

Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Análisis Costo - Beneficio

Corredor troncal de transporte público Universidad-Tecnológico-Fuentes Mares para la ciudad de Chihuahua



Octubre 2010

CONTENIDO

Contenido	i
Índice de figuras	iv
Índice de tablas	vi
1. Resumen ejecutivo	1
1.1. Situación actual	3
1.2. Problemática	4
1.3. Descripción del proyecto	5
1.4. Situación con proyecto	6
1.5. Evaluación.....	7
1.6. Conclusiones y recomendaciones	8
2. Situación sin proyecto y posibles soluciones	10
2.1. Diagnóstico de la situación actual	10
2.2. Situación actual optimizada.....	10
2.3. Análisis de la oferta y demanda en la situación sin proyecto	11
2.3.1. Análisis de la oferta	12
2.3.2. Análisis de la demanda.....	21
2.3.3. Interacción oferta y demanda	41
2.4. Alternativas de solución.....	45
2.4.1. Matriz multicriterio	51
3. Descripción del proyecto	57
3.1. Descripción del plan integral de movilidad.....	57
3.1.1. Fase 1 de implantación – tramo norte – cuenca 1	59
3.1.2. Fase 2 de implantación – rutas de la cuenca 5.....	61
3.1.3. Fase 3 Implantación del corredor sur.....	62
3.2. Objetivo del proyecto.....	64
3.3. Propósito del proyecto.....	70
3.4. Componentes del Corredor UTF	71
3.4.1. Carril confinado	76
3.4.2. Flota vehicular	78
3.4.3. Estaciones y paradas	81
3.4.4. Terminales.....	85
3.4.5. Patios y talleres	87
3.4.6. Imagen urbana	88
3.4.7. Señalización y comunicación.....	89

3.4.8.	Semaforización.....	90
3.4.9.	Sistema de recaudo.....	90
3.4.10.	Sistema de control.....	92
3.4.11.	Fibra óptica y cámaras	92
3.4.12.	Tarifa	93
3.5.	Calendario de actividades	94
3.6.	Tipo de proyecto.....	95
3.7.	Localización	95
3.8.	Vida útil y horizonte de evaluación	96
3.9.	Capacidad Instalada.....	96
3.10.	Metas anuales y totales.....	97
3.11.	Beneficios anuales y totales	97
3.11.1.	Ahorros en costo de operación vehicular	98
3.11.2.	Ahorros en tiempo de viaje	100
3.12.	Evaluación técnica y legal del proyecto	103
3.13.	Costo total del proyecto.....	104
3.13.1.	Costos y plan de inversión.....	104
3.13.2.	Costo de operación y mantenimiento.....	107
3.13.3.	Costos por molestias	109
3.14.	Fuentes de recursos.....	111
3.15.	Supuestos técnicos y socioeconómicos	111
3.15.1.	Demanda.....	111
3.15.2.	Beneficios.....	115
3.15.3.	Costos de Operación y Mantenimiento	115
3.15.4.	Costos de Operación Vehicular	115
3.15.5.	Valor del Tiempo	116
3.15.6.	Tasa de descuento	116
3.15.7.	Factores de expansión	116
3.16.	Infraestructura existente y proyectos en desarrollo.....	118
4.	Situación con proyecto	119
4.1.	Demanda.....	119
4.2.	Oferta.....	123
4.3.	Interacción de oferta y demanda	125
5.	Evaluación del proyecto.....	130
5.1.	Marco de evaluación	130

5.1.1.	Valor Presente Neto Social (VPNS)	130
5.1.2.	Tasa Interna de Retorno Social (TIRS)	131
5.1.3.	Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI)	132
Flujo _t : Beneficios menos costos del año t		132
5.1.4.	Relación Beneficio/Costo (B/C).....	132
5.2.	Evaluación socioeconómica del corredor UFT.....	133
5.2.1.	Identificación, cuantificación y valoración de los costos.....	133
5.2.2.	Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios	135
5.2.3.	Flujos de efectivo.....	141
6.	Análisis de sensibilidad y riesgos.....	145
7.	Conclusiones y recomendaciones	148

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Localización.....	1
Figura 1-2. Expansión de la mancha urbana.....	2
Figura 1-3. Volumen de oferta y demanda de transporte público en la ciudad de Chihuahua	4
Figura 2-1. Metodología del estudio.....	12
Figura 2-2. Red de rutas de transporte público	13
Figura 2-3. Longitud de rutas.....	14
Figura 2-4 Frecuencia media de las rutas.....	17
Figura 2-5. Carga de autobuses por vía (pico mañana)	18
Figura 2-6. Rutas por organización	19
Figura 2-7. Modos de transporte en la ciudad de Chihuahua.....	22
Figura 2-8. Modo de transporte por nivel de ingreso	23
Figura 2-9. Motivo del viaje.....	24
Figura 2-10. Estructura urbana	25
Figura 2-11 Distribución por macrozona del total de viajes diarios producidos en todos los medios de transporte.....	26
Figura 2-12 Distribución por macrozona del total de viajes diarios producidos en todos los medios de transporte.....	28
Figura 2-13 Distribución por macrozona del total de viajes diarios producidos en automóvil	29
Figura 2-14 Distribución por macrozona del total de viajes diarios producidos en transporte público	30
Figura 2-15 Distribución por macrozona del total de viajes diarios atraídos en todos los medios de transporte.....	32
Figura 2-16 Distribución por macrozona del total de viajes diarios atraídos en automóvil	33
Figura 2-17 Distribución por macrozona del total de viajes diarios atraídos en transporte público	34
Figura 2-18 Líneas de deseo de viajes en todos los modos para todo el día	35
Figura 2-19 Líneas de deseo de viajes en automóvil para todo el día.....	36
Figura 2-20 Líneas de deseo de viajes en transporte público para todo el día.....	37
Figura 2-21 Viajes intramacrozona en transporte público para todo el día	38
Figura 2-22. Demanda de pasajeros en periodo pico de la mañana	40
Figura 2-23. Velocidades del transporte público en periodo pico AM.....	41
Figura 2-24. Tiempo promedio de viaje.....	42
Figura 2-25. Fluctuación horaria de pasajeros región central (día hábil)	43
Figura 2-26. Fluctuación horaria de pasajeros - región norte (día hábil)	43
Figura 2-27. Fluctuación horaria de ocupación	44
Figura 2-28. Fluctuación horaria de ocupación región centro.....	45
Figura 2-29 Diagrama de Análisis	48
Figura 3-1. Cuencas operacionales	58
Figura 3-2. Ubicación de las estaciones y recorrido de la ruta troncal UTF.....	73

Figura 3-3. Carga vehicular de transporte público.....	74
Figura 3-4. Líneas de deseo	75
Figura 3-5 Demanda de transporte actual.....	76
Figura 3-6. Sección tipo del corredor UTF	77
Figura 3-7. Sección tipo del corredor UTF	77
Figura 3-8. Sección tipo del corredor UTF	77
Figura 3-9 Incremento de la Flota Total en el horizonte de evaluación	78
Figura 3-10. Autobuses corredor UTF.....	80
Figura 3-11 Planta arquitectónica estación sencilla	83
Figura 3-12. Elevaciones estación doble	84
Figura 3-13. Planta de conjunto terminal norte	86
Figura 3-14. Planta de conjunto terminal Sur	86
Figura 3-15. Perspectiva patios de guardado y talleres	88
Figura 3-16. Perspectiva de imagen urbana	88
Figura 3-17. Plano de señalización y semaforización	89
Figura 3-18. Sistema de recaudo.....	91
Figura 3-19. Máquinas y tarjetas para recaudo automatizado.....	91
Figura 3-20. Esquema general ITS	92
Figura 3-21. Ubicación y recorrido de la ruta del corredor UTF.....	96
Figura 3-22. Metodología beneficios costo de operación, transporte público	99
Figura 3-23. Metodología en beneficios de tiempo para transporte público.....	102
Figura 3-24 Demanda en el corredor – situación actual.....	112
Figura 3-25 Demanda en el corredor – situación con proyecto	113
Figura 3-26 Ejemplo de demanda por tramo en el corredor	113
Figura 4-1. Ubicación y recorrido del corredor UTF	119
Figura 4-2. Diagrama de cambio modal	122
Figura 4-3. Reestructuración de rutas.....	124
Figura 4-4. Carga por enlace en el corredor UTF, sentido norte – sur 2011.....	127
Figura 4-5. Carga por enlace en el corredor UTF, sentido sur – norte 2011.....	127
Figura 4-6. Carga por enlace en el corredor UTF, sentido norte – sur 2026.....	128
Figura 4-7. Carga por enlace en el corredor UTF, sentido sur – norte 2026.....	128
Figura 7-1. Zonas de tránsito.....	156
Figura 7-2. Nuevas zonas en la periferia de la ciudad	158
Figura 7-3. Rutas del modelo base en la situación con proyecto	169
Figura 7-4. Ruta troncal RT-1.02 convertida en ruta convencional RC-1.02.....	171
Figura 7-5. Recorrido de la ruta convertida RC-1.03c	172
Figura 7-6. Recorrido de la ruta convertida RC-1.05c	172
Figura 7-7. Recorrido de la ruta convertida RC-1.06c	173
Figura 7-8. Recorrido de la ruta convertida RC-1.07c	173
Figura 7-9. Recorrido de la ruta troncal RT-5.01c del modelo base	174
Figura 7-10. Ruta fraccionada: troncal RT-5.05c y alimentadoras RA-506c y RA-507c.....	175
Figura 7-11. Rutas previstas modelo actual	176
Figura 7-12. Esquema del proceso de modelación	177

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Demanda estimada de pasajeros para el corredor UTF	6
Tabla 1-2. Ahorro en costo de operación transporte público para el corredor UTF ...	7
Tabla 1-3. Ahorro de tiempo de viaje en transporte público para el corredor UTF.....	7
Tabla 1-4. Indicadores de rentabilidad para el corredor UTF (MDP al 2010).....	8
Tabla 2-1. Acciones en la situación actual optimizada	10
Tabla 2-2. Velocidades aproximadas a partir de la situación actual optimizada	11
Tabla 2-3. Distribución del parque vehicular por edad	15
Tabla 2-4. Frecuencia de paso por estación	16
Tabla 1-5 Viajes diarios producidos por macrozona en todos los medios, en automóvil y en transporte público	27
Tabla 1-6 Viajes diarios atraídos en cada macrozona en todos los medios, en automóvil y en transporte público	31
Tabla 2-7. Tiempos de viaje 2006, transporte público y privado (en minutos)	39
Tabla 2-8. Pasajeros en transporte público por tipo de día	39
Tabla 2-9. Pasajeros en transporte público por tipo de día	39
Tabla 2-10. Velocidades promedio en el corredor UTF, periodos pico	41
Tabla 2-11. Características de las alternativas	49
Tabla 2-12. Comparativo de tiempo de viaje. Situación base y alternativas	50
Tabla 2-13. Comparativo de indicadores operacionales. Situación base y alternativas	50
Tabla 2-14. Aspectos Técnicos	52
Tabla 2-15. Aspectos urbanísticos	52
Tabla 2-16. Aspectos económicos	52
Tabla 2-17. Aspectos ambientales	53
Tabla 2-18. Aspectos técnicos. Alternativa 1	53
Tabla 2-19. Aspectos urbanos. Alternativa 1	54
Tabla 2-20. Aspectos económicos. Alternativa 1	54
Tabla 2-21. Aspectos ambientales. Alternativa 1	54
Tabla 2-22. Aspectos técnicos. Alternativa 2	55
Tabla 2-23. Aspectos urbanos. Alternativa 2	55
Tabla 2-24. Aspectos económicos. Alternativa 2	55
Tabla 2-25. Aspectos ambientales. Alternativa 2	56
Tabla 2-26. Calificación alternativa 1	56
Tabla 2-27. Calificación alternativa 2	56
Tabla 3-1. Cronograma de implementación del plan de movilidad	59
Tabla 3-2. Implantación fase 1 del SITP	61
Tabla 3-3. Implantación fase 2 del SITP	62
Tabla 3-4. Implantación fase 3 del SITP	63
Tabla 3-5. Recorrido del proyecto por tramo	72
Tabla 3-6. Configuración de la flota	78
Tabla 3-7. Flota estimada para el corredor	79
Tabla 3-8. Tipos de estaciones en el corredor	81

Tabla 3-9. Tipos de estaciones en el corredor	82
Tabla 3-10. Terminales: superficie de terreno y construcción	85
Tabla 3-11. Patios de guardado y talleres.....	87
Tabla 3-12. Calendario de actividades.....	94
Tabla 3-13. Pasajeros por hora en el corredor.....	97
Tabla 3-14. Metas anuales de demanda para el corredor UTF	97
Tabla 3-15. Beneficio anuales por ahorro en costo de operación del transporte público para el corredor UTF (pesos/año).....	100
Tabla 3-16. Demanda en el corredor UTF (sin proyecto)	100
Tabla 3-17. Demanda en el corredor UTF (con proyecto)	100
Tabla 3-18. Ahorros en tiempo de viaje	101
Tabla 3-19. Configuración del valor del tiempo.....	102
Tabla 3-20. Beneficio anual por ahorro de tiempo transporte público en el corredor UTF	103
Tabla 3-21. Costo de Inversión para el corredor UTF y para el sistema (MDP al 2010 sin IVA).....	106
Tabla 3-22. Costos de operación y mantenimiento anual para el corredor UTF	108
Tabla 3-23. Costos totales por año para el periodo de evaluación del corredor	110
Tabla 3-24. Fuentes de recursos para el corredor UTF.....	111
Tabla 3-25. Demanda asignada para el corredor por periodos pico	114
Tabla 3-26. Factores de expansión de la demanda	114
Tabla 3-27. Demanda en el corredor por día, mes y año	114
Tabla 3-28. Características de la vía con y sin proyecto	115
Tabla 3-29. Costo de operación para el corredor, con y sin proyecto.....	116
Tabla 3-30. Parámetros para estimar el valor del tiempo (VOT)	116
Tabla 4-1. Demanda por periodo para el corredor UTF.....	120
Tabla 4-2. Factores de expansión.....	120
Tabla 4-3. Tasas de crecimiento estimadas para las variables analizadas	121
Tabla 4-4. Demanda total para el corredor troncal UTF	122
Tabla 4-5. Rutas sin proyecto y con proyecto	125
Tabla 4-6. Velocidades en hora pico, con proyecto para el corredor UTF	126
Tabla 4-7. Pasajeros-hora, periodo pico, corredor UTF	126
Tabla 4-8. Vehículos-kilómetro, periodo pico, corredor UTF	126
Tabla 4-9. Ahorro en costo de operación de transporte público, corredor UTF	129
Tabla 4-10. Ahorro de tiempo de viaje en transporte público, corredor UTF	129
Tabla 5-1. Costo de inversión para el corredor UTF (MDP al 2010 sin IVA).....	133
Tabla 5-2. Costos de operación y mantenimiento para el corredor UTF	134
Tabla 5-3. Costos por molestias (cifras en millones).....	135
Tabla 5-4. Configuración del valor del tiempo.....	135
Tabla 5-5. Beneficios por ahorro en tiempos de viaje para el corredor UTF (sin IVA)	137
Tabla 5-6. Características del corredor con y sin proyecto.....	139
Tabla 5-7. Costo de operación para el corredor, con y sin proyecto	139
Tabla 5-8. Beneficios por ahorro en costos de operación para el corredor UTF (sin IVA)	140
Tabla 5-9. Flujos de efectivo social para el corredor UTF (millones de pesos sin IVA)	141

Tabla 5-10. Flujos descontados para el corredor UTF	143
Tabla 5-11. Indicadores de rentabilidad social para el corredor UTF	144
Tabla 6-1. Análisis de sensibilidad respecto al monto de inversión	145
Tabla 6-2. Análisis de sensibilidad respecto al monto de mantenimiento y operación	146
Tabla 6-3. Análisis de sensibilidad para beneficios por costos de operación	146
Tabla 6-4. Análisis de sensibilidad para los beneficios por tiempo de viaje.....	147
Tabla 6-5. Análisis de sensibilidad para la demanda estimada	147
Tabla 7-1. Códigos de zonas incorporadas.....	157
Tabla 7-2. Clasificación vial	159
Tabla 7-3. Capacidades por tipo de vía PSMUS	160
Tabla 7-4. Pronóstico de viajes diarios en el sistema.....	162
Tabla 7-5. Estimación de población	163
Tabla 7-6. Rutas del modelo base en la situación con proyecto.....	168
Tabla 7-7. Rutas troncales con cambio de categoría	170
Tabla 7-8. Rutas previstas modelo actual	175



1. Resumen ejecutivo

La ciudad de Chihuahua, capital del estado, es un punto donde se articulan los principales ejes carreteros, ferroviarios y aéreos de la región noreste, en este punto convergen: el eje troncal carretero Querétaro – Cd. Juárez, uno de los más importantes del país en sentido norte – sur ya que llega hasta la frontera de Texas y Nuevo México; y en el sentido poniente – nororiente, el eje que va desde Topolobampo, en el océano Pacífico, hasta la frontera de Ojinaga con Presidio Texas.

Figura 1-1. Localización



Fuente: elaborado por C&M

La población de la ciudad de Chihuahua se sextuplicó entre 1950 y 2005 al pasar de 112,468 a 758,791 habitantes, con una tasa de crecimiento del 3.5%, según datos del INEGI. Sin embargo, el crecimiento de la población se ha desacelerado ya que las tasas de crecimiento de los últimos años corresponde al 2.5%.

Adicionalmente, el área urbana se ha expandido. La zona norte se ha densificado en poco tiempo gracias a la construcción de fraccionamientos de nivel medio y bajo, y al impulso dado a la creación de parques industriales; en la zona sur no se ha dado este proceso debido a que tiene usos de suelo ejidal y agrícola con poco equipamiento. Las zonas oriente y poniente, en conjunto con la zona central, presentan menor densidad poblacional, pero concentran actividad económica de comercio y servicios. En la Figura 1-2 se muestra la expansión de la mancha urbana desde 1975 hasta el 2006.

Figura 1-2. Expansión de la mancha urbana



Fuente: elaborado por C&M

Debido a las características de crecimiento de la ciudad, anteriormente mencionadas, se requiere de un sistema de transporte público adecuado a la estructura de la ciudad y a los nuevos patrones de viajes de sus habitantes.



1.1. Situación actual

Con base en la información obtenida en la Encuesta Origen – Destino a hogares de Chihuahua (EODHCH), realizada por C&M en el 2006, se obtuvo un total de 1,991,266 viajes por día, de los cuales el 61.3% se realizan en automóvil particular y el 14.4% se realizan en transporte público.

A partir de dicha encuesta se constató que el 40% de los usuarios con ingreso inferior a 5,000 pesos y hasta 10,000 pesos utilizan el automóvil para transportarse. Lo cual se explica por la facilidad que tiene la población en general de adquirir vehículos importados ilegalmente a bajo costo sin el pago de los impuestos correspondientes.

En cuanto al sistema de transporte público, esta concesionado a 438 operadores, de los cuales 360 tienen 1 solo vehículo, 69 dos, 7 tienen tres vehículos, 1 concesionario tiene cuatro vehículos y 1 cinco vehículos.

Los operadores se agrupan en 7 organizaciones. Las dos más importantes son Permisarios Unidos del FUTV de Chihuahua CTM, y Transportes Urbanos y Semiurbanos S.A. de C.V., la cuales, congregan el 77% del sistema, mientras las cinco restantes agrupan el 23%.

En cuanto a las rutas de transporte público, en el año 2007 se contabilizaron 69 rutas en operación: 65 rutas urbanas, 3 interurbanas y 1 ruta especial para personas con capacidades diferentes. Las rutas se configuran de la siguiente manera: 55 radiales (81%), 7 diametrales, 4 circulares (10%) y 2 rutas especiales (3%) con recorrido no determinado.

El sistema de rutas actual cubre parcialmente la ciudad; tiende a concentrarse en las principales avenidas, dejando sin servicio a las colonias ubicadas en la periferia, debido principalmente a la desarticulación que existe entre el crecimiento de la ciudad y el servicio de transporte público, ocasionando la desatención mencionada.

Una característica importante de las rutas en la ciudad son los recorridos radiales de circuito cerrado, no hay terminales extremas en las rutas, dónde el conductor pueda descansar y organizar la flota vehicular; los vehículos van y vuelven sin importar si en el recorrido inverso existe la demanda que justifica técnica y económicamente movilizar una unidad, lo que lleva a los conductores a realizar paradas prolongadas en espera de pasajeros, disminuyendo la capacidad de las vías y la velocidad de los demás automotores.

Por lo anterior, la oferta del servicio es diferente al común de los sistemas convencionales, al establecer para el total de rutas una programación de viajes por hora fija independiente de la variación de la demanda, esta estrategia de frecuencia beneficia al usuario a lo largo del día gracias a la mayor oferta de servicio. Sin embargo, incorpora al sistema un mayor costo operacional que implica una tarifa más alta o una descapitalización del concesionario, afectando la eficiencia del sistema.

