB
Línea Cardenal	710	
Servicios y Transportes	102	
Servicios y Transportes	103	

Servicios y Transportes	102A
Servicios y Transportes	102B
Servicios y Transportes	231B
Servicios y Transportes	231D
Servicios y Transportes	275A-REV
Servicios y Transportes	275C
Servicios y Transportes	275D
Servicios y Transportes	275-V2
Sistecozome Subrogado	320-C2
Alianza de Camioneros	52A-M
Sistecozome Subrogado	634-V2
Linea Tur	702 ambas vías

### ANEXO III: Metodología de la encuesta origen y destino.

Los objetivos del estudio de demanda multimodal de desplazamientos para el cual las encuestas de origen y destino sirven como fuente de información, de acuerdo a los términos de referencia de la licitación (documento TEC-16), son:

- Actualizar y complementar el “Estudio de Origen y Destino 2002-2003”, mediante la realización de encuestas domiciliarias y aforos de validación.
- Conocer las características básicas de la demanda de movilidad de la población en sus diferentes modos (peatonal, ciclista, transporte público y transporte privado).
- Evaluar escenarios, cuantificar impactos de los modos de viaje, configurar y sobreponer las redes de transporte y vialidad.
- Obtener datos sobre desplazamientos multi-modales de un día típico entre semana que permitan calibrar y validar el macromodelo de demanda de desplazamientos (MDD).

#### Zonificación del estudio.

La zonificación básica del área de estudio en la “Encuesta de Origen-Destino 2002-2003” consideraba 280 zonas, 46 distritos y 8 súper distritos (municipios), mientras que en el estudio reciente correspondiente a 2007-2008, el ejercicio de actualización derivó en 478 zonas (471 dentro del área de estudio y 7 correspondientes a los accesos carreteros donde se asignaron los viajes foráneos), 51 distritos y 8 súper distritos (municipios).

#### Descripción del diseño muestral:

- a. **Encuesta domiciliaria:** Muestreo aleatorio estratificado por conglomerados con probabilidad igual de ser seleccionada la vivienda. Se aplicó un brinco sistemático con arranque aleatorio de 1 de cada 5 viviendas. Las unidades de referencia para el muestreo fueron las AGEB's. De las 1,535 AGEB's de la Zona Conurbada de Guadalajara (ZMG) se consideraron 1,240 “estadísticamente convenientes” y 295 “estadísticamente no convenientes” fueron excluidas del marco muestral por tener muy baja densidad poblacional. De las 1,240 restantes se aplicó un muestreo aleatorio estratificado con asignación proporcional; esta asignación garantiza un modelo autoponderado en el proceso de estratificación. Para establecer la cantidad de hogares a entrevistar se utilizaron las viviendas habitadas como unidad muestral. La distribución del tamaño de muestra diseñada de la encuesta domiciliaria se presenta a continuación:

Tabla 24. Encuesta domiciliaria

MUNICIPIO	VIVIENDAS			MUESTRA		
	RURALES	URBANAS	TOTALES	RURALES	URBANAS	TOTALES
GUADALAJARA	13	382,093	382,106	-	2,209	2,209
IXTLAHUACÁN	2,351	3,118	5,469	14	18	32
JUANACATLÁN	829	1,934	2,763	5	11	16
EL SALTO	1,389	22,910	24,299	8	132	140
TLAJOMULCO DE ZÚNIGA	6,433	44,570	51,003	38	257	295
TLAQUEPAQUE	745	122,835	123,580	4	711	715
TONALÁ	1,390	84,168	85,558	8	487	495
ZAPOPAN	3,373	273,064	276,437	18	1,580	1,598
TOTAL	16,523	934,692	951,215	95	5,405	5,500

- b. **Encuesta en sitios atractores.** Para llevar a cabo el estudio de la encuesta de origen y destino en los sitios de empleo se realizó un muestreo aleatorio estratificado por conglomerados con probabilidad igual de ser seleccionado. Las unidades de referencia para el muestreo fueron las UE (unidades económicas) que registra el INEGI. La muestra representa las unidades económicas de la Zona Metropolitana de Guadalajara y es importante precisar que se hicieron algunos ajustes en la distribución de la muestra propuesta originalmente con base en el avance de información obtenida en la primera FASE de levantamiento de encuestas de origen y destino de la etapa de ampliación de sitios de empleo concluida en el mes de junio de 2008. La muestra original resultaba representativa del universo de sitios de empleo de la Zona Metropolitana de Guadalajara por tamaño y sector, reflejando una conformación significativamente mayoritaria de microempresas, lo cual afectaba la captación y alimentación de información suficiente para el macromodelo de estimación de la demanda de desplazamientos. De tal forma que, con los ajustes dirigidos a disminuir la proporción de microempresas para aumentar aquellas con mayor atracción, se obtuvo la siguiente distribución muestral final aplicada:

Tabla 25. Encuesta en sitios atractores

MUNICIPIO	TOTAL UNIDADES ECONOMICAS					
	TAMAÑO GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	GENERADOR	TOTAL
GUADALAJARA	8	10	19	107	1	145
IXTLAHUACAN				2		2
JUANACATLAN				1		1
EL SALTO	1		2	3		6
TLAJOMULCO	1		1	6	1	9
TLAQUEPAQUE	3	7	4	10	4	28
TONALA		2	6	9		17
ZAPOPAN	4	5	22	16	2	49
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>24</b>	<b>54</b>	<b>154</b>	<b>8</b>	<b>257</b>

- c. **Encuesta en accesos carreteros.** Se utilizó un muestreo aleatorio estratificado y cada estrato fue determinado como cada acceso carretero y por tipo de vehículo (pasajeros y de carga); de esta forma se consideraron 14 estratos. No se aplicaron cuotas por vehículos de carga y de pasajeros y se diseñó un cuestionario por tipo de vehículo. El tamaño de muestra no fue predefinido, se levantó la cantidad de encuestas que permitió el flujo vehicular del acceso carretero en un solo sentido (el de salida de la ZMG).