Con base en el análisis realizado, el sistema de rutas actual se concentra en el centro de la ciudad, en el corredor vial con mayor equipamiento y servicios sobre las avenidas Tecnológico y Av. Universidad y en el sur sobre el Boulevard Fuentes Mares. Lo anterior se estableció a partir de los patrones de viaje de los usuarios obtenidos en la EODHCH, los cuales se encuentran representados en la Figura 1-3.

Figura 1-3. Volumen de oferta y demanda de transporte público en la ciudad de Chihuahua



Fuente: elaborado por C&M

La velocidad promedio actual para vehículos de transporte público sobre el corredor Universidad – Tecnológico – Fuentes Mares (UTF)¹ es de 16 km/h.

1.2. Problemática

La problemática general del transporte público en la ciudad de Chihuahua y en específico en el corredor troncal de transporte UTF se debe a las siguientes características actuales:

1. La configuración físico funcional no se ha adecuado a las alternaciones de movilidad de la población ocurridas a lo largo del tiempo, con el crecimiento de los servicios y el comercio fuera del centro y sobre todo con el crecimiento de grandes áreas industriales en la periferia de la ciudad
2. Deficiencias en la operación del transporte. Lo anterior genera sobre posición de rutas y diseños sinuosos, plan operativo de las rutas, acorde a las necesidades de

¹ En el documento se referirá al corredor Universidad – Tecnológico – Fuentes Mares como: corredor UTF.



los conductores ocasionando: bajas frecuencias, intervalos de paso altos (autobuses en paradas esperando mayor demanda), bajas velocidades, incremento en los tiempos de recorrido de los usuarios y en los costos de operación de los autobuses, lo cual de manera conjunta genera reducción en la capacidad vial, lo que ocasiona congestión en algunos puntos geográficos claves dentro de la trama urbana.

3. Las deficiencias en el servicio de transporte público han incentivado el uso del automóvil como principal medio de transporte en la ciudad, aunando a la facilidad para adquirir vehículos importados ilegalmente a bajo costo sin el pago de los impuestos correspondientes.

Los puntos anteriores se convierten en un ciclo permanente: usuarios cautivos de transporte público ahorran para adquirir un automóvil y dejan de utilizar el transporte público; la demanda en el sistema se reduce y por lo tanto el plan operativo de las rutas se deteriora buscando tener mayor demanda, por lo tanto aumenta la ineficiencia del sistema vial de la ciudad.

Un sistema de transporte organizado evitará que los puntos anteriormente mencionados continúen afectando el transporte público de pasajeros.

1.3. Descripción del proyecto

Como solución a la problemática actual del transporte público se propone la implantación de un corredor troncal de transporte público en las avenidas Universidad-Tecnológico-Fuentes Mares. La implementación del corredor es el primer paso para lograr un sistema integrado de transporte público en la ciudad, vinculado a la reestructuración de rutas alimentadoras.

El corredor propuesto tiene una longitud de 20.4 km por sentido, cuya configuración corresponde a carriles confinados de concreto hidráulico ubicados en carriles centrales de las vías.

El proyecto incluye la construcción de: estaciones, terminales, patios para resguardo y talleres, un centro de control y recaudo unificado. La flota que circulará por el corredor es de 84 autobuses incluyendo la flota de reserva, la capacidad máxima de las unidades es de 80 pasajeros.

Como obras adicionales para complementar y estructurar el corredor, se construirán ciclovías y pares viales, los cuales serán articulados a partir del corredor indicado.

La implantación del proyecto permitirá flexibilizar la oferta para atender la demanda actual de manera eficiente y así mejorar la calidad del servicio en el corredor seleccionado.



1.4. Situación con proyecto

La demanda en el corredor UTF está compuesta por los usuarios que en la actualidad utilizan el corredor y se incorporan aquellos usuarios que, por cambio modal, son atraídos al sistema, por las características del servicio y las acciones de política pública que logren incentivar el uso del transporte público.

Con la implantación de corredor troncal UTF se optimizará la operación del sistema de transporte público, mejorando la calidad del servicio y los tiempos de viaje, al incrementarse la velocidad promedio sobre el corredor troncal a 22 km/h.

La demanda estimada en el modelo de transporte para el corredor UTF se muestra en la Tabla 1-1

Tabla 1-1. Demanda estimada de pasajeros para el corredor UTF

Año	Día	Mes	Año
2011	57,863	1,688,445	19,417,116
2026	70,595	2,059,974	23,689,696
TCMA 2011-2026	1.33%	1.33%	1.33%

Fuente: Modelo de transporte EMME/3²

Para satisfacer la demanda, circularán por el corredor 84 vehículos con piso alto y una capacidad de 80 pasajeros.

Al poner en marcha el proyecto del corredor UTF, se realizará una racionalización de las rutas de transporte existentes. En cuanto a las unidades de transporte público, de las 528 existentes, saldrán de circulación 209 unidades en mal estado y se conservarán 319; incluyendo la flota sobre el corredor (84 unidades), circularán en la ciudad un total de 403 vehículos.

De los beneficios que brindará el proyecto a la ciudad, se incluyen en la evaluación los ahorros por costos de operación vehicular y ahorro en tiempos de viaje de los usuarios.

En el 2011 se ahorrarán 24.1 millones de pesos en costos de operación (ver Tabla 1-2) y 171.6 millones de pesos en tiempos de viaje (ver Tabla 1-3).

² Herramienta computacional para la simulación del sistema de transporte, utilizado para estimar la demanda de un proyecto a partir de la calibración de la situación actual.



Tabla 1-2. Ahorro en costo de operación transporte público para el corredor UTF

Beneficios COV			
Año	Sin proyecto	Con proyecto	Ahorro
2011	107,703,092.98	71,579,377.72	36,123,715.26
2026	114,633,525.55	72,237,080.17	42,396,445.37

Fuente: elaborado por C&M

Tabla 1-3. Ahorro de tiempo de viaje en transporte público para el corredor UTF

Tiempo de viaje (millones de pesos)			
Año	Sin proyecto	Con proyecto	Ahorro
2011	471.023	299.722	171.301
2026	535.515	369.289	166.226

Fuente: elaborado por C&M

1.5. Evaluación

La metodología empleada para el Análisis Costo – Beneficio del corredor UTF se basa en los “Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión” de la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (UI-SHCP), que considera los costos y beneficios directos e indirectos que los proyectos generan para la sociedad.

Los costos considerados en la evaluación del proyecto Corredor troncal UTF son:

- Costo total de inversión
- Costos de operación y mantenimiento.
- Costos por molestias

La inversión necesaria para el proyecto asciende a \$851.9 millones de pesos del 2010, sin incluir Impuesto al Valor Agregado (IVA).

Se espera que el proyecto sea financiado 30% con recursos privados y 70% con recursos públicos. Los recursos federales solicitados (253.3 MDP) se emplearán exclusivamente en la infraestructura del proyecto; las obras adicionales serán financiadas por el gobierno estatal y municipal de Chihuahua, así como los terrenos para patios y terminales. Los recursos privados serán empleados en la adquisición de flota, y el equipo requerido para el sistema de control y recaudo.

Los beneficios cuantificados para la evaluación son:

- Ahorros en costos de operación vehicular (COV) del transporte público.
- Ahorros en tiempos de viaje de los usuarios (TV) del transporte público.

Los beneficios incluidos en la evaluación corresponden a los generados únicamente por la implementación del corredor troncal; sin embargo, es importante mencionar que el sistema de transporte en general será beneficiado con la realización del proyecto.



Considerando los costos y beneficios mencionados, y utilizando una tasa de descuento del 12%, se obtuvieron indicadores de rentabilidad favorables, mismos que se presentan en la Tabla 1-4. TIR de 17.4%, una razón B/C de 1.36 y UN VPN 390.0

Tabla 1-4. Indicadores de rentabilidad para el corredor UTF (MDP al 2010)

Indicadores de Rentabilidad	
VPN (millones de \$)	390.0
TIR	17.4%
Razón B/C	1.36
TRI	19.1%
Valores Presentes	
Millones de pesos 2010 sin IVA	
Inversión	806.2
Operación y mantenimiento	156.5
Costos por molestias	132.5
Total Costos	1,095.2
Ahorros COV	282
Ahorros en tiempo de viaje	1,203.4
Total Beneficios	1,485.2

Fuente: elaborado por C&M

1.6. Conclusiones y recomendaciones

La tasa de crecimiento en la proyección de la demanda sobre el corredor es conservadora, está asociada a la demanda que asigna el modelo de transporte, de acuerdo a la tendencia de las tasas de crecimiento históricas de variables socioeconómicas, siendo la más importante la población.

El proyecto busca apoyar el Plan de Desarrollo Urbano, el cual plantea la consolidación de los subcentros urbanos existentes:

- Subcentro Norte, cerca de la terminal norte: donde se ubican parques industriales, el antiguo campus de la UACH, la Deportiva, así como el ITCH y la antigua estación de trenes,
- Subcentro Sur, donde se construirá la terminal sur: concentra equipamiento como el estadio de béisbol, la central de autobuses y la salida al aeropuerto, y
- Subcentro Poniente, en la salida a ciudad Cuauhtémoc: donde se esta conformando otro corredor urbano de servicios y centros comerciales.

El corredor troncal favorecerá la consolidación de zonas comerciales, la localización de nuevas industrias y en general, puede servir como eje articulador de un proceso de densificación urbana, que incida sobre la tendencia actual y promueva movilidad urbana



sustentable, que permita un traslado más eficiente de las personas, al dar preferencia al transporte público y a la movilidad no motorizada.

El proyecto podría captar a usuarios del servicio de transporte del personal, debido a que la Terminal Norte se ubica en la zona de parques industriales y permitiría llegar a la zona centro y al sur de la ciudad.

Una vez realizada la evaluación del proyecto se obtienen indicadores socialmente rentables, por lo que se recomienda la ejecución del proyecto.



2. Situación sin proyecto y posibles soluciones

2.1. Diagnóstico de la situación actual

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. 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 insostenible³.

En la ciudad de Chihuahua estos conflictos se presentan actualmente, por lo que es necesario implementar soluciones de largo plazo, en beneficio de sus habitantes.

2.2. Situación actual optimizada

Las medidas de optimización para la problemática actual corresponden a soluciones de bajo costo y de acción inmediata, que ayudan en alguna medida a mitigar los problemas actuales. Básicamente las medidas de optimización son las siguientes:

Tabla 2-1. Acciones en la situación actual optimizada

Solución	Situación actual	Situación optimizada	Mitigación	Afectación sobre los beneficios en tiempo de los usuarios*
Optimización de los ciclos de semáforo	Nivel de servicio D y F, asociado a las demoras en las intersecciones	Nivel de servicio D y C	En algunas intersecciones el nivel de servicio se mantiene, las demoras para el sistema de transporte público no se reducen lo suficiente	5%
Reordenamiento de paradas	No son respetadas Se cuenta con paradas informales	Se incluirán paradas donde actualmente no existen y son requeridas. Al tener un sistema de transporte ordenado se aumenta la capacidad de la vía.	Al no existir compromiso por parte de los conductores, es necesario contar con autoridades que hagan cumplir las paradas reglamentarias.	3%
Reglamento de tránsito			Al no existir compromiso por parte de los conductores, es necesario contar con autoridades que hagan cumplir el reglamento	2%
Frecuencias de los vehículos de transporte público		Menor número de unidades en las vías. Menores tiempos de viaje.		8%

* Visión de experto basada en estudios realizados por C&M en diversas ciudades del país

Fuente: elaborado por C&M

³ Lineamientos del Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo, Fondo Nacional de Infraestructura 2008



Como resultado de la implementación de las medidas mencionadas anteriormente, se pueden generar mejoras en la velocidad del corredor, las cuales se presentan en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2. Velocidades aproximadas a partir de la situación actual optimizada

Medidas de Optimización	Velocidades (aproximadas)*
Optimización de los ciclos de semáforo	17 Km/h
Reordenamiento de paradas	17 Km/h
Reglamento de tránsito	17 Km/h
Frecuencias de los vehículos de transporte público	17 Km/h

* Experiencia del consultor

Fuente: elaborado por C&M con base en tabla 2-1

Las acciones identificadas no solucionan la problemática del transporte público en la ciudad de Chihuahua, ni generan ahorros significativos para la ciudad. Asimismo las medidas de optimización representan un incremento marginal en la velocidad actual del corredor.

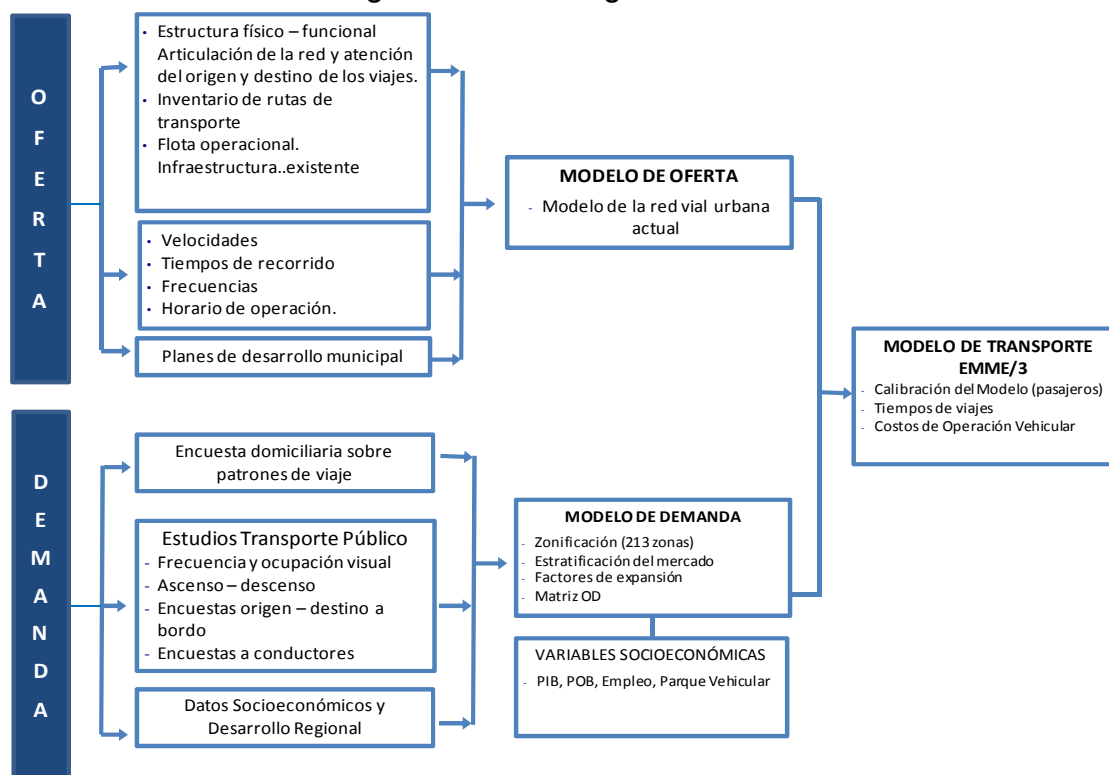
Se requiere de acciones y políticas integrales que solucionen de manera integral la problemática de movilidad de la ciudad con una visión de largo plazo y de sustentabilidad. Es preciso que el sistema de transporte actual se transforme para brindar un servicio de calidad al usuario, sobre todo en el corredor UTF, incentivando a la población a utilizar el transporte público.

2.3. Análisis de la oferta y demanda en la situación sin proyecto

Cal y Mayor fue contratado en el 2006 para llevar a cabo diversos estudios en la ciudad de Chihuahua que permitieran caracterizar la movilidad, el sistema de transporte público y la interrelación entre los usuarios y operadores del servicio.

En la Figura 2-1. se presenta el proceso metodológico desarrollado, el cual se divide en la toma de información para caracterizar la oferta y la demanda, la conformación del modelo de transporte (modelo de oferta y modelo de demanda), a partir del cual se calibró la situación actual y se determinaron los cambios ante la implantación del proyecto.

Figura 2-1. Metodología del estudio



Fuente: elaborado por C&M

A continuación se presentan los principales resultados obtenidos.

2.3.1. Análisis de la oferta

Para realizar el diagnóstico de la situación actual es necesario caracterizar la oferta de transporte público de la ciudad de Chihuahua.

- **Estructura físico – funcional**

En cuanto a las rutas de transporte público, en el año 2007 se contabilizaron 69 rutas en operación: 65 rutas urbanas, 3 interurbanas y 1 ruta especial para personas con capacidades diferentes⁴. Las rutas se configuran de la siguiente manera: 55 radiales (81%), 7 diametrales, 4 circulares (10%) y 2 rutas especiales con recorrido no determinado (3%).

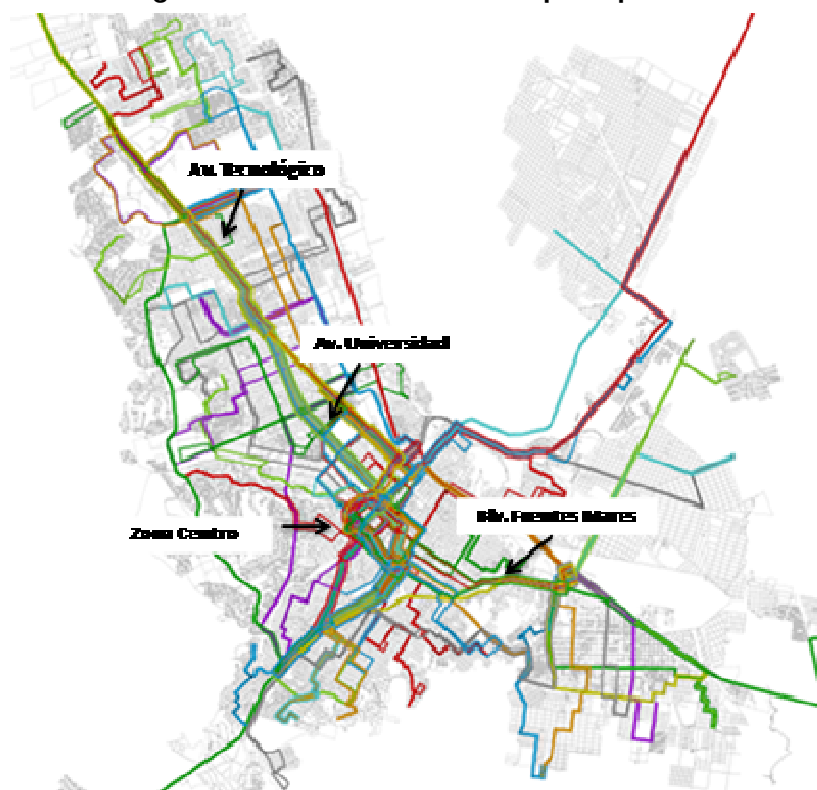
De las 69 rutas de transporte público, 13 operan con una estrategia conocida como el sistema de directo e inverso. Las rutas existentes en general tienen recorridos semejantes

⁴ La ruta para personas con capacidades diferentes no es considerada como una ruta de transporte público.

sobre los principales corredores de la ciudad, diferenciándose solamente en pequeños tramos donde atienden alguna calle o colonia específica.

En la Figura 2-2 se presenta el sistema de rutas de transporte público, existe amplia cobertura del servicio; sin embargo, se observa saturación de norte a sur en la zona media de la ciudad y sobre todo en el Corredor Tecnológico – Universidad, la zona centro y el Boulevard Fuentes Mares.

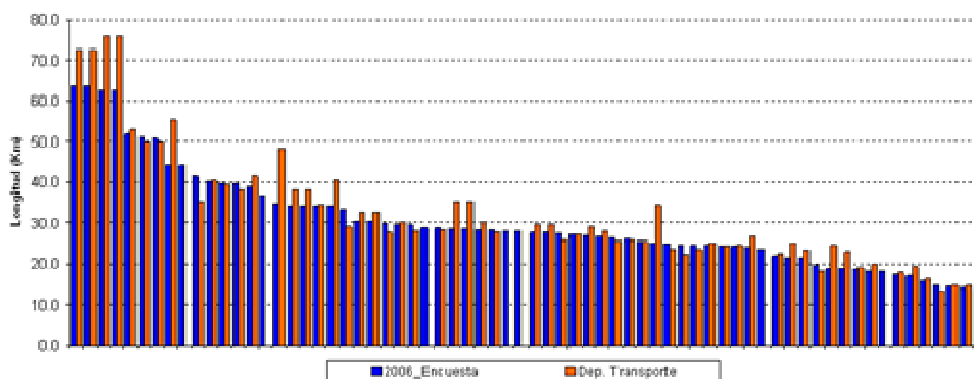
Figura 2-2. Red de rutas de transporte público



Fuente: elaborado por C&M

La longitud total promedio por ruta es de 27.4 km (Ver Figura 2-3), el 70% de las rutas tienen una longitud menor, mientras que el 26.44% tienen con longitudes mayores, incluso de 60 km.

Figura 2-3. Longitud de rutas



Fuente: elaborado por C&M

- **Flota vehicular**

La flota del sistema de transporte de Chihuahua está constituida por 528 vehículos. Los vehículos tienen un promedio 41 asientos. La edad promedio de la flota vehicular en el 2006 era de 6.7 años (Ver Tabla 2-3).

Sin embargo, 126 unidades presentaban edades superiores a 10 años, es decir el 23.4% del total de la flota.



Tabla 2-3. Distribución del parque vehicular por edad

Modelo	Años en uso	Vehículos	Vehículos acumulados	%	% acumulado
2006	0 – 1	5	5	1.0	1
2005	1 – 2	23	28	4.5	5.5
2004	2 – 3	47	75	9.3	14.8
2003	3 – 4	34	109	6.7	21.5
2002	4 – 5	38	147	7.5	28.9
2001	5 – 6	81	228	15.9	44.9
2000	6 – 7	54	282	10.6	55.5
1999	7 – 8	9	291	1.8	57.3
1998	8 – 9	49	340	9.6	66.9
1997	9 – 10	42	382	8.3	75.2
1996	10 – 11	1	383	0.2	75.4
1995	11 – 12	24	407	4.7	80.1
1994	12 – 13	20	427	3.9	84.1
1993	13 – 14	61	488	12.0	96.1
1992	14 – 15	17	505	3.3	99.4
1991	15 – 16	1	506	0.2	99.6
1987	19 – 20	2	508	0.4	100
Total			508*		

*Al momento del estudio 20 vehículos estaban fuera de circulación por proceso de sustitución

Fuente: elaborado por C&M

En lo que concierne al mantenimiento de la flota vehicular, se observaron vehículos con vidrios quebrados, sillas dañadas y partes internas sueltas, poniendo en riesgo la seguridad del usuario.

- **Frecuencia de paso**

La encuesta de frecuencia de paso se realizó en 20 puntos seleccionados de la ciudad, se detectó que la oferta del servicio tiene una programación de viajes por hora fija, independiente de la variación de la demanda durante el día.

Respecto al horario de servicio, el sistema inicia su operación parcialmente entre 6:00 am y 7:00 am; a las 8:00 am todas las rutas se encuentran en operación. En general, el servicio finaliza a las 21:00 horas y en algunas rutas hasta las 22:00 horas.

En la Tabla 2-4 se presenta las frecuencias de paso por estación.



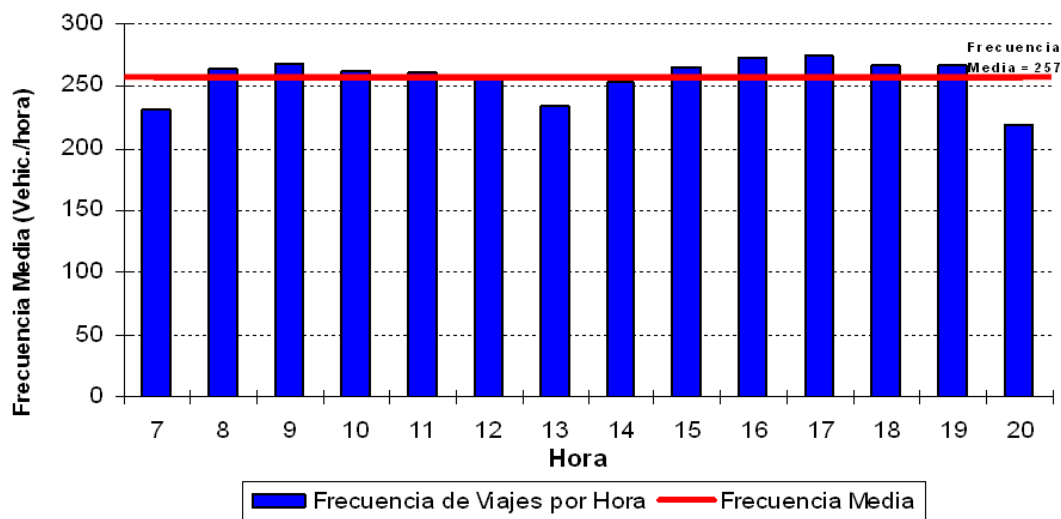
Tabla 2-4. Frecuencia de paso por estación

Estación		Frecuencia diaria (veh/día)		
Numero	Denominación	Día Hábil	Sábado	Domingo
1	Silvestre Terrazas y 80a	521	609	421
2	Av. 20 Nov. Y Calle 16	537	509	336
3	1° de Mayo y Calle 22	203	289	275
4	Av. Cuauhtemoc y Av. Mirador	489	465	311
6	12a y 20 Noviembre	603	536	500
7	Av. Independencia y Av. 20 Nov.	508	473	350
9	Av. Universidad y Div. Del Norte	1520	1435	1011
10	Av. Colon y Calle Corregidora	394	355	277
11	Av. Hidalgo y Nayarit	61	55	34
12	Fuentes Mares y Nva. España	844	811	641
13	Av. Pacheco y Ponce de León	286	253	216
14	Lombardo Toledano y Av. Juarez	226	205	182
16	Av. Tecnológico y Juan Escutia	856	762	602
17	Rio Arios y José Martí	62	55	40
18	Miguel Barragan Y Juan Escutia	61	78	48
19	Juan Escutia y Av. De las Industrias	108	68	59
20	Colegio Militar y Montes de Oca	288	284	188
21	Av. La Junta y Sonora	237	220	157
Total geral		7801	7462	5648
Porcentaje en relación al día hábil			96%	72%

Fuente. Encuesta Frecuencia de Paso y Carga Enero 2006

En la Figura 2-4 se presenta una distribución de las frecuencias horarias observadas en las rutas del sistema, así como su promedio. Es clara la tendencia de mantener la frecuencia a lo largo del día, excepto en las horas de inicio y termino de la operación, en donde la frecuencia es más baja.

Figura 2-4 Frecuencia media de las rutas

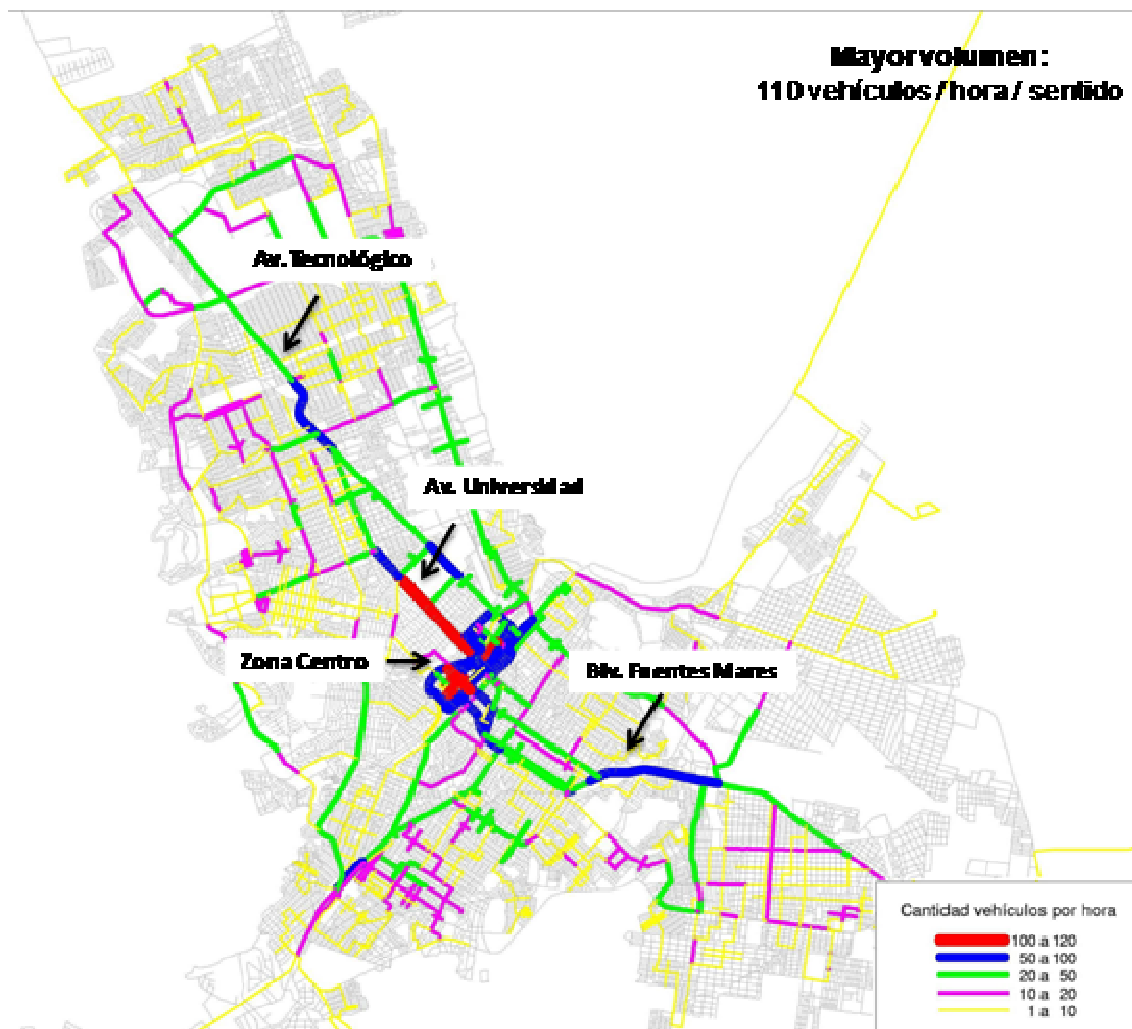


Fuente: Elaborado por C&M

- **Carga de vehículos por corredor**

En la Figura 2-5 se observa el volumen de autobuses por vía en el periodo pico AM; la carga máxima se presenta en la Av. Universidad, donde por sentido se contabilizaron 110 vehículos por hora. En la Zona centro la carga es de 50 a 100 veh/hora/sentido.

Figura 2-5. Carga de autobuses por vía (pico mañana)



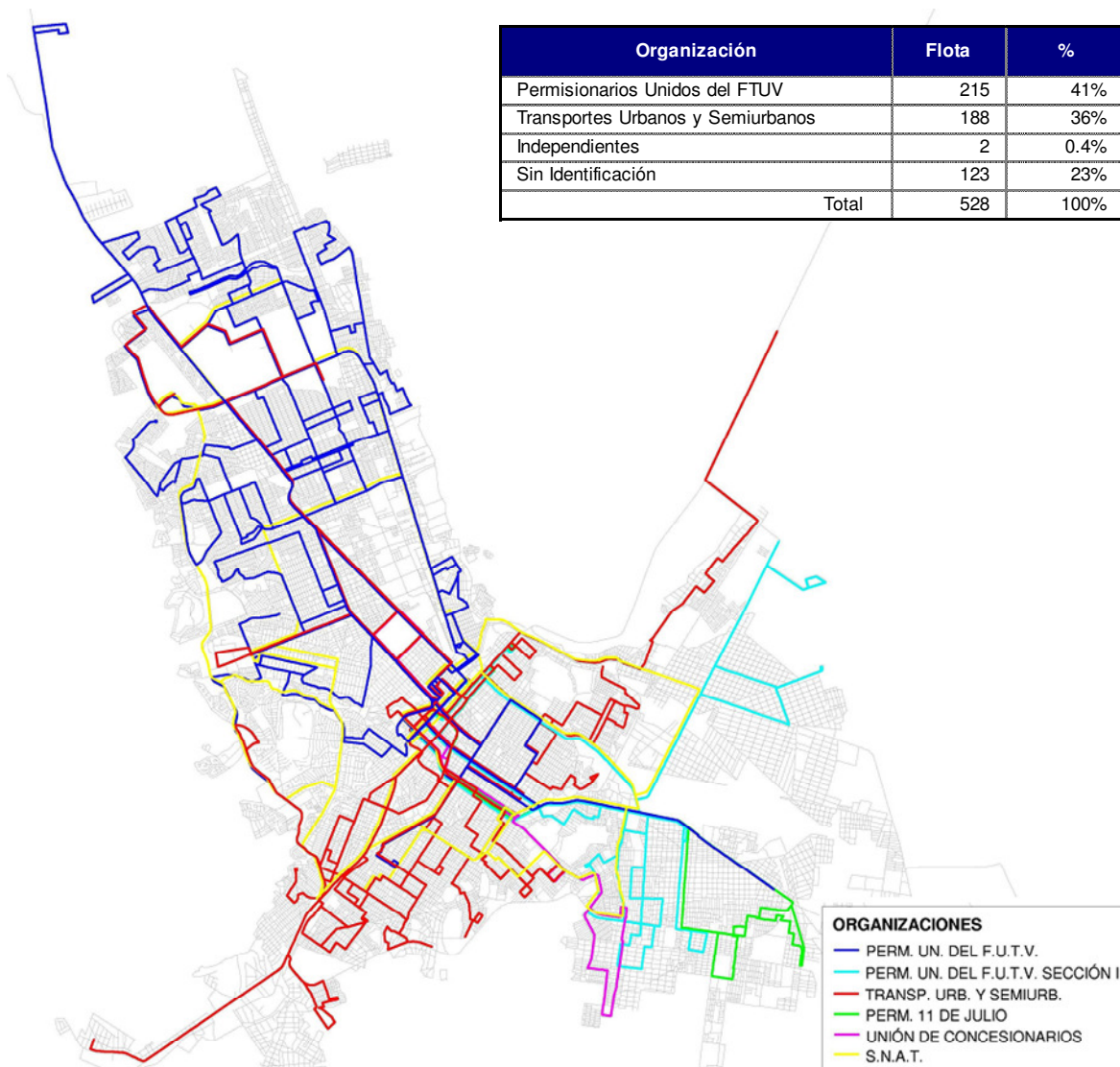
Fuente: elaborado por C&M

• Organizaciones

La organización empresarial de las rutas de transporte se rige por la Ley de Transporte y Vías de Comunicación, el artículo 22 de dicha ley establece que un concesionario sólo puede tener hasta diez vehículos en una concesión y que cada persona sólo puede tener una concesión. Los múltiples permisionarios se han agrupado en organizaciones independientes.

En la siguiente figura se presentan gráficamente las rutas por organización y el número de vehículos para cada una de ellas.

Figura 2-6. Rutas por organización



Fuente: elaborado por C&M

Se anexa el detalle del recorrido de las rutas sin proyectos. Ver Anexo

- **Indicadores operacionales**

Respecto a los indicadores operacionales de las rutas, se determinaron los siguientes índices, los cuales reflejan el estado del servicio de transporte público en la ciudad:



- **Índice de renovación**

El índice de renovación se obtuvo a partir del estudio de ascenso – descenso realizado. El objetivo es determinar la rotación del espacio ocupado por los pasajeros durante el recorrido de una ruta y está relacionado con las características de uso y ocupación del suelo por donde la ruta tiene su recorrido. Cuanto mayor es el valor de ese índice, más productiva es la ruta.

El índice de renovación se obtiene con la relación entre el total de pasajeros transportados en el viaje y la ocupación máxima verificada. El índice también cambia a lo largo del día.

En la ciudad de Chihuahua, las rutas son cíclicas, es decir, transportan pasajeros en ambos sentidos sin parada en uno de los extremos, el índice de renovación debería ser igual o mayor que 2. La ciudad presenta un 35% de periodos donde el viaje no llega a un índice de renovación de dos. Sin embargo, 65% de los periodos presentan un índice de renovación adecuado, y de estos, el 14% supera el nivel 3.

- **Índice de pasajeros por vehículo por día (PVD)**

El PVD o índice de Pasajero por Vehículo por Día es un indicador que mide la ganancia del concesionario. A mayor PVD precisa que la ruta es de mejor rentabilidad. El PVD se obtiene para cada una de las rutas, a partir de la demanda total diaria, entre el número de vehículos por ruta.

En sistemas con operadores por región es posible tener rutas rentables y en la misma región rutas de poca rentabilidad o hasta deficitaria. El concepto es que la organización equilibra sus costos internamente en la región.

En Chihuahua este concepto no ocurre, pues no hay como garantizar una compensación interna en el sistema o ruta, pues los operadores resultan afectados. Así cuando la ruta en este sistema es deficitaria, el concesionario se empieza a descapitalizar y perder su patrimonio. El PVD promedio se redujo de 787 pasajeros por vehículo día en el año 2000, a 691 y 487 pasajeros por vehículo día en los años 2005 y 2006 respectivamente. Como la demanda de transporte público se ha ido reduciendo y la flota vehicular ha crecido, se acelera la pérdida de utilidades en el sistema⁵.

⁵ Para el año 2000 el PVD más grande fue de 1,118 pas/veh/día y el más bajo de 369 pas/veh/día, con siete rutas presentando PVD inferior a los 500 pas/veh/día. En el 2005 el PVD más grande fue de 1,074 pas/veh/día y el más bajo de 330 pas/veh/día, 8 rutas con un PVD menor que 500 pas/veh/día. En la encuesta de 2006 el valor más alto fue 826 pas/veh/día y el más bajo 174 pas/veh/día, con 24 rutas cuyo PVD fue inferior a los 500 pas/veh/día. La ocupación de los vehículos, la edad y condiciones de la flota parece confirmar la reducción del PVD.



- **Índice de pasajeros por kilómetro (IPK)**

El Índice de pasajeros por kilómetro, es el principal indicador operacional de la ruta, el cual refleja el desempeño de la flota durante un periodo de tiempo, es decir, evalúa la eficiencia de la programación operacional de la ruta, al relacionar el número de pasajeros transportados con la cantidad de kilómetros recorridos por la ruta.

Para cada una de las rutas sobre el corredor, se determinó la longitud total recorrida a lo largo de un día, así como la demanda diaria promedio atendida por la ruta y a partir de esta información se estableció el IPK.

Para los años 2005 y 2006 se obtuvo un promedio de IPK de 2.50 pas/km. Sin embargo, en algunas rutas se identificaron valores muy bajos de IPK: ruta Sector 3, 100 Campo Bello y Ruta 15, respectivamente, 0.54 pas/km, 0.66 pas/km y 0.79 pas/km., cifras que permiten apreciar los desequilibrios en la prestación del servicio de transporte público por rutas en la ciudad.

Con el panorama, las expectativas de densificación en las colonias periféricas y la reducción de la demanda en los principales corredores de la ciudad, se esperan efectos negativos sobre el sistema de transporte público en los próximos años. Se prevén consecuencias como incremento en tiempos de viaje, caminata, espera y tiempo total de viaje. También se espera aumento en el costo generalizado de viaje y en la tasa de trasbordo. En cuanto al PVD y el IPK, se estiman reducciones paulatinas en los próximos años. Esto generará probablemente un aumento en la tarifa al usuario.

2.3.2. Análisis de la demanda

Las características de la demanda presentadas en esta sección son resultado de los estudios de campo realizados en el año 2006 y descritos en el apartado de Anexo 1 Análisis de oferta y demanda. Descripción y metodología

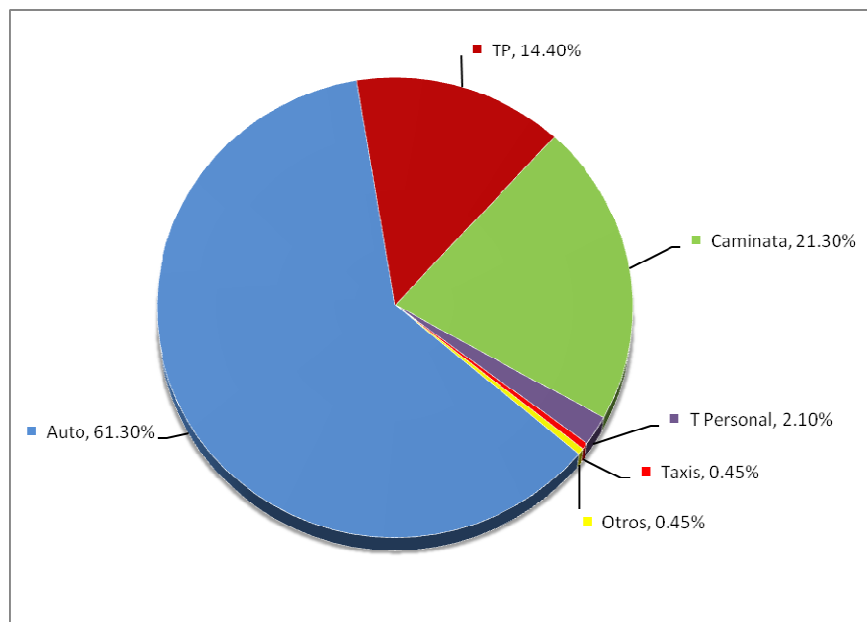
Uno de estos estudios es la Encuesta Origen – Destino a hogares de Chihuahua (EODHCH) realizada en 4,332 viviendas, donde se obtuvo un promedio de 10.13 viajes por vivienda al día y 2.62 por persona por día.