Tabla 26. Encuesta en accesos carreteros

VERTIENTE	PERIODOS DE LEVANTAMIENTO DE CAMPO	TAMAÑO DE MUESTRA APLICADA	CARÁCTERÍSTICAS DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN (CUESTIONARIO)
Domiciliaria	16 de noviembre al 21 de diciembre de 2007	5,534 hogares  (El total de la población entrevistada móvil fue de 17,721 (92%) habitantes que reportó al menos un desplazamiento en un día medio laborable, mientras 1,506 (8%) no presentaron desplazamiento.)	A todos los habitantes de cada vivienda seleccionada se les preguntó el itinerario de viajes realizados el día anterior, escenarios alternativos futuros y percepción de problemática de movilidad en general y de transporte público.  (Contenido de tipo de preferencias reveladas (RP) y preferencias declaradas (SP))
Accesos Carreteros	11, 15 y 17 de enero de 2008	7 accesos carreteros que conectan a la ciudad con el exterior.  (Colima, Chapala, libre y de cuota Zapotlanejo, Saltillo, Colotlán, Nogales)	Se diseñaron cuestionarios para “vehículos de carga” y vehículos de pasajeros”, el cuestionario incluyó itinerario de viajes sólo con datos de domicilio de origen y destino.
Sitios Atractores (De Empleo y Generadores Especiales)	15 de febrero al 7 de marzo de 2008	25 empresas y 3 generadores especiales  (Los sitios de empleo cubren actividades de Industria, Servicios, Comercio y Educación, por su parte los tres generadores fueron el aeropuerto y las centrales de autobuses antigua y nueva)	Se diseñaron cuestionarios para “empleados”, “visitantes” y “vehículos comerciales” en sitios de empleo y “usuarios” de generadores especiales.  (Sólo a empleados se preguntó itinerario de viajes, al resto de segmentos se les preguntaba el origen y destino inmediatos a la visita al sitio atractor)
Ampliación de Sitios Atractores (De Empleo y Generadores Especiales)	20 de mayo al 20 de junio y del 1 de agosto al 15 de septiembre de 2008	224 sitios de empleo y 5 generadores especiales adicionales  (Los cinco generadores adicionales fueron “Vallarta y Aviación”, “Alcalde y Experiencia”, Colón y Periférico Sur”, “Plaza Portal de Calzado”, “El Álamo”)	Se utilizaron los mismos cuestionarios de la primera fase de sitios atractores que corresponden únicamente a preguntas de preferencia revelada, es decir de comportamiento actual de la movilidad.

A continuación se muestra un cuadro resumen de los datos provenientes de todas las vertientes complementarias de las encuestas OD que integran la base de datos final que sirvieron para alimentar la construcción de las matrices del macromodelo de demanda multimodal de la ZMG:

Tabla 27. Resumen complementario de las encuestas

	VALOR NOMINAL (NÚMERO DE ENTREVISTAS APLICADAS)	VALOR PONDERADO (CON FACTOR DE EXPANSIÓN)	VIAJES GENERADOS POR DÍA
<b>RESIDENTES DE LA ZMG</b>	<b>33,510</b>	<b>4,298,817</b>	<b>9,782,048</b>
Habitantes Domiciliaria	19,227	4,284,534	9,750,036
Empleados	5,594	5,594	14,806
Usuarios	1,472	1,472	2,123
Visitantes	6,191	6,191	12,378
Vehículos de pasajeros	1,026	1,026	2,705
<b>NO RESIDENTES EN LA ZMG</b>	<b>1,750</b>	<b>208,018</b>	<b>422,524</b>
Empleados	107	17,092	38,268
Usuarios	705	17,252	18,466
Visitantes	205	155,805	311,610
Vehículos de pasajeros	733	17,869	54,180
<b>MOVILIDAD DE BIENES</b>	<b>1,091</b>	<b>489,064</b>	<b>507,552</b>
Conductores de Vehículos Comerciales en Sitios de Empleo	421	477,897	477,897
Conductores de Vehículos de Carga interceptados en accesos carreteros	670	10,258	29,655
<b>TOTAL</b>	<b>36,351</b>		<b>10'712,124</b>

El factor de expansión utilizado para el tratamiento de la información obtenida por habitante en la encuesta domiciliaria de origen y destino se construyó a partir de la proyección de la población de la Zona Metropolitana de Guadalajara al 1 de enero de 2008, con base en datos del Consejo Nacional de población (CONAPO), que arroja un total de 4'298,715 (la diferencia con el valor ponderado resulta del efecto de redondeo). Asimismo se utilizó una ponderación en dos procesos; el primero considerando género, actividad económica y niveles de bienestar y el segundo por población en cada microzona que agrupa un conjunto de AGEB's.

En el caso de empleados, visitantes, usuarios y conductores de vehículos de pasajeros que dijeron tener su lugar de residencia en la ZMG, éstos fueron tratados como residentes e incorporados a su microzona de domicilio, pero sólo con un valor de 1 para minimizar el efecto de su agregación.

Por su parte, el factor de expansión para quienes fueron entrevistados en los sitios atractores que manifestaron un lugar de residencia fuera de la ZMG, se realizó una estimación promedio de atracción por unidad económica según sector y por tamaño, obteniendo así un total de 16 estratos y extrapolando al universo total de unidades económicas. Mientras en lo que respecta a los conductores de vehículos de pasajeros no residentes de la ZMG se les atribuyó su valor en función de su proporción en los aforos mecánicos de accesos carreteros. Del mismo modo, con referencia a la elevación de resultados de la movilidad de bienes y en el caso específico de los vehículos de carga fue generado a partir de los aforos mecánicos que se llevaron a cabo durante 24 horas en cada acceso carretero.

Finalmente, el otro segmento que conforma la mayor parte de la estimación de la movilidad de bienes, es decir, los vehículos comerciales tuvieron como factor de expansión el promedio de atracción por unidad económica según sector y por tamaño.

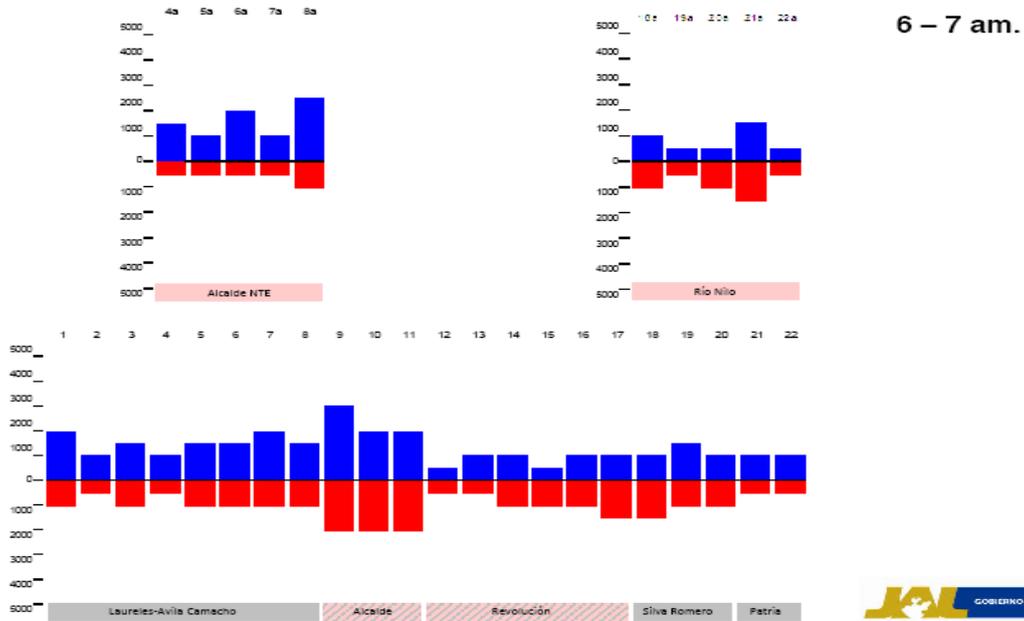
Tabla 28. Promedio de atracción por unidad económica