Con esta información se estimaron 1'991,266 viajes por día en toda la ciudad, es decir, 758,791 habitantes que realizan 2.62 viajes al día.

- **Modos de viaje**

Como se muestra en la Figura 2-7, el 61.3% de los viajes se realizan en automóvil particular (44.6% como conductor y un 16.7% como pasajero). El 21.3% de los viajes se hacen caminando, 14.4% en autobús urbano y un 2.1% en autobús privado. En una muy baja proporción se llevan a cabo viajes en taxis, motocicletas o bicicletas.

Figura 2-7. Modos de transporte en la ciudad de Chihuahua



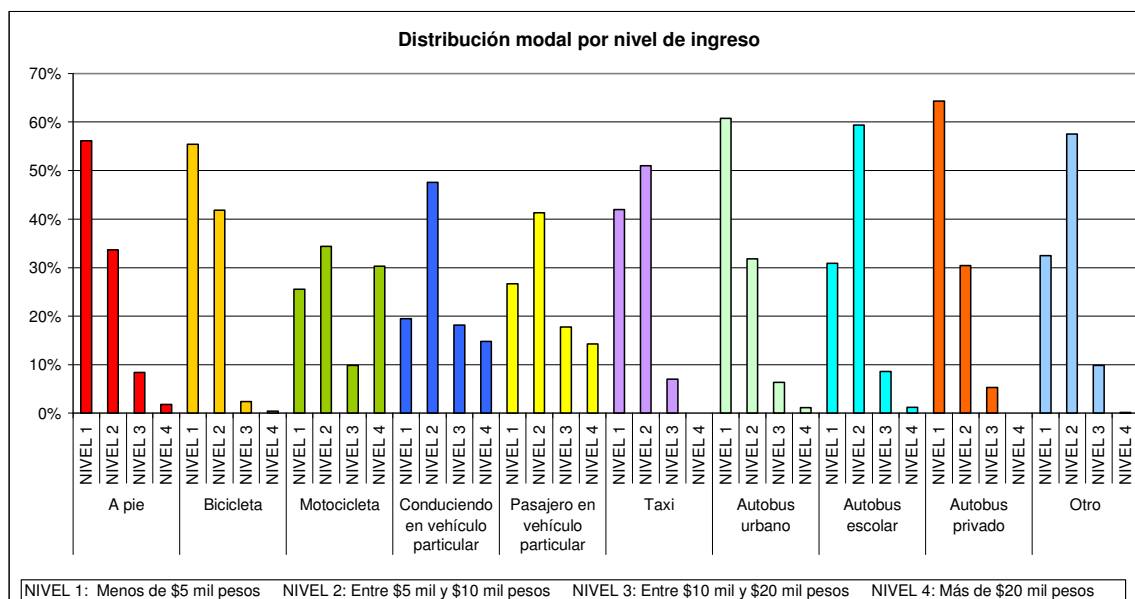
Fuente: elaborado por C&M con base en los resultados de la EODHCH

- **Ingreso y modo de viaje**

Existe una clara correlación entre ingreso y modo de transporte, como se observa en la siguiente figura. En las viviendas con los menores niveles de ingreso destacan los viajes a través de autobuses urbanos y privados y los viajes a pie.

Si bien los viajes en bicicleta actualmente son pocos en cantidad, se nota que guardan una relación completa con la distribución por estrato socioeconómico respecto a la de los viajes a pie, siendo los habitantes con menor ingreso los que más se movilizan por este medio.

Figura 2-8. Modo de transporte por nivel de ingreso



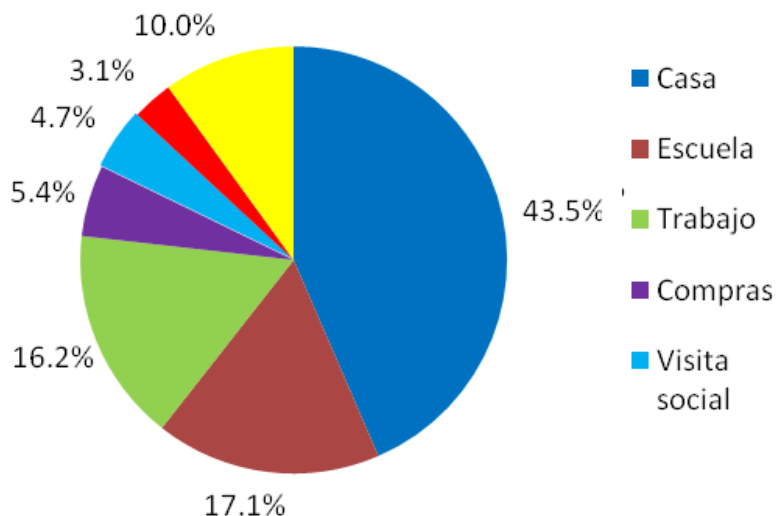
Fuente: elaborado por C&M con base en EODHCH

A partir de dicha encuesta se constató que el 40% de los usuarios con ingreso inferior a 5,000 pesos y hasta 10,000 pesos utilizan el automóvil para transportarse. Este fragmento de la población puede ser captado por un sistema de transporte público estructurado que les ofrezca ahorros en tiempos de viaje y costos de operación.

- **Motivo de viaje:**

La mayor parte de los viajes (43.5%) realizados tienen como motivo el regreso a casa, un 17.1% tienen como propósito el ir a la escuela, 16.2% al trabajo, 5.4% compras, 4.7% visita social, 3.1% recreación y el restante 10% reportó tener otro motivo.

Figura 2-9. Motivo del viaje



Fuente: elaborado por C&M

• Patrón de los viajes

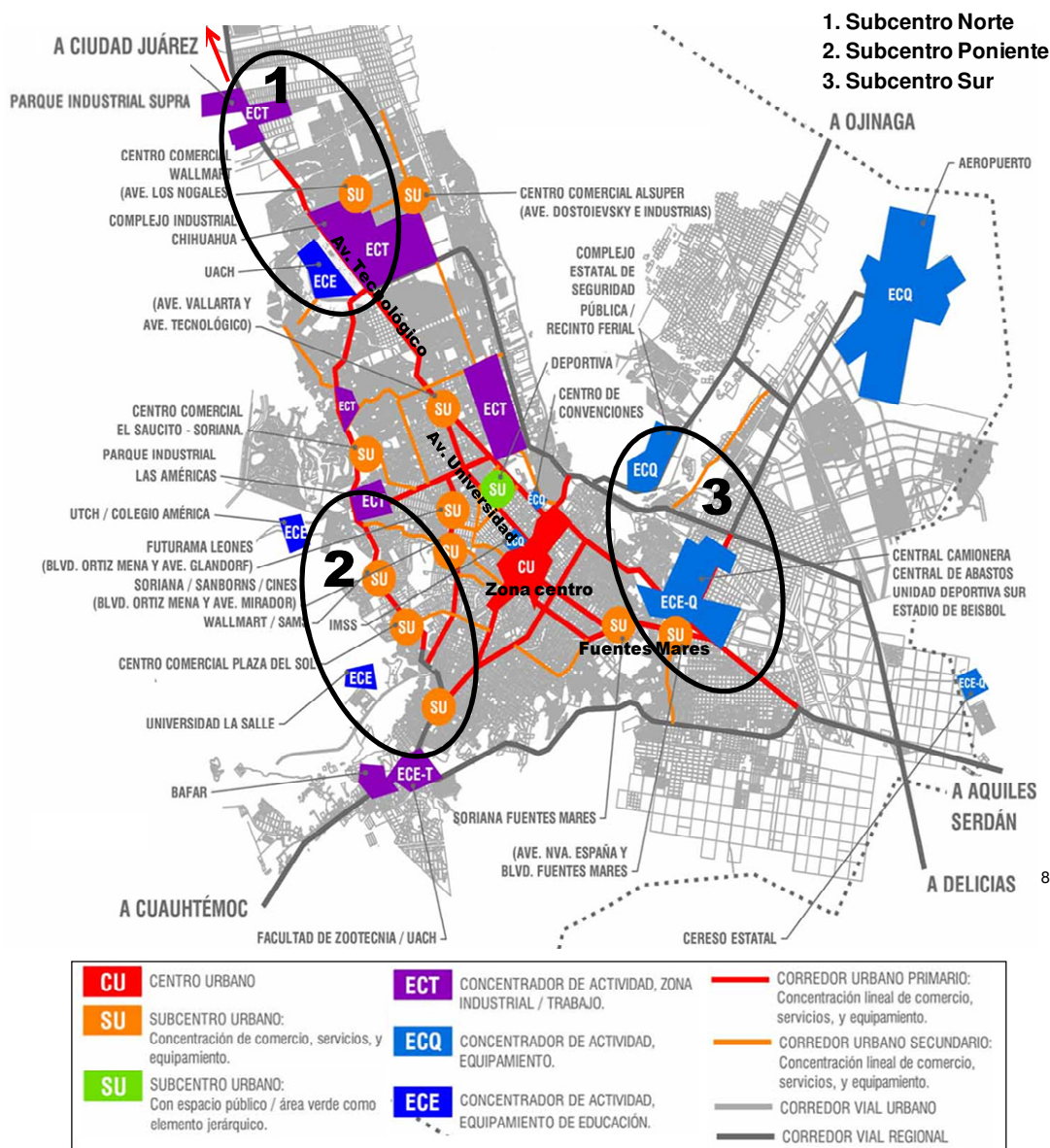
Los patrones de viaje también permiten identificar puntos en la ciudad que son atractores de viajes y que corresponden a subcentros urbanos, es decir, lugares de concentración de equipamiento, comercio y servicios.

Los subcentros urbanos identificados son:

- Subcentro Norte, donde se ubican parques industriales, el antiguo campus de la UACH, la Deportiva, así como el ITCH y la antigua estación de trenes,
- Subcentro Sur, que concentra equipamiento como el estadio de béisbol, la central de autobuses, y la salida al aeropuerto, y
- Subcentro Poniente, en la salida a ciudad Cuauhtémoc, donde se está conformando otro corredor urbano de servicios y centros comerciales.

En la Figura 2-10 se presenta la estructura urbana de la ciudad, identificando el centro urbano, los subcentro y las distintas zonas de actividades industriales, comerciales y de equipamiento.

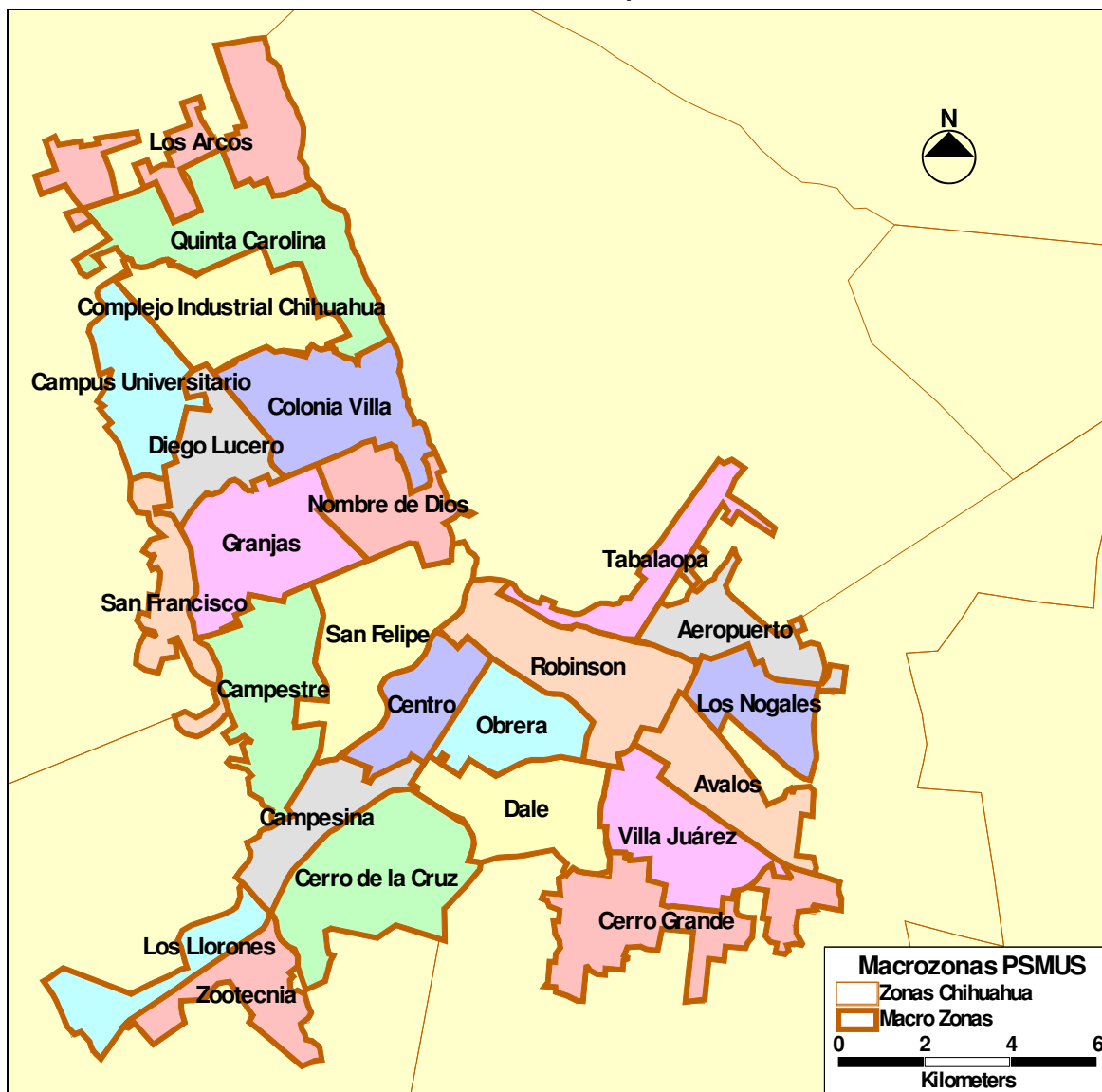
Figura 2-10. Estructura urbana



Fuente: elaborado por C&M

Cabe mencionar que con la implantación del corredor se favorecerá la consolidación de la zona centro de la ciudad en cuanto a su importancia económica y comercial y se impulsará la repoblación de esta zona a través de usos de suelo mixtos.

Figura 2-11 Distribución por macrozona del total de viajes diarios producidos en todos los medios de transporte



Fuente: elaborado por C&M

A nivel de análisis territorial, se aprecia que las macrozonas de Granjas, San Felipe y Centro producen en conjunto aproximadamente el 33.1% del total de viajes en la ciudad. La generación de viajes en automóvil se da en mayor cantidad en las macrozonas de San Felipe, Campestre y Granjas (39.12% en el grupo). De los viajes en transporte público las macrozonas de Centro con 12.26%, Granjas con 9.83% y San Felipe con el 9.43%, son las que mayor cantidad de viajes originan en este medio.



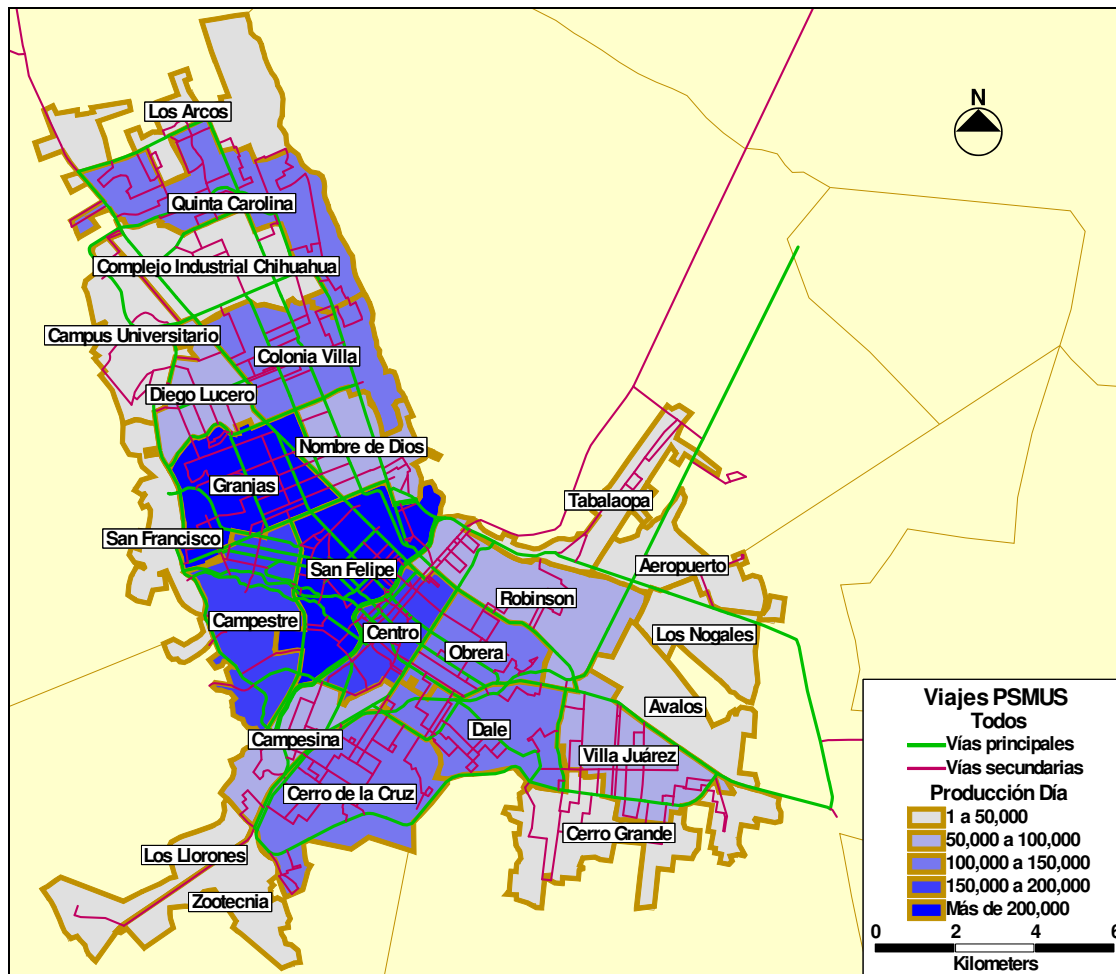
La Tabla 1-5, resume lo anteriormente mencionado, mientras que la Figura 2-12, la Figura 2-13 y la Figura 2-14, presentan la distribución geográfica de las producciones totales de viajes al día, en automóvil y en transporte público, respectivamente.

Tabla 1-5 Viajes diarios producidos por macrozona en todos los medios, en automóvil y en transporte público

Id Macrozona	Nombre de la macrozona	Todos los medios		Transporte privado		Transporte público	
		Viajes	%	Viajes	%	Viajes	%
1	Los Arcos	19,991	1.00%	10,901	0.89%	1,437	0.50%
2	Quinta Carolina	133,109	6.68%	75,439	6.19%	18,472	6.44%
3	Complejo Industrial Chihuahua	46,187	2.32%	27,783	2.28%	5,866	2.05%
4	Campus Universitario	34,957	1.76%	27,700	2.27%	4,101	1.43%
5	Diego Lucero	73,953	3.71%	47,555	3.90%	11,938	4.16%
6	Colonia Villa	104,323	5.24%	55,334	4.54%	19,821	6.91%
7	San Francisco	17,611	0.88%	15,945	1.31%	1,103	0.38%
8	Granjas	239,728	12.04%	144,875	11.89%	28,193	9.83%
9	Nombre de Dios	54,695	2.75%	43,242	3.55%	5,222	1.82%
10	Campestre	168,554	8.46%	146,237	12.00%	11,656	4.06%
11	San Felipe	235,242	11.81%	185,515	15.23%	27,034	9.43%
12	Los Llorones	1,255	0.06%	608	0.05%	634	0.22%
13	Campesina	97,410	4.89%	51,569	4.23%	16,638	5.80%
14	Centro	184,065	9.24%	122,253	10.03%	35,164	12.26%
15	Robinson	70,271	3.53%	40,989	3.36%	12,871	4.49%
16	Tabalaopa	23,542	1.18%	11,542	0.95%	4,351	1.52%
17	Zootecnia	261	0.01%	241	0.02%	19	0.01%
18	Cerro de la Cruz	129,404	6.50%	61,193	5.02%	23,587	8.23%
19	Dale	109,731	5.51%	43,870	3.60%	18,439	6.43%
20	Obrera	106,081	5.33%	46,377	3.81%	17,152	5.98%
21	Aeropuerto	8,333	0.42%	4,828	0.40%	1,694	0.59%
22	Los Nogales	150	0.01%	150	0.01%		0.00%
23	Avalos	10,563	0.53%	3,458	0.28%	1,058	0.37%
24	Villa Juárez	97,605	4.90%	41,043	3.37%	15,964	5.57%
25	Cerro Grande	24,244	1.22%	9,806	0.80%	4,325	1.51%
Total		1,991,266	100.00%	1,218,454	100.00%	286,740	100.00%

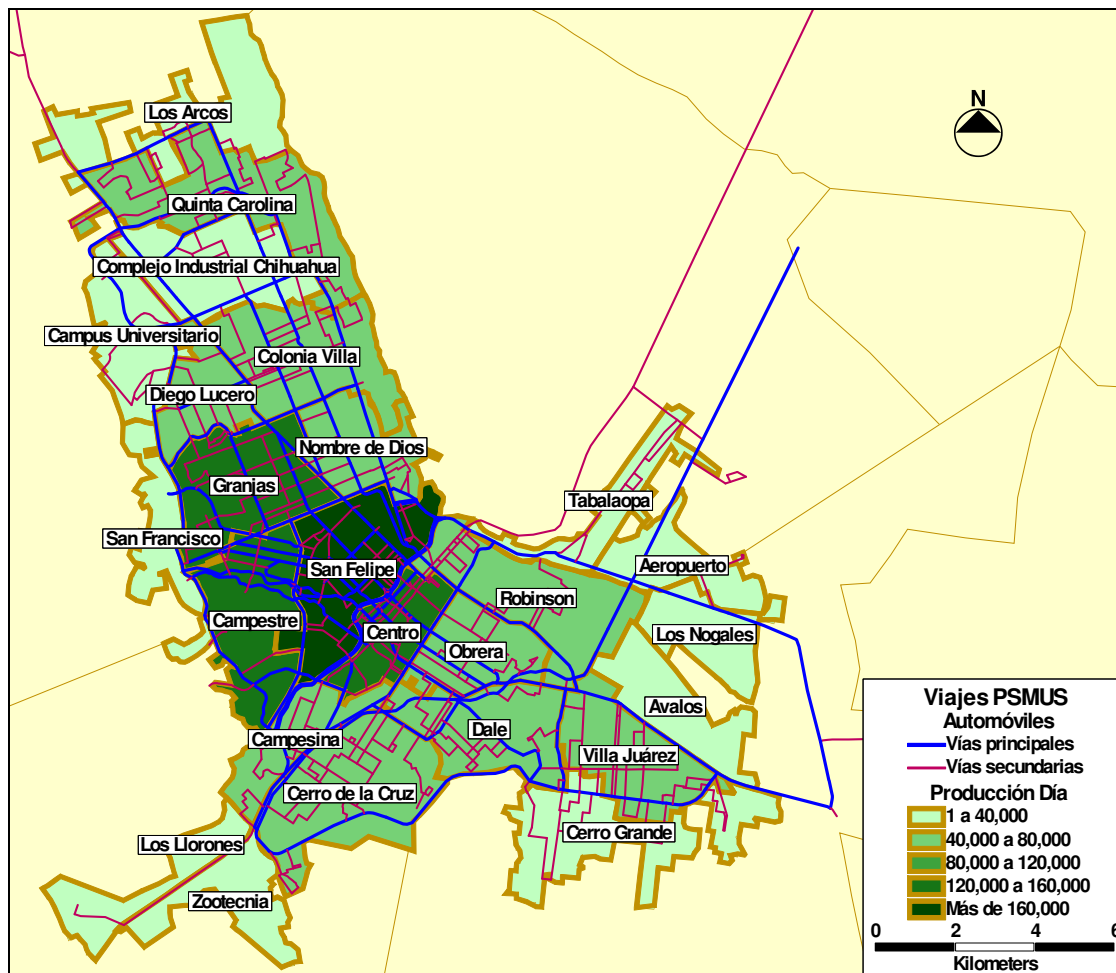
Fuente: elaborado por C&M con base en los resultados de la encuesta de movilidad

Figura 2-12 Distribución por macrozona del total de viajes diarios producidos en todos los medios de transporte



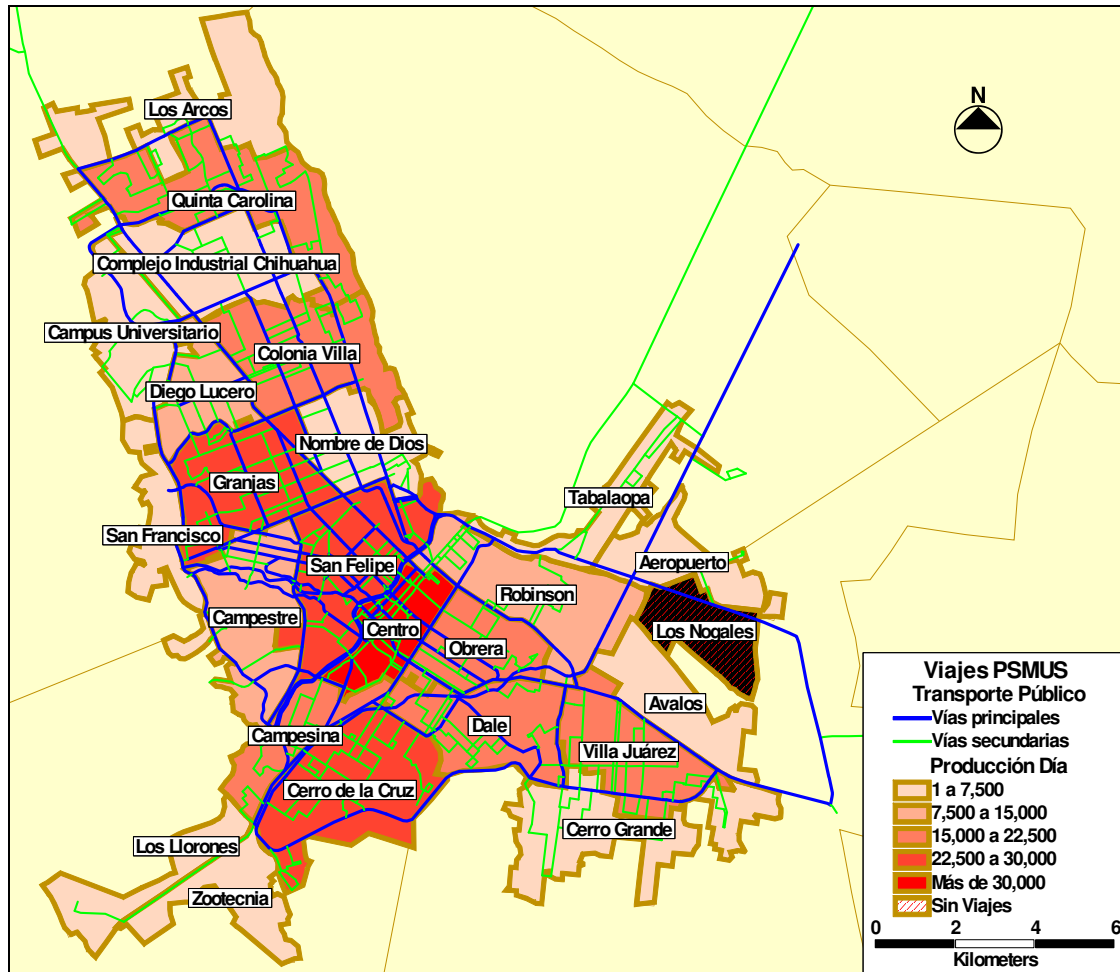
Fuente: elaborado por C&M con base en los resultados de la encuesta de movilidad

Figura 2-13 Distribución por macrozona del total de viajes diarios producidos en automóvil



Fuente: elaborado por C&M con base en los resultados de la encuesta de movilidad

Figura 2-14 Distribución por macrozona del total de viajes diarios producidos en transporte público



Fuente: elaborado por C&M con base en los resultados de la encuesta de movilidad

De manera similar a lo presentado anteriormente, en las siguientes figuras, se muestra la distribución geográfica de los viajes atraídos en cada una de las macrozonas para arribos en todos los medios, en automóvil y en transporte público. El resumen diario de los viajes en cada tipo de modo, se muestra en la Tabla 1-6.

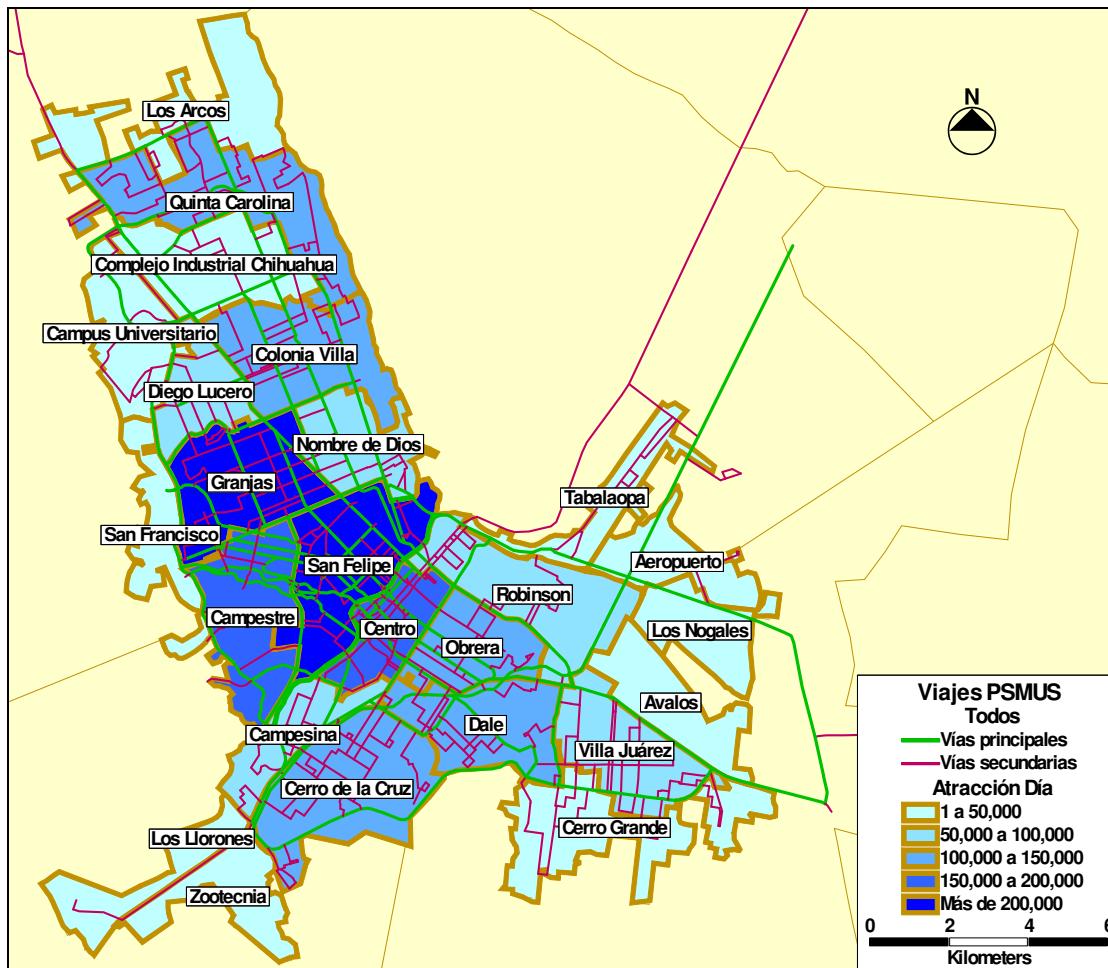


Tabla 1-6 Viajes diarios atraídos en cada macrozona en todos los medios, en automóvil y en transporte público

Id Macrozona	Nombre	Todos los medios		Transporte privado		Transporte público	
1	Los Arcos	20,736	1.04%	10,744	0.88%	2,320	0.81%
2	Quinta Carolina	129,064	6.50%	72,386	5.96%	17,822	6.23%
3	Complejo Industrial Chihuahua	47,680	2.40%	28,302	2.33%	5,992	2.09%
4	Campus Universitario	34,194	1.72%	26,886	2.21%	3,995	1.40%
5	Diego Lucero	70,723	3.56%	46,041	3.79%	10,408	3.64%
6	Colonia Villa	102,014	5.14%	52,527	4.33%	20,331	7.10%
7	San Francisco	18,354	0.92%	16,564	1.36%	1,132	0.40%
8	Granjas	243,228	12.25%	145,618	11.99%	31,361	10.96%
9	Nombre de Dios	53,958	2.72%	41,622	3.43%	4,920	1.72%
10	Campestre	168,508	8.48%	145,801	12.01%	12,484	4.36%
11	San Felipe	239,142	12.04%	190,587	15.70%	25,389	8.87%
12	Los Llorones	1,292	0.07%	671	0.06%	608	0.21%
13	Campesina	93,905	4.73%	49,269	4.06%	15,571	5.44%
14	Centro	187,764	9.45%	129,272	10.65%	33,105	11.57%
15	Robinson	71,643	3.61%	40,664	3.35%	13,936	4.87%
16	Tabalaopa	23,253	1.17%	11,336	0.93%	4,088	1.43%
17	Zootecnia	261	0.01%	241	0.02%	19	0.01%
18	Cerro de la Cruz	127,124	6.40%	57,917	4.77%	24,777	8.66%
19	Dale	106,624	5.37%	42,463	3.50%	17,696	6.18%
20	Obrera	106,767	5.38%	46,711	3.85%	16,817	5.88%
21	Aeropuerto	7,580	0.38%	4,101	0.34%	1,935	0.68%
22	Los Nogales	202	0.01%	150	0.01%	0	0.00%
23	Avalos	10,194	0.51%	3,458	0.28%	869	0.30%
24	Villa Juárez	97,820	4.93%	40,504	3.34%	17,307	6.05%
25	Cerro Grande	24,055	1.21%	10,238	0.84%	3,295	1.15%
Total		1,986,083	100.00%	1,214,074	100.00%	286,178	100.00%

Fuente: elaborado por C&M con base en los resultados de la encuesta de movilidad

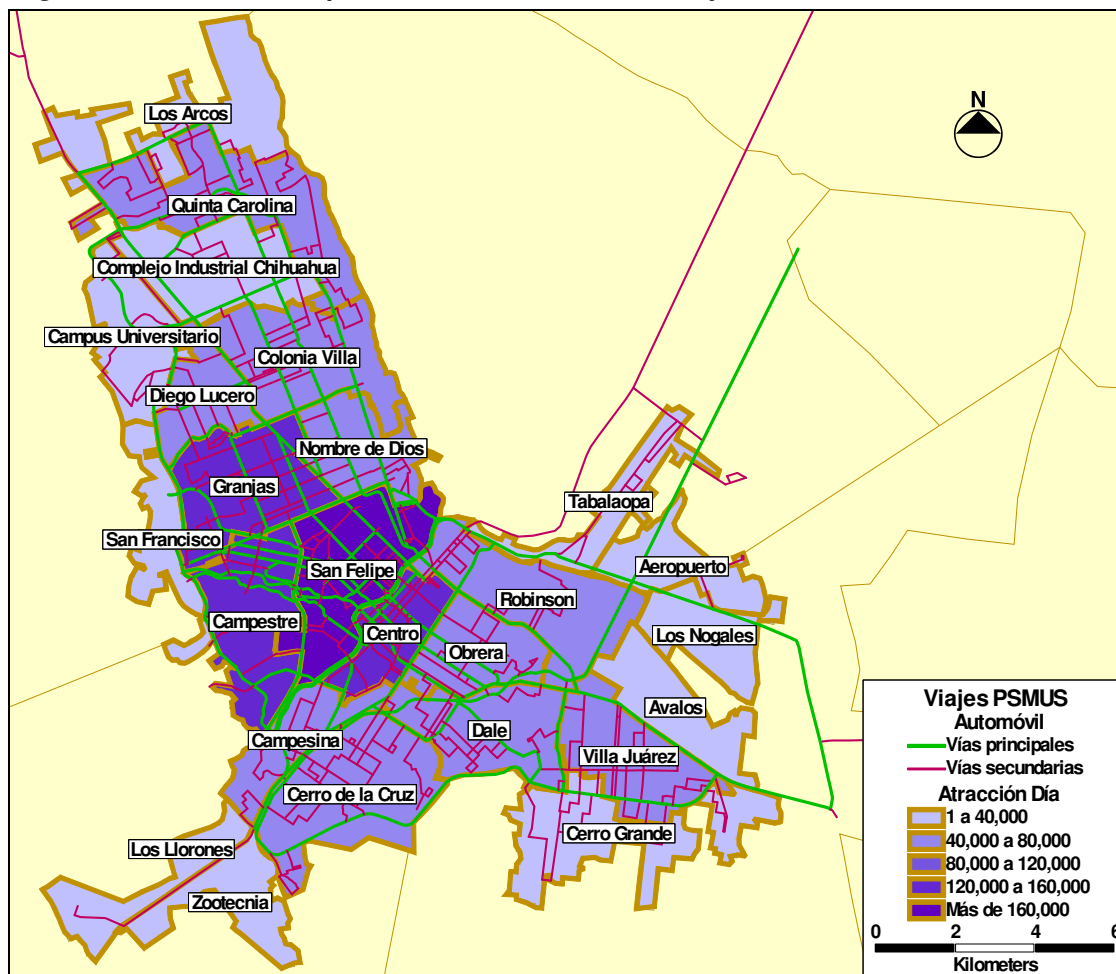
Figura 2-15 Distribución por macrozona del total de viajes diarios atraídos en todos los medios de transporte



Fuente: elaborado por C&M con base en los resultados de la encuesta de movilidad

El 33.74% de los viajes que son atraídos en todos los medios de transporte, tienen como destino a las macrozonas Granjas, San Felipe y Centro.

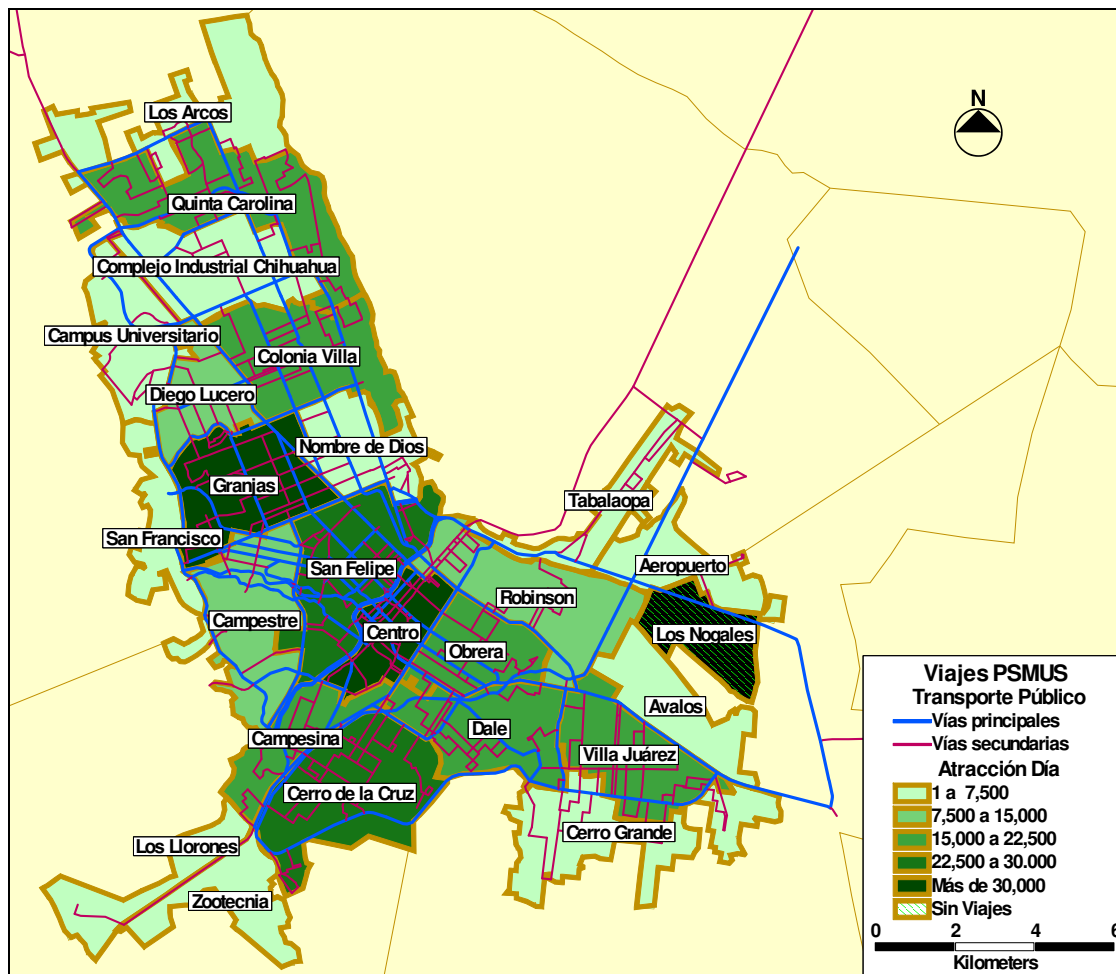
Figura 2-16 Distribución por macrozona del total de viajes diarios atraídos en automóvil



Fuente: elaborado por C&M con base en los resultados de la encuesta de movilidad

Del total de viajes en automóvil, se tiene que en su orden de importancia el 15.70% son atraídos a la macrozona San Felipe, el 12.01% a la Campestre y el 11.99% a la Granjas.