TAMAÑO	SECTOR	UES	ENCUESTAS	ESTIMACIÓN	EMPRESAS	PROMXUE	ATRACCION
GRANDE	BASICO	255	35	50	5	10.00	2,550
GRANDE	COMERCIO	166	29	29	2	14.50	2,407
GRANDE	EDUCACION	33	4	6	3	2.00	66
GRANDE	SERVICIOS	180	127	127	7	18.14	3,266
MEDIANA	BASICO	1,066	18	18	4	4.50	4,797
MEDIANA	COMERCIO	484	19	46	7	6.57	3,181
MEDIANA	EDUCACION	63	2	6	5	1.20	76
MEDIANA	SERVICIOS	162	10	33	8	4.13	668
PEQUEÑA	BASICO	3,821	7	14	7	2.00	7,642
PEQUEÑA	COMERCIO	1,811	24	98	16	6.13	11,092
PEQUEÑA	EDUCACION	375	7	12	9	1.33	500
PEQUEÑA	SERVICIOS	1,609	26	60	22	2.73	4,388
MICRO	BASICO	18,401	8	22	13	1.69	31,140
MICRO	COMERCIO	71,535	74	376	73	5.15	368,454
MICRO	EDUCACION	717	2	7	6	1.17	837
MICRO	SERVICIOS	29,976	29	78	62	1.26	37,712
<b>TOTAL</b>		<b>130,654</b>	<b>421</b>	<b>982</b>	<b>249</b>		<b>478,775</b>

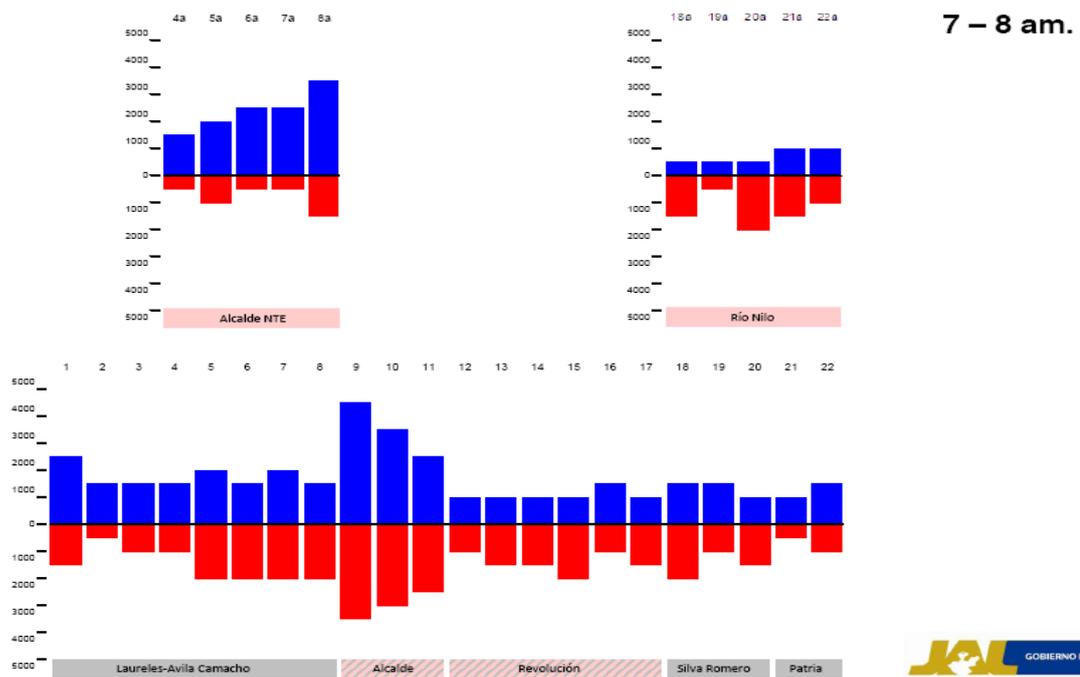
**ANEXO IV: Polígonos de carga.**

**Figura 14. Polígono de carga FASE II**

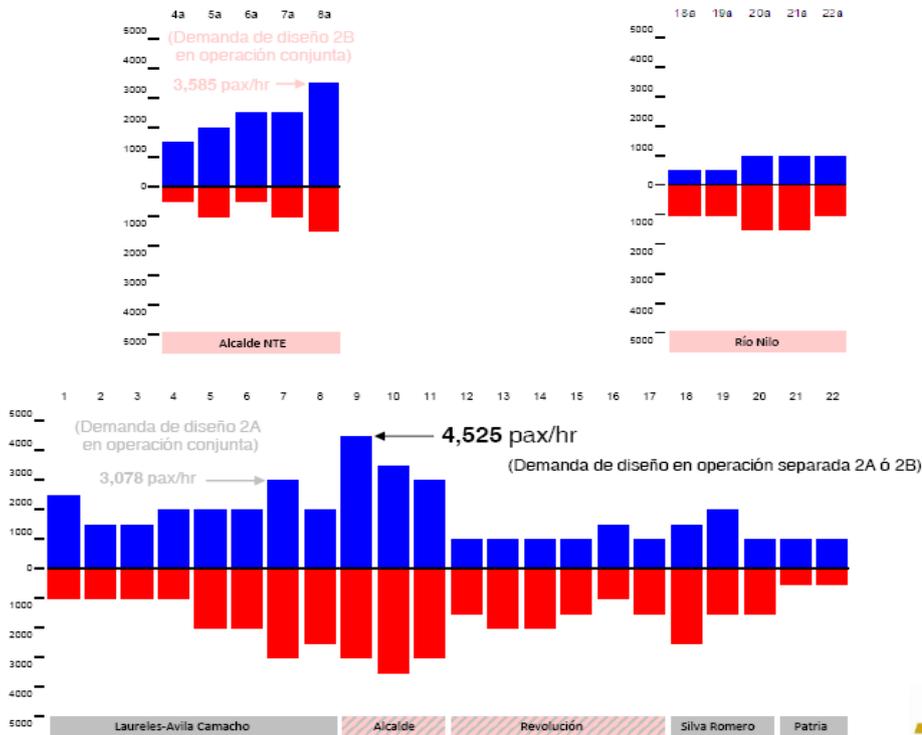
**Polígonos de Carga**



**Polígonos de Carga**

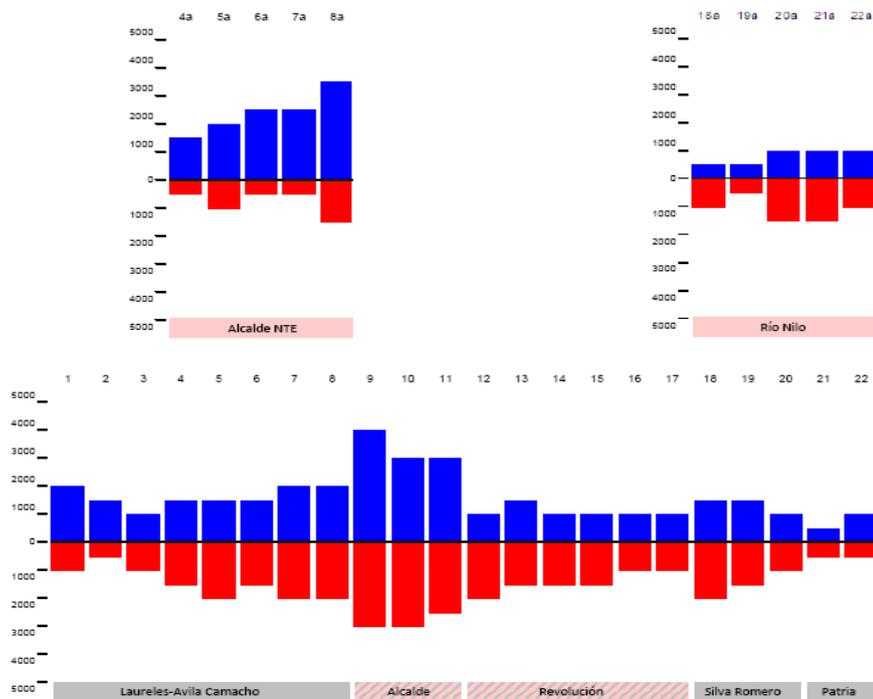


## Poligonos de Carga



**8 – 9 am.**

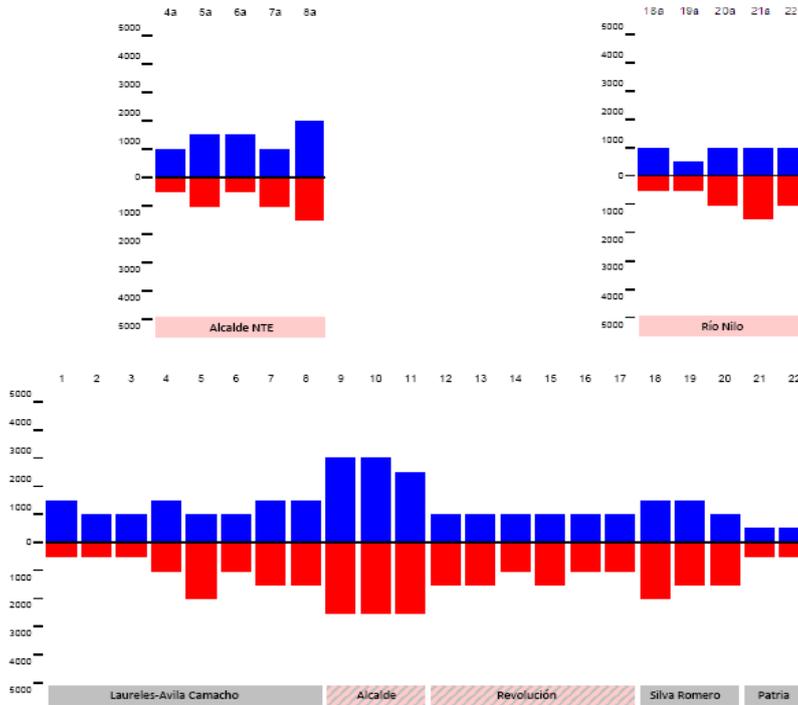
## Poligonos de Carga



**9 – 10 am.**

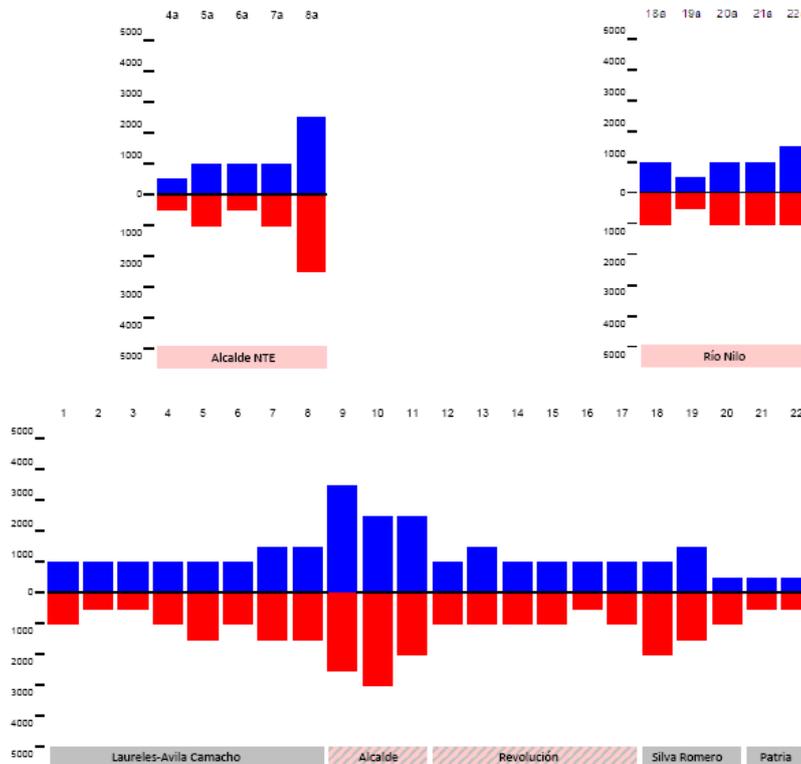
### Poligonos de Carga

10 - 11 am.