Figura 2-17 Distribución por macrozona del total de viajes diarios atraídos en transporte público



Fuente: elaborado por C&M con base en los resultados de la encuesta de movilidad

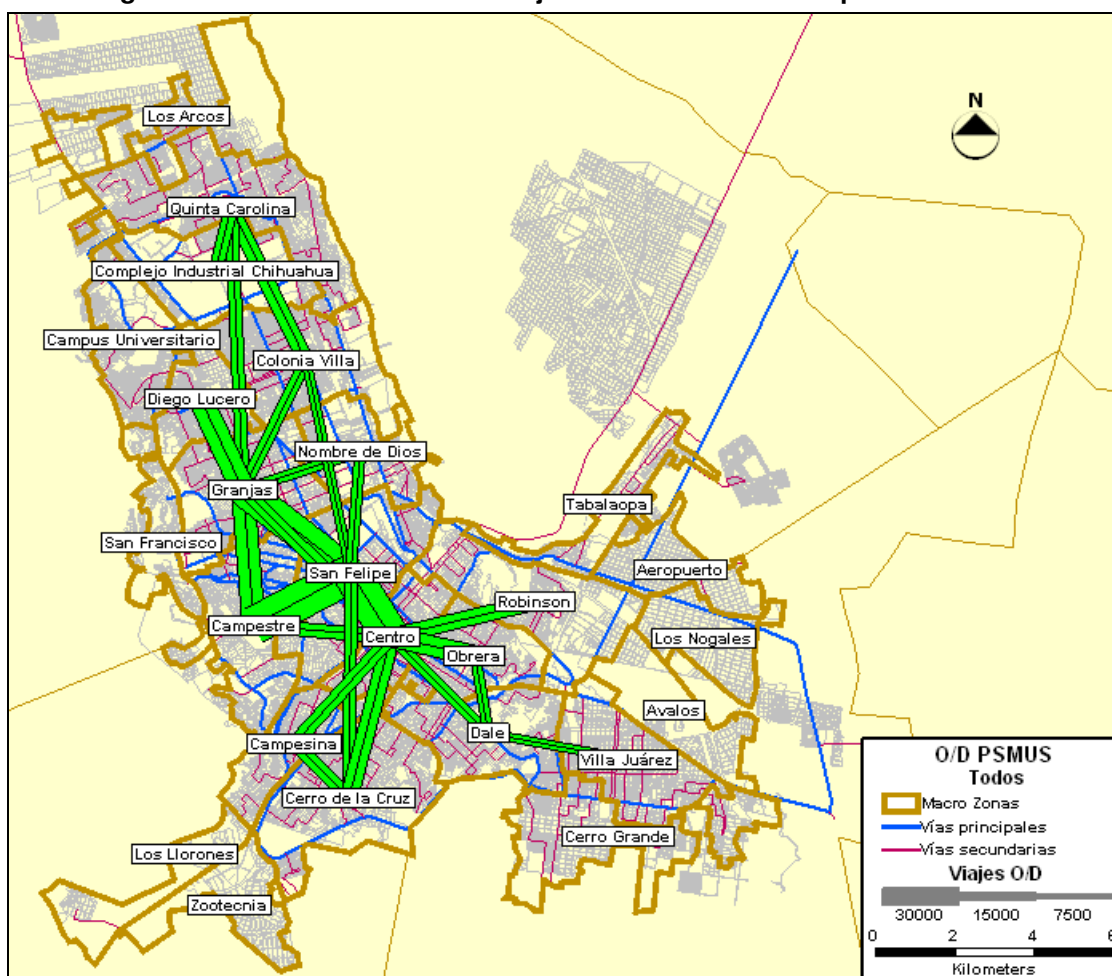
Dentro de la jerarquía de atractores de la ciudad, se observa que las macrozonas de Centro, Granjas y San Felipe obtienen los mayores arribos en autobús urbano, albergando en conjunto el 31.40% de los destinos de los viajes.

Como complemento al análisis espacial de los viajes diarios en medios motorizados se analizaron los pares O-D y se desarrollaron mapas con líneas de deseo, las cuales se definen como líneas rectas ficticias que unen los puntos de origen y destino que el usuario cautivo y potencial seguirá para tener acceso a las rutas de transporte, reduciendo los tiempos de recorrido.

En la Figura 2-18, Figura 2-19 y Figura 2-20 se muestran las líneas de deseo para la movilidad diaria en todos los medios de transporte, en automóvil y en transporte público, respectivamente.

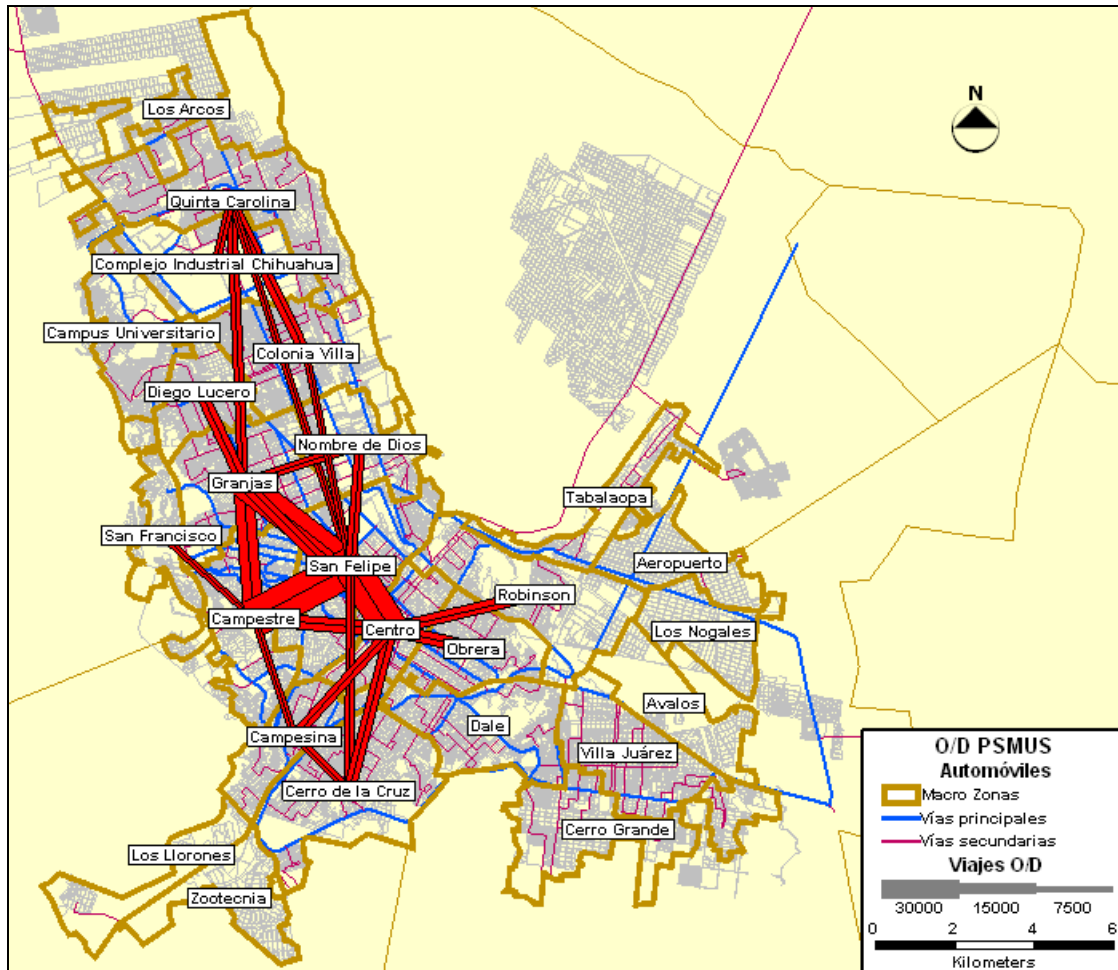
Estas líneas presentan la magnitud de la demanda de transporte público entre cada origen y destino dentro de la zona en estudio, las líneas de deseo de viaje confirman la importancia del corredor Norte – Sur en la ciudad.

Figura 2-18 Líneas de deseo de viajes en todos los modos para todo el día



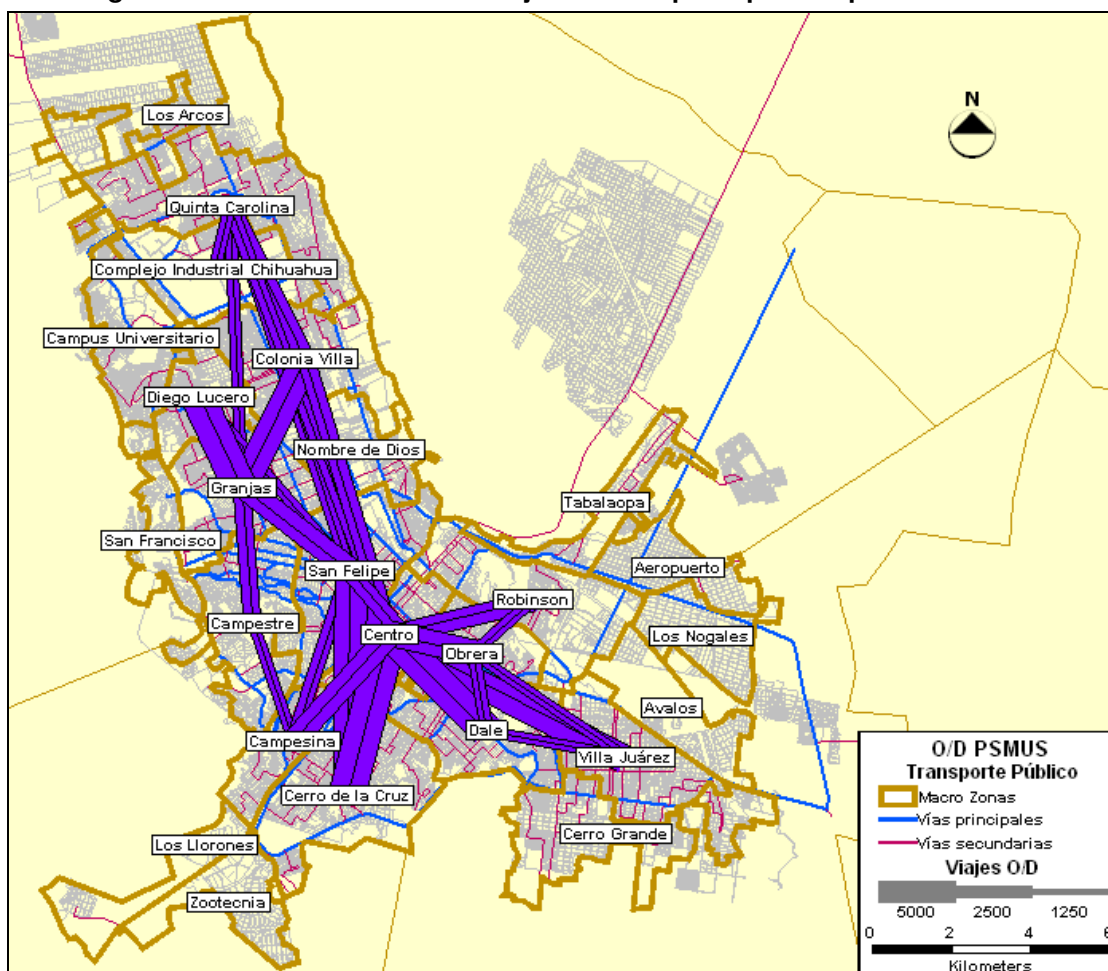
Fuente: elaborado por C&M con base en los resultados de la encuesta de movilidad

Figura 2-19 Líneas de deseo de viajes en automóvil para todo el día



Fuente: elaborado por C&M con base en los resultados de la encuesta de movilidad

Figura 2-20 Líneas de deseo de viajes en transporte público para todo el día



Fuente: elaborado por C&M con base en los resultados de la encuesta de movilidad

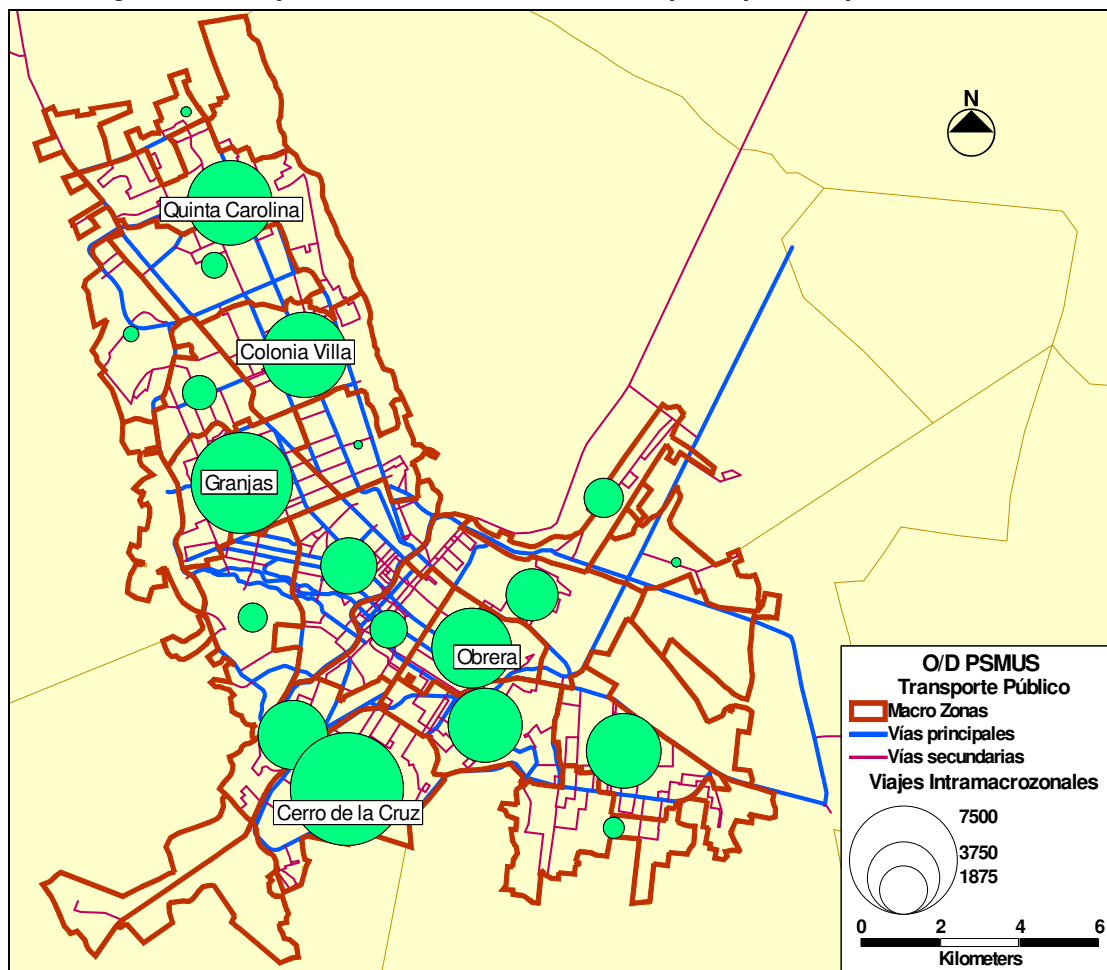
Como principal particularidad del análisis de los resultados, llama la atención que además de la esperada importancia de la zona centro en la generación y atracción de viajes, se localizan de manera representativa deseos de viaje desde y hacia la macrozona San Felipe.

Los viajes en automóvil se encuentran en especial medida relacionados con la interacción entre las macrozonas Campestre con San Felipe, Centro y San Felipe y aunque en menor proporción pero continuando siendo representativos, se aprecian deseos de viaje entre las macrozonas Granjas y San Felipe.

Respecto a la movilidad en transporte público, se observan al sur de la ciudad viajes localizados en la macrozona Cerro de la Cruz, con especial interacción con la Centro. Se nota que el sector de la macrozona Centro presenta una de las principales producciones de viajes en transporte público de la ciudad.

Además de los sectores de la ciudad mencionados como distintivos en cuanto a la movilización en transporte público, se advierten viajes de corto recorrido en los sectores de las macrozonas Cerro de la Cruz, Granjas y Colonia Villa. Lo anterior y la participación de los viajes de menor distancia en transporte público, se aprecian en la Figura 2-21, que presenta los viajes en este medio que inician y terminan en la misma macrozona.

Figura 2-21 Viajes intramacrozonales en transporte público para todo el día



Fuente: elaborado por C&M con base en los resultados de la encuesta de movilidad

- **Tiempo de viaje**

Con base en la EODHCH se estima que el tiempo de viaje en medios motorizados: vehículo particular y transporte público, es de 22.62 y 41.09 minutos respectivamente. En el periodo pico de la mañana, el promedio es cercano al promedio del día, mientras que en el pico de la tarde, el tiempo de desplazamiento aumenta considerablemente. (Ver Tabla 2-7)



Tabla 2-7. Tiempos de viaje 2006, transporte público y privado (en minutos)

Medio	Tiempo por periodo (min)		
	Día	Pico A.M.	Pico P.M.
Vehículo Particular	22.62	27.57	42.74
Transporte Público	41.09	48.12	55.96

Fuente: elaborado por C&M

- Volumen de viajes**

La demanda diaria de pasajeros fue determinada a partir de la encuesta de ascenso y descenso realizada en el 2006 en la ciudad de Chihuahua. Con dicha información se estableció que para un día hábil, la demanda fue de 303,957 pasajeros; la demanda del día sábado equivale al 92.1% del día hábil y la del domingo a 83.5%.

En la tabla se presenta esta información por día:

Tabla 2-8. Pasajeros en transporte público por tipo de día

Frecuencia	Pasajeros en transporte público		
	Días laborables	Sábados	Domingos
Diario	303,957	279,944	253,804

Fuente: encuesta de ascenso y descenso 2006

Considerando un mes típico de operación promedio durante el año, se establecieron factores para llevar la demanda diaria a un mes: 20.5 días hábiles, 4.67 sábados y 5.25 domingos y días festivos.

Por lo antes mencionado, al expandir al mes, los pasajeros del día sábado resultan menores a los estimados para los domingos y días festivos.

Tabla 2-9. Pasajeros en transporte público por tipo de día

Frecuencia	Pasajeros en Transporte Público		
	Días laborables	Sábados	Domingos y Feriados
Diario	303,957	279,944	253,804
Mensual	6,231,119	1,307,340	1,332,471

Fuente: encuesta de ascenso y descenso 2006

Es importante resaltar que dada la baja demanda de usuarios que en la actualidad utilizan el transporte público, los pasajeros de los días laborales son prácticamente los mismos para los días del fin de semana, con pequeñas variaciones.

De este volumen, aproximadamente el 15% corresponde al corredor UTF.

- **Por ruta**

La demanda de transporte público en la ciudad de Chihuahua, tanto en el periodo pico de la mañana como en el de tarde, presenta concentración de viajes en las avenidas Tecnológico, Vallarta, Universidad y Fuentes Mares que recorren la ciudad de norte a sur.

Este comportamiento sustenta la necesidad de planear y construir un sistema de transporte público eficiente sobre estas vías.

El intercambio de viajes durante el periodo de la mañana ocurre en el sentido colonia-centro, y durante la tarde en sentido centro-colonia, pero la carga de pasajeros es similar en ambos periodos. En la Figura 2-22 se presenta la demanda correspondiente al periodo pico de la mañana, esta figura es resultado de simulaciones con EMME/3.

Figura 2-22. Demanda de pasajeros en periodo pico de la mañana



Fuente: elaborado por C&M

2.3.3. Interacción oferta y demanda

- **Velocidades**

El corredor UTF, al ser el más cargado de la ciudad, actualmente presenta velocidades de 16.9 km/kr y 16.1 km/hr en los periodos pico AM y PM respectivamente. (Tabla 2-10). La velocidad del sistema de rutas actual en toda la ciudad de Chihuahua es de 19km/h.