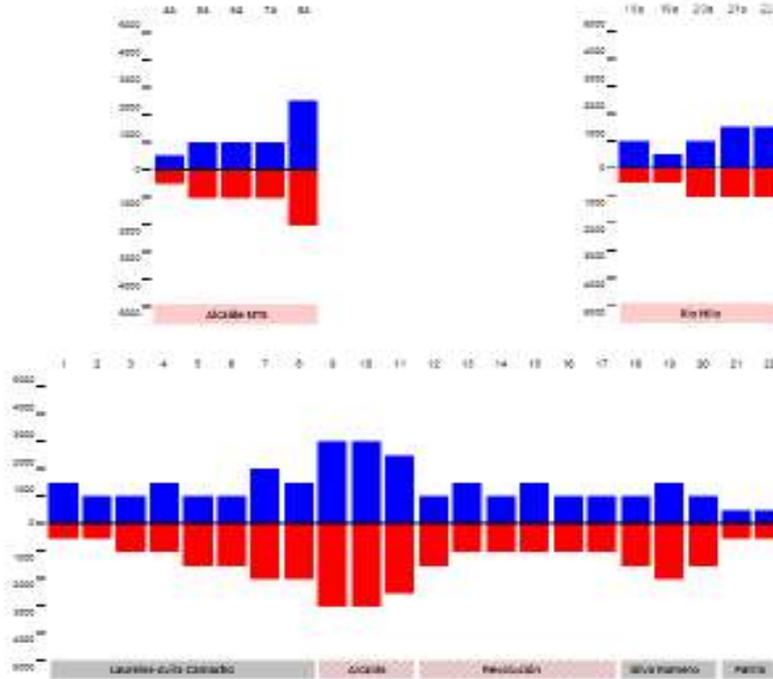


### Poligonos de Carga

11 - 12 am.

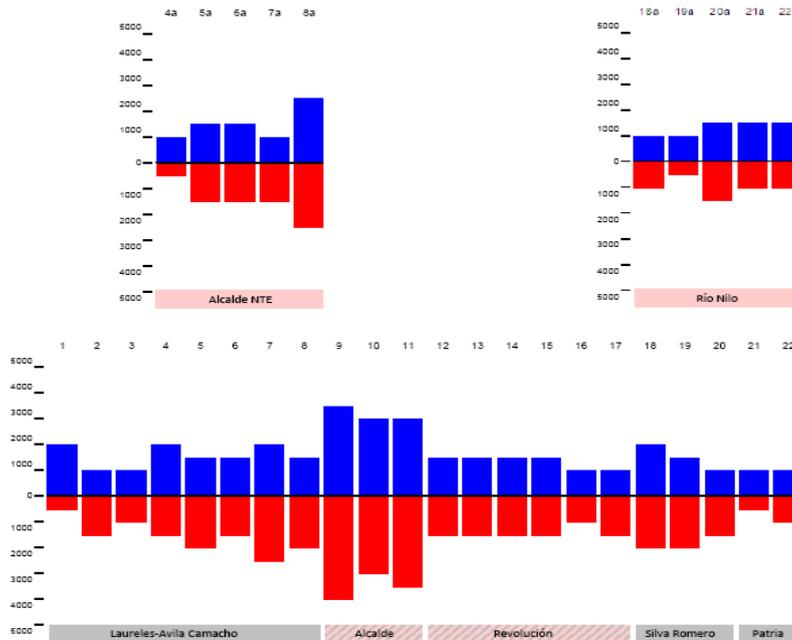


### Poligonos de Carga



12 - 1 pm.

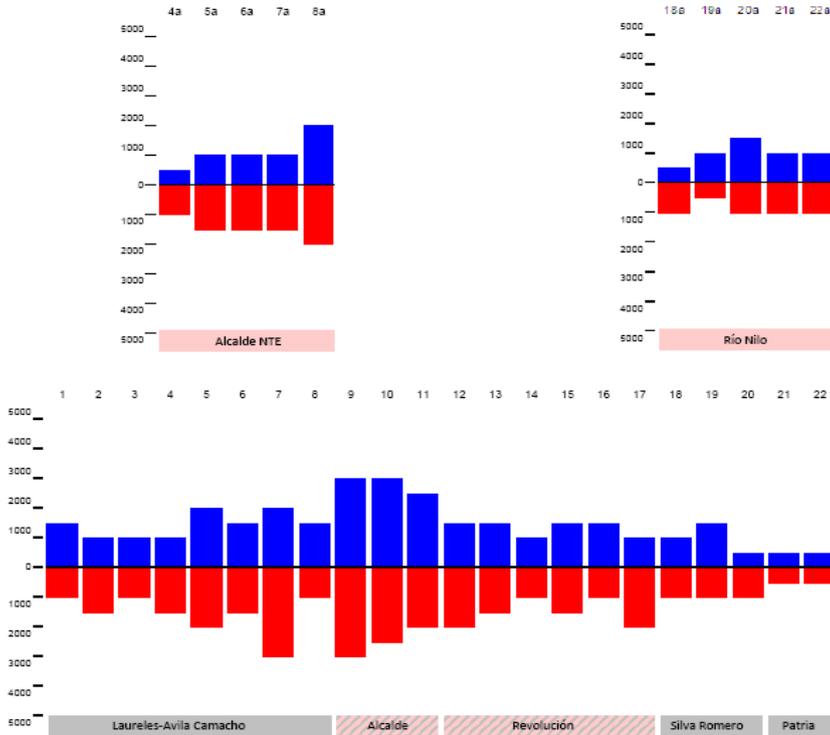
### Poligonos de Carga



1 - 2 pm.

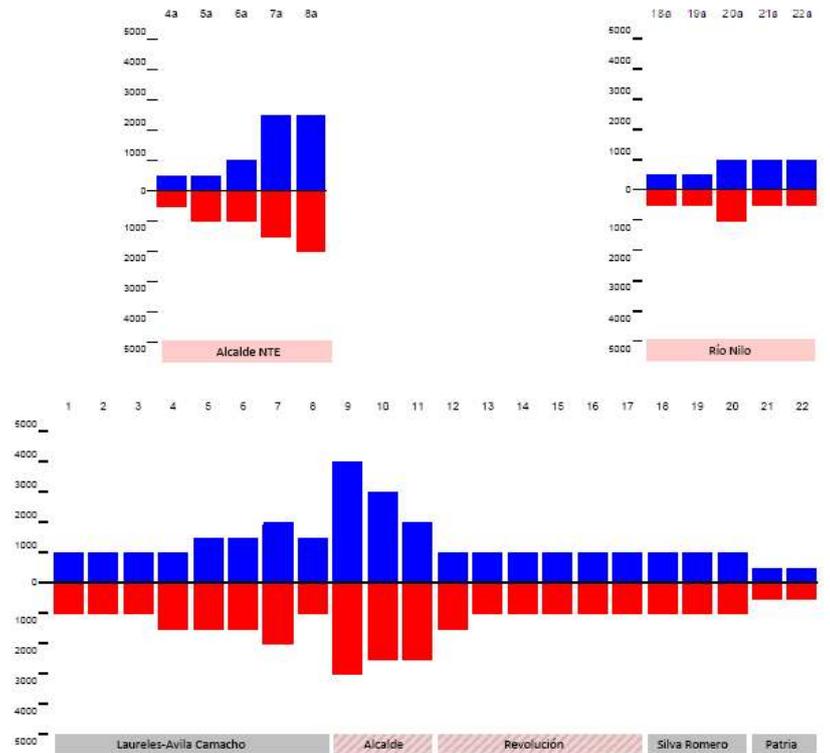
## Poligonos de Carga

2 - 3 pm.