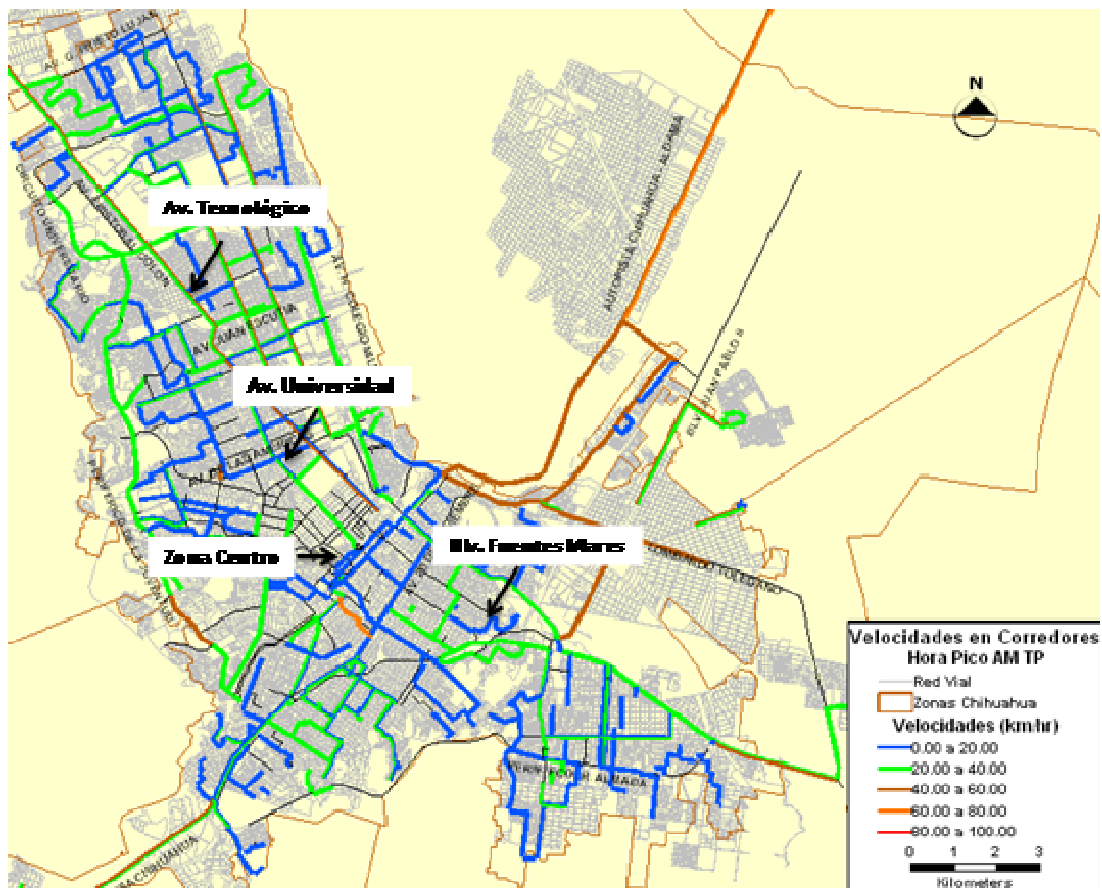
Tabla 2-10. Velocidades promedio en el corredor UTF, periodos pico

Corredor UTF	
AM	PM
16.95	16.11

Fuente: elaborado por C&M

En la Figura 2-23 se presentan las velocidades del transporte público en toda la ciudad

Figura 2-23. Velocidades del transporte público en periodo pico AM

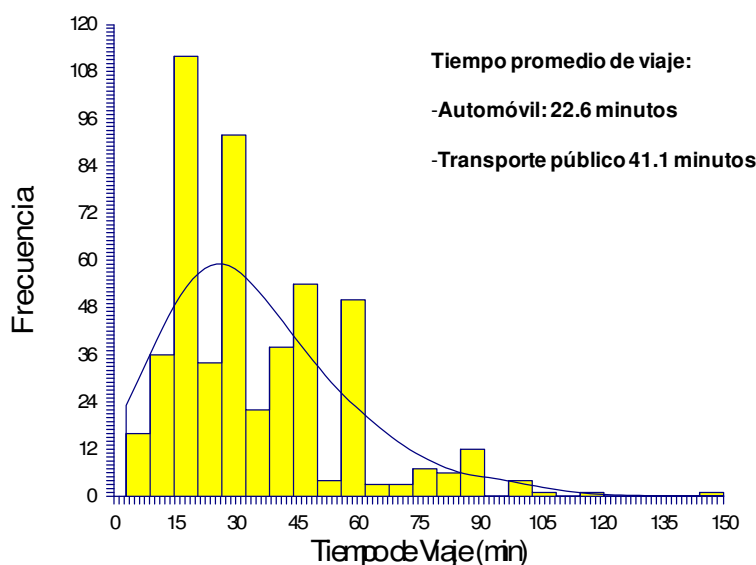


Fuente: PSMUS Diagnóstico del tránsito

- **Tiempo de viaje**

En la siguiente figura se presenta la distribución de los tiempos de viaje en toda la ciudad.

Figura 2-24. Tiempo promedio de viaje



Fuente: elaborado por C&M

- **Fluctuación temporal de la demanda**

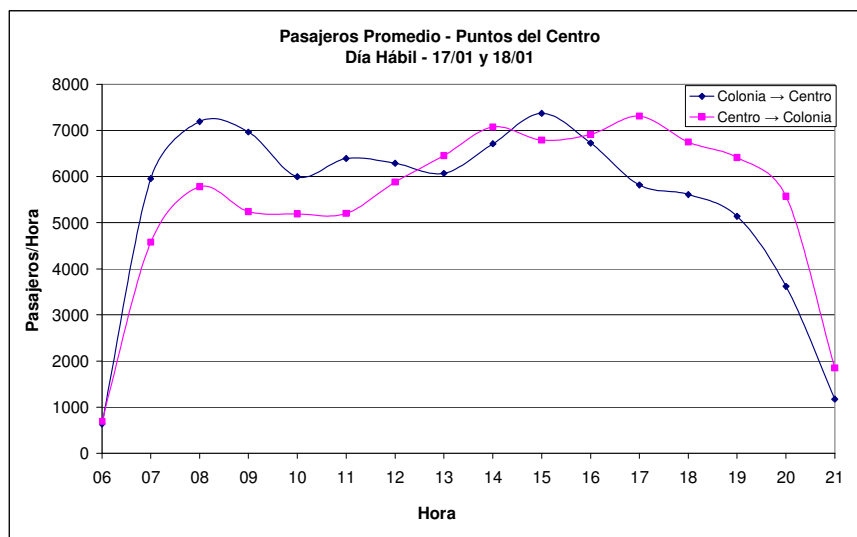
Región Central: Para el análisis de la fluctuación temporal de la demanda del anillo en el bordo del centro, se elaboró una sumatoria del flujo de pasajeros en hora y sentido de los puntos localizados en esta zona. Los datos del aforo de ocupación visual utilizados en este análisis fueron ajustados a partir del aforo de sube y baja.

La Figura 2-25 presenta la fluctuación de la demanda manifiesta durante un periodo de operación. Se verifica que el flujo colonia-centro presenta un pico en la mañana entre las 8:00 y las 9:00 horas y otro en la tarde cerca de las 15:00 horas. Como la ocupación de los autobuses es en general baja, sobre todo cuando están llegando al centro, su variación entre la hora pico y una hora valle no presenta grandes diferencias.

Para el sentido centro-colonia el flujo de vehículo se presenta en el periodo de la mañana, más bajo que en el sentido colonia-centro. Entre las 12:00 y 14:00 horas los flujos se equilibran y en la tarde, el flujo del sentido centro-colonia es dominante.



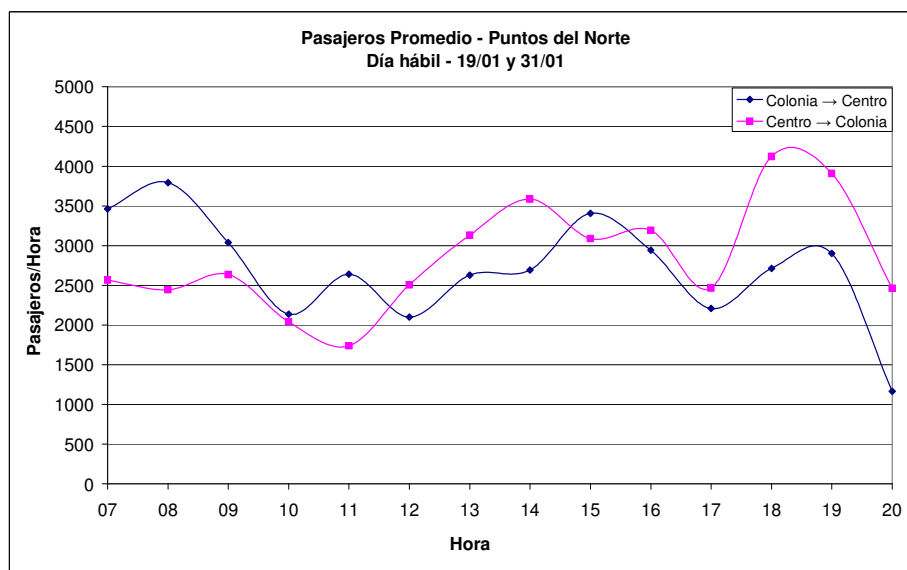
Figura 2-25. Fluctuación horaria de pasajeros región central (día hábil)



Fuente: elaborado por C&M

Región Norte: Para la región Norte constituida por los puntos en la zona sigue el comportamiento de la región central. Con el pico de la mañana ocurriendo en el sentido colonia-centro y el pico de la tarde entre las 18:00 y 19:00 horas en el sentido centro-colonia. En esta línea de pantalla se verifica un pico entre las 14:00 y 15:00 horas, como en la pantalla del centro.

Figura 2-26. Fluctuación horaria de pasajeros - región norte (día hábil)



Fuente: elaborado por C&M



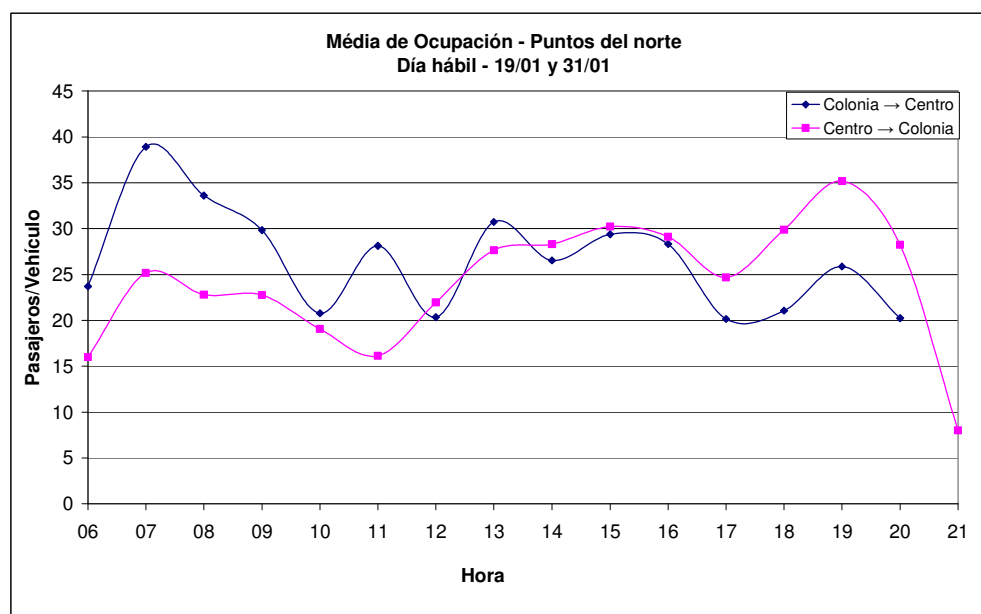
- **Variación de la Ocupación**

Las figuras presentadas a continuación muestran que los valores de ocupación en la mayor parte de las horas del día, para todos los puntos, presentan un nivel de servicio muy bueno, cerca del nivel A, o sea, con los pasajeros siendo transportados sentados.

Este hecho se debe a la sistemática de programación operacional del sistema, donde la frecuencia es fija para todo el día. Así, como la ruta es dimensionada para la hora pico, en los demás periodos hay oferta de cupos.

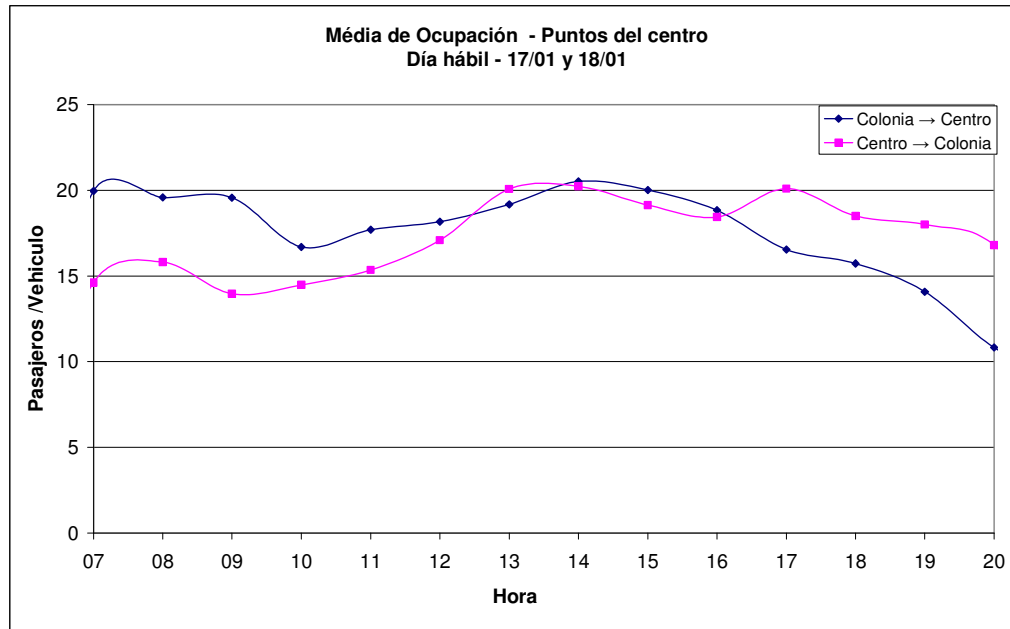
Como se puede observar hay una gran cantidad de horas con valores inferiores a 20 pasajeros por vehículo que muestra como los buses están circulando vacíos en gran parte del día. Esos valores fueron ajustados por los datos de encuesta de sube y baja para permitir la identificación de valores menores que 20 pasajeros en el interior del vehículo.

Figura 2-27. Fluctuación horaria de ocupación



Fuente: elaborado por C&M

Figura 2-28. Fluctuación horaria de ocupación región centro



Fuente: elaborado por C&M

2.4. Alternativas de solución

Como una alternativa de solución a la problemática existente se realizó el análisis de implementar un carril reversible y un sistema tronco alimentador integrado.

En la siguiente tabla se presentan las características, requerimientos y observaciones para la alternativa mencionada.



Alternativa de carril reversible		
Características	Requerimientos	Observaciones
Arquitectura de la Red	Rutas Convencionales, Rutas Troncales, Rutas Alimentadoras	Esquema Operacional de Reorganización de rutas para no dejar desatendidas zonas de transporte. En dicha reorganización, se deben crear rutas que satisfagan los deseos de los usuarios en los horarios donde el corredor trabaje en dirección opuesta. Lo cual ocasiona incremento en los tiempos de viaje, aumento del costo del pasaje, incremento en rutas complementarias.
Operación del Corredor	Derroteros de largo recorrido, aumento de la distancia entre paraderos	Solo atendería viajes de largo recorrido, y se aumentaría la longitud y tiempo de caminata de los usuarios del corredor.
Flota	Pequeños para rutas alimentadoras medianos y/o grandes para las rutas troncales	Para las rutas del corredor reversible se debiera considerar vehículos con puertas en ambos sentidos, lo cual ocasiona un incremento en el monto de inversión de unidades.
Diseño Paraderos	Generación de dos cuerpos para los paraderos, debido al sentido de operación de la unidad vehicular	Mayor inversión en el diseño de estos paraderos.
Paraderos adicionales	Paraderos para el sentido inverso, fuera del carril exclusivo	Mayor inversión en infraestructura, ya sea sobre el mismo carril, reduciendo la capacidad de la vía o en vías alternas para el regreso de los autobuses
Demanda	Identificación de la demanda más importante en la Ciudad de Chihuahua, en sentido de Norte a Sur o de Sur a Norte	Tal como se menciona en el Capítulo 6: Diagnostico de Movilidad, las principales zonas atractoras y generador de viajes es el centro de la ciudad en los diferentes horarios del día. Asimismo, no se observa que exista una demanda marcada en horarios de la mañana o de la noche, es decir que en la mañana se realicen los viajes de Norte a Sur y en la noche de Sur a Norte. El comportamiento análisis del presente estudio considera que existe una generación y atracción de viajes de norte a centro (visc.) y de sur a centro (visc) en el transcurso del día.
Educación vial	Se requiere de un plan adicional de educación vial y publicidad sobre la operación y horarios del corredor reversible	Se requeriría educación para evitar accidentes durante el cambio de circulación del carril. Esto puede generar situaciones de alta inseguridad con la reversibilidad
Transbordos	Se requiere de adecuado diseño de paraderos para el desarrollo de transbordo con las rutas alimentadoras.	Si no se realiza la reorganización de rutas y la optimización de la flota se generarían colas en los paraderos del corredor; lo cual ocasionaría una disminución en la capacidad vial.
Atención a las colonias	Mas número de rutas alimentadoras y/o convencionales que brinden alternativa de viaje cuando el carril no favorezca el deseo de viaje de los usuarios	Esto haría que el proyecto del corredor deje de ser atractivo debido a que se deberían de elaborar alternativas de viajes que posiblemente impacten en la demanda de los pasajeros del corredor.
Atención Temporal	Menor frecuencia por la necesidad de eficientizar las unidades de transporte público	Se requiere aumentar el intervalo de paso de los vehículos de transporte público debido a que se debe de trabajar con un porcentaje de ocupación adecuado de las unidades del orden del 80%. Esto aumentaría el tiempo de espera de los usuarios de transporte público en los paraderos.
Atención Espacial	Menor Opción de destino	Debido a que sólo se presenta un solo sentido de viaje.
Costo Operacional	Mayor Costo Operacional	Debido a que no existe la demanda adecuada por sentido para satisfacer la oferta de transporte.

Fuente: encuesta de ascenso y descenso 2006



Asimismo, para dar una solución integral y de largo plazo a la problemática del sistema de transporte público de la ciudad y específicamente la presentada en el corredor, es necesaria una reordenación de rutas.

Las alternativas de solución planteadas se evaluaron mediante un modelo de transporte, con la finalidad de medir los beneficios y los impactos negativos de cada alternativa.

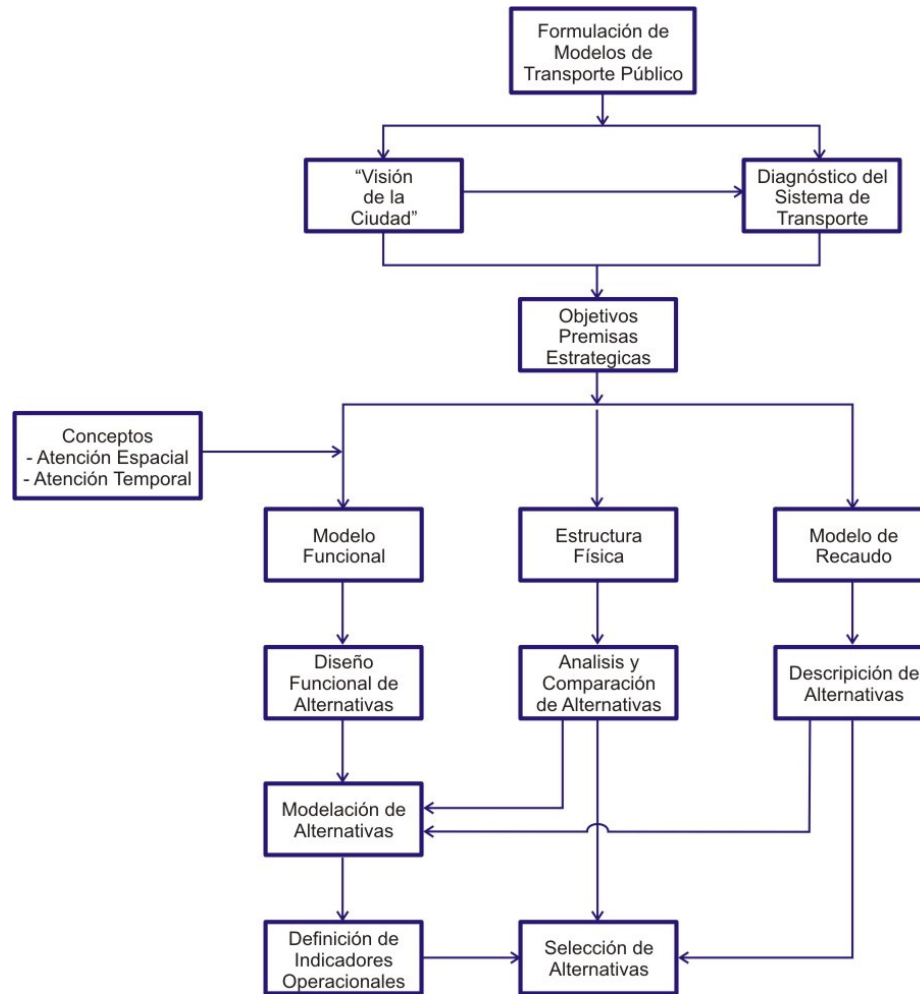
Los aspectos evaluados son: el modelo funcional, el modelo de infraestructura y el sistema de recaudo que son determinantes en la definición del nuevo sistema.