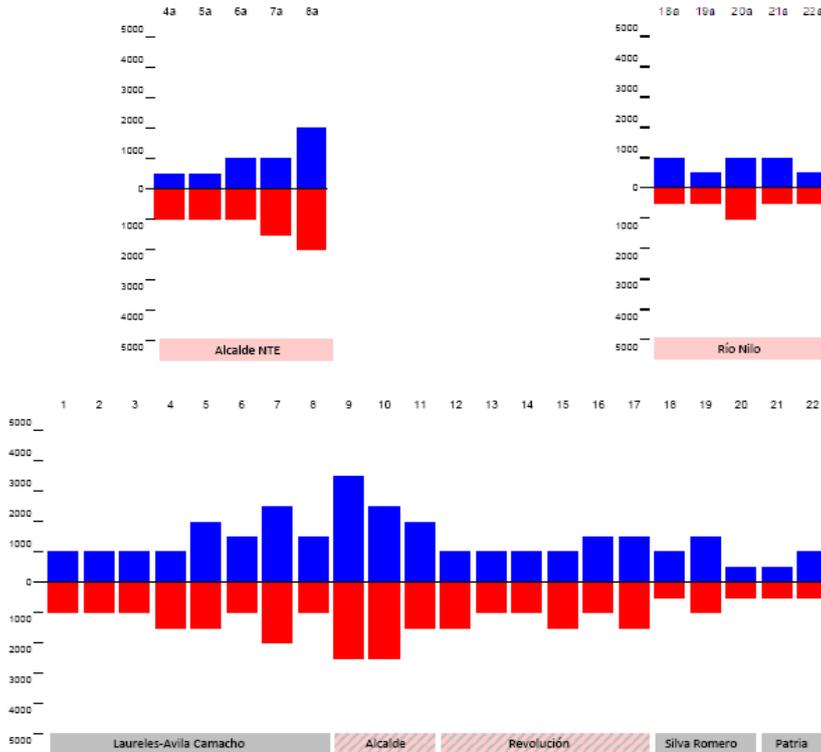
## Poligonos de Carga

4 - 5 pm.



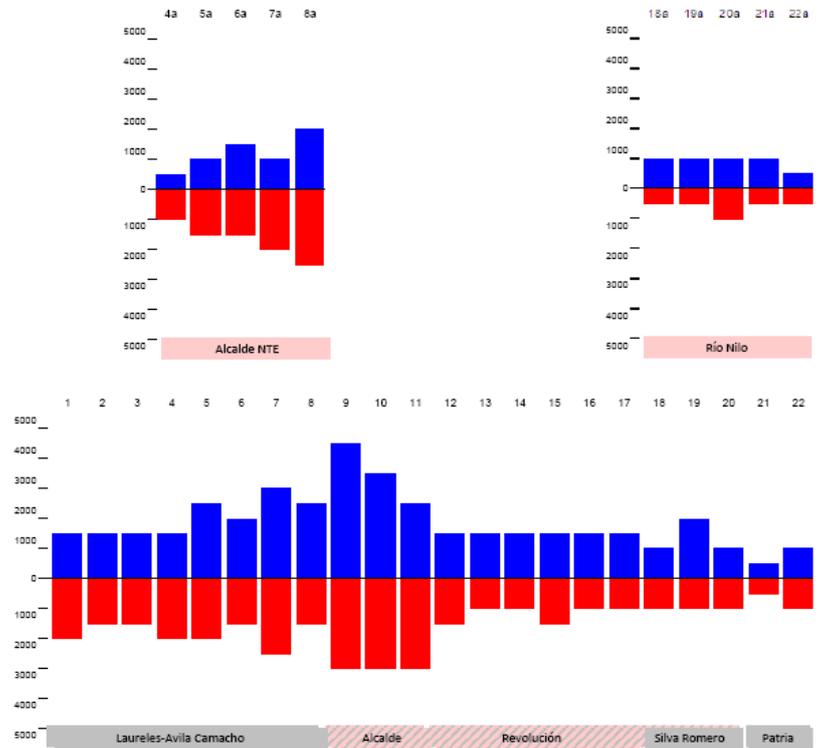
### Poligonos de Carga

5 - 6 pm.

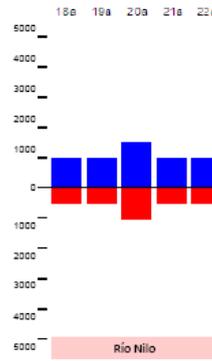
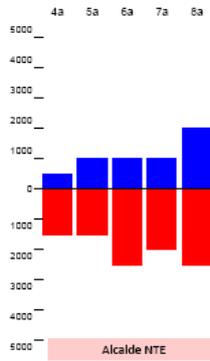


### Poligonos de Carga

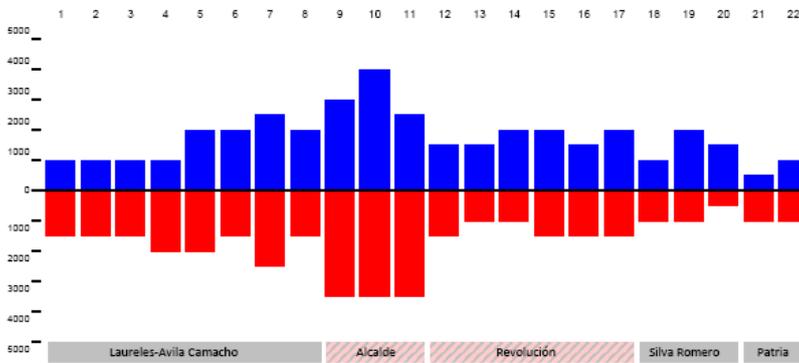
6 - 7 pm.



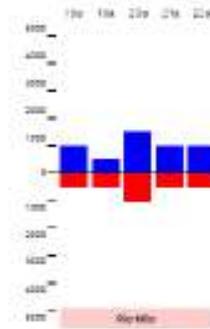
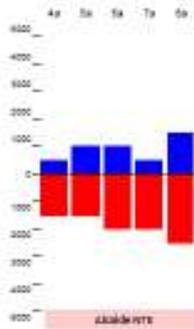
### Poligonos de Carga



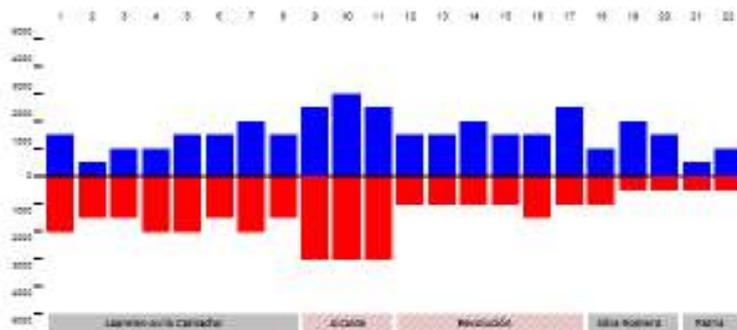
7 – 8 pm.



### Poligonos de Carga

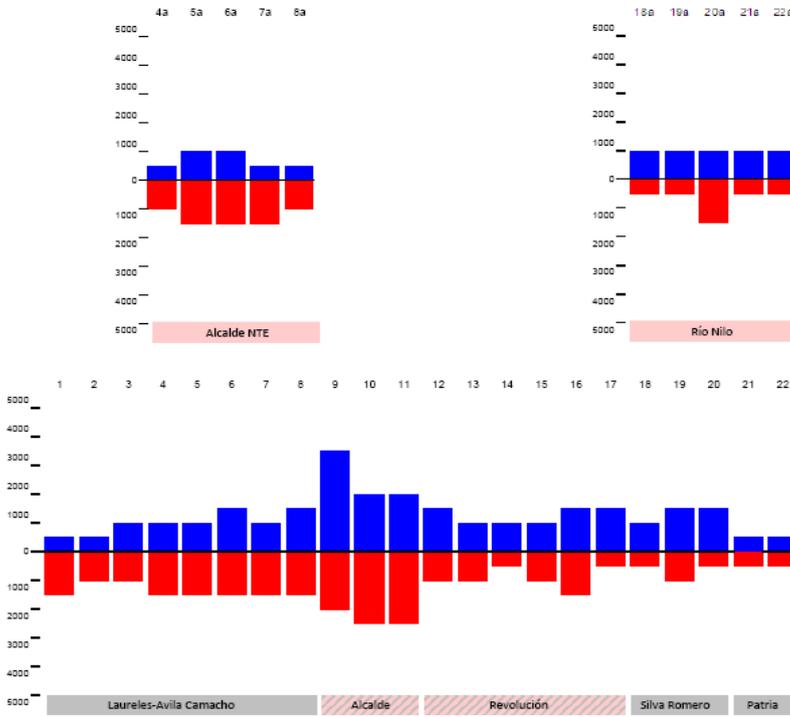


8 - 9 pm.



## Poligonos de Carga

9 - 10 pm.



## ANEXO VII. Detalle de Estudios de Viabilidad.

### Estudios y proyectos de movilidad

No	Concepto	Objetivo
1	Estudio de demanda	Determinar la medición del tránsito de vehículos, pasajeros en transporte colectivo, tiempos de recorrido y demoras para el diagnóstico de los sistemas de transporte en las líneas troncales del sistema de transporte masivo
2	Estudio de diagnóstico	Evaluar la situación actual del tránsito mediante los niveles del servicio, velocidades de desplazamiento, emisiones contaminantes y consumos de combustible
3	Proyecto geométrico	Proyecto ejecutivo de trazo geométrico de vialidades basado en alternativas y evaluado con base en el comportamiento del tránsito, niveles de servicio en los corredores y la definición de pronósticos
4	Proyecto de semaforización	Proyectar la reubicación de semáforos, tipos, características, tiempos y FASES, dentro del corredor de movilidad
5	Proyecto de estaciones	Definir el proyecto funcional de las estaciones para el ascenso y descenso de pasaje de las unidades del sistema masivo de transporte en las líneas de corredores troncales, tipificando y adaptándose físicamente a cada condición física en el corredor
6	Estudios de campo	Obtener información adicional basada en aforos y encuestas en la influencia directa o indirecta de las líneas troncales para la adecuación de los modelos de transporte y reestructuración del transporte colectivo
7	Diseño de rutas de desvío	Elaborar estrategias para mitigar los impactos en el tránsito por la ejecución de obras del sistema de transporte masivo mediante el proyecto de desvío de rutas alternas del tránsito mixto basados en macromodelos
8	Estudio topográfico	Geo-referenciar los elementos físicos, naturales, de infraestructura e ingresos a domicilios particulares existentes dentro de los corredores de movilidad para la definición de los proyectos ejecutivos
9	Estudio geotécnico	Determinar propiedades físicas del terreno, estratigrafía de los materiales, disposición de heterogeneidades, fallas, niveles freáticos, propiedades de los suelos y rocas para deducir su comportamiento mecánico a la carga expuesta
10	Proyecto de paisaje	Proyecto de ordenamiento visual, que considera la remoción de fachadas, eliminar elementos contaminantes visuales, arbolado, áreas verdes y paisaje urbano.

11	Estudio de impacto vial	Evaluar los impactos del tránsito a la vialidad mediante la medición del tráfico existente en las vías que se utilizarán para el ingreso/egreso del corredor, determinar los niveles de servicio, identificar todas las vías de comunicación que concurren, la capacidad de carga, aportar esquemas de circulación de vehículos desde todas las direcciones posibles para determinar el incremento del tránsito que se producirá por efecto de la implantación del sistema de transporte colectivo y los niveles de servicio resultantes a su vez, recomendación de medidas.
12	Estudio socioeconómico	Evaluar los impactos sociales que conlleva el costo en tiempo y dinero de los habitantes en las zonas de influencia del sistema y a nivel metropolitano
13	Estudio de impacto ambiental	Proyecto de evaluación de las condiciones actuales y el pronóstico de impacto que se tendrá en el medio ambiente en los corredores
14	Proyecto de señalética e imagen	Propuesta de señalamientos para la operación del sistema de transporte colectivo, información al tránsito, peatones y ciclistas que optimice la movilidad en los corredores
15	Proyecto de diseño de pavimentos	Diseñar los pavimentos mediante el cálculo para la carga en el tránsito de las unidades de transporte masivo para los corredores de movilidad
16	Proyecto de infraestructura subterránea	Proyecto ejecutivo sobre la adecuación de infraestructura de ingenierías, agua, drenaje, eléctrico, comunicaciones y alumbrado que contribuye a la mejora visual urbana
17	Proyecto de terminales	Desarrollar el proyecto de terminales para cada una de las FASES de los corredores de transporte colectivo que permitan la óptima operación del servicio de transporte para el sistema
18	Proyecto ejecutivo de la obra	Reseñar la evolución del transporte en la ciudad, elaborar las memorias de los estudios realizados en los corredores, integrar los documentos técnicos, proceso de definiciones y evaluación, indicadores de medición para la movilidad.
19	Proyecto integral de movilidad	Desarrollar las estrategias de integración de los sistemas masivos de transporte, redes alimentadoras, con base en la demanda, diseñar y dimensionar el sistema propuesto
20	Proyecto de ciclovías	Diseñar una red de ciclovías basadas en elementos técnicos e integradas a la red de transporte masivo que incentive la movilidad no motorizada y los sistemas públicos
21	Proyecto financiero	Analizar la factibilidad financiero-económica y proporcionar insumos de información para coadyuvar en el desarrollo de los modelos de negocios operacionales del sistema

## ANEXO VIII. Relación de normas y proyectos de normas

- i. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE 2005. Instalaciones eléctricas (utilización)
- ii. Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
- iii. Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS. Equipo de Protección Personal - Selección, Uso y Manejo en los Centros de Trabajo.
- iv. Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-1999. Relativa a las condiciones de edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-condiciones de seguridad e higiene.
- v. Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2001. Relativa a las condiciones de seguridad para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- vi. Norma Oficial Mexicana NOM-019-STPS-1993. Relativa a la constitución y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
- vii. Norma Oficial Mexicana NOM-021-STPS-1993. Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.
- viii. Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999. Relativa a las condiciones de iluminación que deberán tener los centros de trabajo.
- ix. Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-1998. Relativa a colores y señales de seguridad e higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos por tuberías.
- x. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- xi. Aclaración a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Aclaración que fue publicada el 06 de enero de 1997 en el Diario Oficial de la Federación.
- xii. Norma Oficial Mexicana NOM-002- SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales, a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
- xiii. Norma Oficial Mexicana NOM-006-CNA-1997. Fosas sépticas prefabricadas, especificaciones y métodos de prueba.
- xiv. Norma Oficial Mexicana NOM-041- SEMARNAT-1999. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- xv. Norma Oficial Mexicana NOM-042- SEMARNAT-2003. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos, cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.

- xvi. Norma Oficial Mexicana NOM-044- SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg.
- xvii. Norma Oficial Mexicana NOM-045- SEMARNAT-1996. Opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.
- xviii. Acuerdo por el que se reconocen como válidos para efectos de demostrar el cumplimiento de lo dispuesto por las normas oficiales mexicanas NOM-041-SEMARNAT-1999 y NOM-045-SEMARNAT-1996, los certificados o constancias emitidos conforme a las regulaciones y procedimientos de Estados Unidos de América y Canadá d.o.f. 03-noviembre-2006.
- xix. Norma Oficial Mexicana NOM-052- SEMARNAT-1993. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- xx. Norma Oficial Mexicana NOM-053- SEMARNAT-2005. Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- xxi. Norma Oficial Mexicana NOM-054- SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052- SEMARNAT-1996.
- xxii. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental -especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo
- xxiii. Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
- xxiv. Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- xxv. Norma Oficial Mexicana NOM-003-SCT2-1994. Para el transporte de materiales y residuos peligrosos. Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de materiales y residuos peligrosos
- xxvi. Norma Oficial Mexicana NOM-004-SCT2-1994. Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.
- xxvii. Norma oficial Mexicana NOM-005-SCT2-2000. Información de emergencia en transportación para el transporte de materiales y residuos peligrosos.

- xxviii. Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCT2-1994. Aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al autotransporte de materiales y residuos peligrosos.
- xxix. Norma oficial Mexicana NOM-007-SCT2-2002. Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de materiales y residuos peligrosos.
- xxx. Norma Oficial Mexicana NOM-009-SCT2-1994. Compatibilidad para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 1 explosivos.
- xxxi. Norma Oficial Mexicana NOM-028-SCT2-1994. Disposiciones especiales para los materiales y residuos peligrosos de la clase 3 líquidos inflamables transportados.
- xxxii. NOM-008-SCFI-2002 Sistema General de Unidades de Medida.
- xxxiii. NOM Serie B. Métodos de pruebas mecánicas para productos de acero estructural de alta resistencia.
- xxxiv. NOM Serie EE. Carretes de madera para conductores eléctricos y telefónicos.
- xxxv. NOM Serie J. Motores de inducción, transformadores de corriente, transformadores de potencia, productos eléctricos conductores, técnicas de prueba de alta tensión, cordones desnudos flexibles de cobre para usos eléctricos y electrónicos. Método de prueba de aislamiento.
- xxxvi. NOM Serie W. Clasificación de cobre.
- xxxvii. NOM Serie Z. Muestreo para inspección por atributos.
- xxxviii. NOM Serie 1-7 a 1-63. Equipos y componentes electrónicos, métodos de prueba para fuentes de alimentación utilizadas en telefonía, cargadores de baterías para uso industrial y de telecomunicaciones.
- xxxix. Métodos de prueba ambientales y de durabilidad

### Normas mexicanas

- i. NMX-CC-9000-IMNC-2000(ISO 9000:2000). Sistema de Gestión de Calidad. Fundamentos y vocabulario.
- ii. NMX-CC-9001-IMNC-2000 (ISO-9001:2000). Sistemas de Gestión de Calidad. Requisitos.
- iii. NMX-SSA-1401-IMNC-2004. Sistema de Gestión Ambiental. Especificación, con orientación para su uso.
- iv. NMX-CC-SAA-19011-IMNC-2002 (ISO 19011-2002). Directrices para la auditoría de los Sistemas de Gestión de la Calidad y/o Ambiental.
- v. NMX-CC-017/1: 1995 IMNC (equivalente a ISO 10012-1:1992). Requisitos de Aseguramiento de Calidad para Equipos de Medición. Parte 1: Sistema de Confirmación Metrológica para Equipo de Medición.
- vi. NMX-CC-002/4: 1996 INMC (equivalente a ISO 9000-4:1993). Administración de Calidad. Parte 4: Seguridad de Funcionamiento.
- vii. NMX -SAST-001-IMNC-2000. Sistema de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo. Especificación o la Norma internacional BSI OHSAS 18001:1999. Occupational Health and Safety Management System. Specification.