Las alternativas fueron estructuradas para el escenario base (año 2006) de tal manera que se posibilitara un análisis comparativo con la situación actual y de esta manera cuantificar los beneficios de las mismas.

Para la elección de la alternativa más adecuada de acuerdo con los objetivos del proyecto, se realiza una comparación entre cada una de las alternativas y la situación actual, a partir de los indicadores de desempeño, tales como: el tiempo promedio de viaje de los usuarios, el costo promedio generalizado del viaje (en minutos), la flota operacional, el kilometraje de recorrido en un día hábil y el indicador de pasajero transportado por vehículo/día (PVD), comparadas con la situación actual.

El análisis fue realizado según la estructura presentada en la Figura 2-29.

Figura 2-29 Diagrama de Análisis



Fuente: elaborado por C&M

a) Configuración funcional del sistema

Buscando la alternativa óptima para Chihuahua, que posibilite el menor tiempo de desplazamiento al usuario y también el menor costo de pasaje, y considerando las condiciones geográficas de la ciudad y la distribución espacial de la demanda, se desarrollaron dos alternativas de configuración funcional del sistema:

- **Sistema sin Terminal de Integración** - Con estructura solo de rutas radiales y diametrales e integración tarifaria punto a punto en todo el sistema.
- **Sistema con Terminal de Integración** - Con estructura mixta de rutas tronco-alimentadas con Terminal de integración y rutas radiales y diametrales, aprovechando las características geográficas de la ciudad y espacial de la demanda. Integración física y tarifaria en las estaciones y Terminales e integración



tarificaría punto a punto (en paraderos) en la región central de la ciudad y resto del sistema.

Aunque la principal diferencia entre las alternativas es la existencia o no de una terminal, hay otros aspectos las distinguen. Para una comparación de estas diferencias se presenta en secuencia la siguiente tabla con las características de cada una.

Tabla 2-11. Características de las alternativas

CONCEPTO	Sistema de rutas Convencionales (Sin Terminal de Integración)	Sistema Mixto Convencionales Tronco-alimentada (Con Terminal de Integración)
Arquitectura de la Red	Rutas convencionales - radiales - Diametrales - Circulares	Terminales de Integración Rutas Troncales - Radiales - Diametrales Rutas Alimentadoras
Flota	- Pequeños para rutas de Baja demanda - Medianos para las demás rutas < Posibilidad de ajuste de la capacidad de la flota a demanda en su recorrido	- Pequeños – Alimentadoras - Grandes – Troncales - Medianos – Convencionales > Posibilidad de ayustar la flota al perfil de demanda en su recorrido.
Modelo operacional	No permite utilización de modelos operacionales – Expreso Parador	Permite la utilización de modelos operacionales – Expreso Parador
Control en el corredor	Menor regularidad -Más difícil mantenimiento de regularidad debido a operación del vehículo en la captación y distribución de demanda	Mayor regularidad - Más sencillo el control de rutas que operan como troncales
Vehículo del corredor	Necesita mayor cantidad de vehículo para operar el corredor	Utiliza una menor cantidad de vehículos para operar el corredor
Atención a las colonias	Se hace con el mismo vehículo que opera la troncal < menor eficiencia > Mayor costo operacional	Se puede hacer con vehículos más pequeños > Eficiencia en la utilización de la flota < costo operacional
Utilización de la flota en el Entre-pico	> kilometraje de vehículos medianos < Eficiencia	Flota de micro hace la atención a las colonias – Kilometraje de corto recorrido de rutas. Permite optimizar Km de rutas de vehículos mayores (troncales)
Atención Temporal	< Frecuencia por la necesidad de ampliar el numero de rutas	> Frecuencia Alimentadora– Posibilidad de mayor numero de rutas – rutas alimentadoras son cortas y pueden operar con vehículos pequeños > Frecuencia en la troncal por concentración de demanda
Atención Espacial	< Opción de destino, rutas convencionales permite uno solo destino	> Opción de destino – En el Terminal el usuario tiene múltiple opción de destino
Costo Operacional	> Costo Operacional > Flota > Kilometraje	< Costo Operacional < Flota (Opera con flota más ayustada a demanda < Kilometraje

Fuente: elaborado por C&M

Para la selección de una de las dos alternativas funcionales, se presentan en la Tabla 2-12 y Tabla 2-13 un comparativo de tiempos de viaje del usuario e indicadores operacionales para cada alternativa.



Tabla 2-12. Comparativo de tiempo de viaje. Situación base y alternativas

Concepto	Base	Sin Terminal	% periodo	Con Terminal	% periodo
Tiempo Viaje en el Vehículo (min.)	22,36	22,00	-1,58%	20,51	-8,25%
Tiempo Caminata (min.)	16,30	13,23	-18,84%	13,05	-19,92%
Tiempo Espera (min.)	3,76	4,21	11,96%	4,13	9,92%
Tiempo Total de Viaje (min.)	42,41	39,44	-7,02%	37,70	-11,12%
Costo Generalizado (min.)	106,89	98,23	-8,10%	96,98	-9,28%
Total Abordajes Reportados Rutas TP	45.682	68.71	50,41%	74.836	63,82%
Pasajeros Intrazonales en TP (pax)	7.578	7.51	-0,89%	7.514	-0,84%
Total Abordajes con Pax Intrazonales	53.26	76.22	43,11%	82.35	54,62%
Tasa Media de Transbordo (%)	18,09%	68,99%	281,48%	82,58%	

Fuente: elaborado por C&M

Tabla 2-13. Comparativo de indicadores operacionales. Situación base y alternativas

Concepto	Base	Sin Terminal	% periodo	Con Terminal	% periodo
Flota am (Buses)	521	145		152	
Flota am (Micros)		131		142	
Flota am (Low Entry)		132		77	
Flota	521	408		371	-28,79%
Flota equivalente (60 pax)	521	382	-26,74%	337	-35,36%
Ocupación máxima por vehículo	45	60		60	
Km diaria total	109.262	91.308	-16,43%	82.497	-24,50%
Embarques diarios	274.229	341.794	24,64%	370.098	34,96%
Viajes diarios	3.278	3.201	-2,35%	3.749	14,37%
PVD	526	838	59,16%	998	89,53%
IPK	2,51	3,74	49,15%	4,49	78,75%
Pax. x Km (HPM)	272.866	300.608	10,17%	291.675	6,89%
Pax. x Hora (HPM)	15.192	16.195	6,60%	15.405	1,40%
Longitud promedio	31,59	27,87	-11,80%	21,80	-31,01%

Fuente: elaborado por C&M

Como se observa, las dos alternativas presentan en relación con la situación base, ventajas tanto en los tiempos de viaje como en los indicadores operacionales, aunque la alternativa con Terminal fue la que presentó los mayores beneficios. En cuanto a los tiempos de viaje del usuario, todos ellos presentan mayor reducción en la alternativa con Terminal que en la alternativa sin Terminal.

El indicador que mejor resume estas ventajas es el costo generalizado. El costo generalizado considera cada componente del tiempo de viaje (tiempo de espera, tiempo de transbordo, tiempo en el vehículo), ponderado con pesos en función de su mayor o menor importancia para el usuario y también considera el valor de la tarifa pagada convertida en minutos. En este concepto se verifica que para la alternativa con Terminal la reducción en relación con la situación base es de 9.92 minutos y para la alternativa con Terminal 8.66 minutos.

En cuanto a los transbordos las dos alternativas presentan un aumento significativo en este concepto, esto se explica por el aumento de la accesibilidad que las dos alternativas tienen con la integración tarifaria total en relación con la situación base, donde los



transbordos son pagados. Las mayores diferencias en beneficios producidos por las dos alternativas están en los indicadores operacionales.

En lo que refiere a la flota, la alternativa con Terminal presenta una reducción de 35% para la flota equivalente en relación con la situación base y la alternativa sin Terminal 27%. Esto ocurre pues en la alternativa con Terminal es posible una mejor atención a áreas de menor demanda con rutas cortas que se integran en el Terminal con las rutas troncales, ya en la alternativa sin Terminal para la misma frecuencia horaria se necesita de más buses (rutas más largas).

El uso de la flota en la alternativa con Terminal se presenta más eficiente pues con una cantidad más pequeña de vehículos se consigue un kilometraje diario más alto, o sea se amplía la cantidad de servicio aún con una menor flota.

Otro indicador de la mejora del desempeño de la alternativa con Terminal en relación con la situación base y la alternativa sin Terminal, está en la permanencia del usuario en la red de transporte. La permanencia en pasajero x hora, solo se amplió en 1,4% para la alternativa con Terminal y 6% sin Terminal.

Es importante aclarar que hay un crecimiento del tiempo de espera, conforme se puede verificar en la Tabla 2-12, pero es debido al hecho de que con el sistema integrado las rutas que salen de los barrios ofrecen mas combinaciones de destinos a los usuarios, a través de las integraciones. Así vale la pena esperar un bus, cambiar a otro y no caminar. Esto se verifica en los números presentados con crecimiento de un minuto en promedio del tiempo de espera y una reducción de 3 minutos en promedio del tiempo de caminata.

Así, se concluye que la alternativa con Terminal se presenta como mejor tanto en relación a la situación base como en relación a la alternativa sin Terminal.

2.4.1. Matriz multicriterio

La matriz multicriterio es una herramienta de ayuda en la toma de decisiones, que permite comparar las ventajas y desventajas de una alternativa respecto a otra.

Como complemento a la evaluación eminentemente técnica presentada en el numeral anterior, se desarrolló la matriz multicriterio que permite contar con un parámetro de decisión adicional, para calificar las bondades de cada una de las alternativas.

La matriz para este estudio, se diseñó de tal manera que las dos alternativas para el sistema de transporte público que se plantea en la ciudad, se evaluarán en cuatro aspectos fundamentales: Técnico, Urbano, Económico y Ambiental.

Para cada uno de estos cuatro aspectos se definieron igualmente criterios, donde cada uno de los cuales tiene una ponderación de acuerdo con el peso específico que el consultor consideró para cada uno de ellos. A continuación se describe cada uno de ellos.



Tabla 2-14. Aspectos Técnicos

Criterio	Definición	Peso
Integración	Grado de facilidad de integración de las rutas	0.2
Expropiación	Requerimientos de expropiación para que se implemente la alternativa	0.15
Tiempo en la red del sistema	Tiempo que el usuario gasta en el sistema propuesto	0.2
Facilidad Institucional-legal	Condiciones Institucionales y legales para implementar la alternativa	0.2
Facilidad implementación a operado	Esfuerzos de negociación que requiere la alternativa	0.25

Fuente: elaborado por C&M

Tabla 2-15. Aspectos urbanísticos

Criterio	Definición	Peso
Densidad	La alternativa se ubica sobre un uso de suelo diversificado y denso	0.15
Uso de espacio público	La alternativa se ubica sobre un área que permite el desarrollo del espacio público (jardines, paseos peatonales, etc.)	0.25
Facilidad de Acceso	La alternativa permite el acceso a los paraderos por parte de los usuarios	0.25
Ciclovías	La alternativa permite una sección donde se pueden ubicar ciclovías	0.2
Mejora del entorno	La ubicación de la alternativa propicia y favorece la integración vecinal	0.15

Fuente: elaborado por C&M

Tabla 2-16. Aspectos económicos

CRITERIO	DEFINICIÓN	PESO
Rentabilidad Financiera	Referido a los indicadores financieros	0.3
Rentabilidad Social	Referido a los indicadores sociales	0.2
Población Atendida	Referido a la población circundante que puede atender la alternativa	0.15
Rutas afectadas	Referido al número de rutas que la alternativa afecta	0.15
Costo de la alternativa	Referido al costo de la alternativa	0.2

Fuente: elaborado por C&M.



Tabla 2-17. Aspectos ambientales

Criterio	Definición	Peso
Contaminación Sonora	Se refiere a los niveles de ruido que la alternativa produce	0.2
Impacto visual	Se refiere a los obstáculos visuales que presenta la alternativa al entorno (puentes peatonales, señalamiento, pasos a desnivel)	0.2
Emisión de Contaminantes	Se refiere a la emisión de partículas que la alternativa produce	0.2
Afectación del entorno	Se refiere a la emisión de partículas que la alternativa produce a los no usuarios	0.25
Paisaje Urbano	Se refiere a la fácil adaptación de la alternativa para el desarrollo de paisajes urbanísticos	0.15

Fuente: elaborado por C&M

Cada una de las dos alternativas se evaluó, teniendo en cuenta que se definió una calificación de 1, 2 ó 3. Siendo la calificación de 1 cuando en cada criterio la alternativa brindaba los mayores beneficios o impactos, 2 cuando no existía diferencia entre las dos alternativas y 3 cuando la alternativa brindaba los menores beneficios o impactos.

A continuación se presentan los puntajes dados a cada una de las alternativas en los 4 aspectos mencionados anteriormente.

Tabla 2-18. Aspectos técnicos. Alternativa 1

Aspectos Técnicos	Interpretación del Aspecto	Valoración	Puntaje		
Integración	Grado de facilidad de integración de las rutas	3	0.10	Amplia integración	1
				Igual integración	2
				Mínima integración	3
Expropiación	Requerimientos de expropiación para que se implemente la alternativa	1	1.00	Sin Expropiación	1
				Hasta tres propiedades	2
				Más de tres propiedades	3
Tiempo en la red del sistema	Tiempo que el usuario gasta en el sistema propuesto	3	0.10	Alternativa de menor tiempo	1
				Alternativas iguales	2
				Alternativa de mayor tiempo	3
Facilidad Institucional-legal	Condiciones Institucionales y legales para implementar la alternativa	2	0.50	Alternativa Sin Cambios	1
				Igual para las alternativas	2
				Alternativa Con Cambios	3
Facilidad implementación a operadores	Esfuerzos de negociación que requiere la alternativa	2	0.50	Alternativa de menores operadores	1
				Alternativas iguales	2
				Alternativa de más operadores	3

Fuente: elaborado por C&M



Tabla 2-19. Aspectos urbanos. Alternativa 1

Aspectos Urbanos	Interpretación del Aspecto	Valoración	Puntaje		
Densidad	La alternativa se ubica sobre un uso de suelo diversificado y denso	2	0.50	La más alta densidad	1
				Igual densidad	2
				La más baja densidad	3
Uso de Espacio Público	La alternativa se ubica sobre un área que permite el desarrollo del espacio público (jardines, paseos peatonales, etc.)	3	0.10	La mayor área	1
				Áreas iguales	2
				La menor área	3
Facilidad de acceso	La alternativa permite el acceso a los paraderos por parte de los usuarios	1	1.00	Acceso a nivel	1
				Acceso a nivel y escaleras	2
				Sólo a través de escaleras	3
Ciclo vías	La alternativa permite una sección donde se pueden ubicar ciclo vías	1	1.00	Sección amplia	1
				Sección restringida	2
				No tiene sección	3
Mejora del entorno	La ubicación de la alternativa propicia y favorece la integración vecinal	3	0.10	Favorece Totalmente	1
				Favorece Poco	2
				No favorece	3

Fuente: elaborado por C&M

Tabla 2-20. Aspectos económicos. Alternativa 1

Aspectos Económicos	Interpretación del Aspecto	Valoración	Puntaje		
Rentabilidad Financiera	Referido a los indicadores financieros (TIRF)	2	0.50	La más Alta	1
				Está en el Promedio	2
				La más baja	3
Rentabilidad Social	Referido a los indicadores sociales (TIRE)	2	0.50	La más Alta	1
				Está en el Promedio	2
				La más baja	3
Población Atendida	Referido a la población circundante que puede atender la alternativa	2	0.50	La más Alta	1
				Está en el Promedio	2
				La más baja	3
Rutas afectadas	Referido al número de rutas que la alternativa afecta	2	0.50	Pocas	1
				Está en el Promedio	2
				Muchas	3
Costo de la alternativa	Referido al costo de la alternativa	1	1.00	La más baja	1
				Está en el Promedio	2
				La más alta	3

Fuente: elaborado por C&M

Tabla 2-21. Aspectos ambientales. Alternativa 1

Aspectos Ambientales	Interpretación del Aspecto	Valoración	Puntaje		
Contaminación Sonora	Se refiere a los niveles de ruido que la alternativa produce	1	1.00	Ruido menor a la norma	1
				Ruido igual a la norma	2
				Ruido mayor a la norma	3
Impacto visual	Se refiere a los obstáculos visuales que presenta la alternativa al entorno (puentes peatonales, señalamiento, pasos a desnivel)	2	0.50	Sin obstáculos	1
				Iguals obstáculos	2
				Mayores obstáculos	3
Emisión de Contaminantes	Se refiere a la emisión de partículas que la alternativa produce (PM10 -CO2)	2	0.50	Menor contaminación	1
				Igual contaminación	2
				Mayor contaminación	3
Afectación del entorno	Se refiere a la emisión de partículas que la alternativa produce (PM10 -CO2) a los no usuarios	2	0.50	Menor contaminación	1
				Igual contaminación	2
				Mayor contaminación	3
Paisaje Urbano	Se refiere a la fácil adaptación de la alternativa para el desarrollo de paisajes urbanísticos	2	0.50	Fácil adaptación	1
				Igual adaptación	2
				Muchos problemas	3

Fuente: elaborado por C&M



Tabla 2-22. Aspectos técnicos. Alternativa 2

Aspectos Técnicos	Interpretación del Aspecto	Valoración	Puntaje		
Integración	Grado de facilidad de integración de las rutas	1	1.00	Amplia integración	1
				Igual integración	2
				Mínima integración	3
Expropiación	Requerimientos de expropiación para que se implemente la alternativa	3	0.10	Sin Expropiación	1
				Hasta tres propiedades	2
				Más de tres propiedades	3
Tiempo en la red del sistema	Tiempo que el usuario gasta en el sistema propuesto	1	1.00	Alternativa de menor tiempo	1
				Alternativas iguales	2
				Alternativa de mayor tiempo	3
Facilidad Institucional-legal	Condiciones Institucionales y legales para implementar la alternativa	2	0.50	Alternativa Sin Cambios	1
				Igual para las alternativas	2
				Alternativa Con Cambios	3
Facilidad implementación a operadores	Esfuerzos de negociación que requiere la alternativa	2	0.50	Alternativa de menores operadores	1
				Alternativas iguales	2
				Alternativa de más operadores	3

Fuente: elaborado por C&M

Tabla 2-23. Aspectos urbanos. Alternativa 2

Aspectos Urbanos	Interpretación del Aspecto	Valoración	Puntaje		
Densidad	La alternativa se ubica sobre un uso de suelo diversificado y denso	2	0.50	La más alta densidad	1
				Igual densidad	2
				La más baja densidad	3
Uso de Espacio Público	La alternativa se ubica sobre un área que permite el desarrollo del espacio público (jardines, paseos peatonales, etc.)	1	1.00	La mayor área	1
				Áreas iguales	2
				La menor área	3
Facilidad de acceso	La alternativa permite el acceso a los paraderos por parte de los usuarios	1	1.00	Acceso a nivel	1
				Acceso a nivel y escaleras	2
				Sólo a través de escaleras	3
Ciclovías	La alternativa permite una sección donde se pueden ubicar ciclovías	1	1.00	Sección amplia	1
				Sección restringida	2
				No tiene sección	3
Mejora del entorno	La ubicación de la alternativa propicia y favorece la integración vecinal	1	1.00	Favorece Totalmente	1
				Favorece Poco	2
				No favorece	3

Fuente: elaborado por C&M

Tabla 2-24. Aspectos económicos. Alternativa 2

Aspectos Económicos	Interpretación del Aspecto	Valoración	Puntaje		
Rentabilidad Financiera	Referido a los indicadores financieros (TIRF)	2	0.50	La más Alta	1
				Está en el Promedio	2
				La más baja	3
Rentabilidad Social	Referido a los indicadores sociales (TIRE)	2	0.50	La más Alta	1
				Está en el Promedio	2
				La más baja	3
Población Atendida	Referido a la población circundante que puede atender la alternativa	2	0.50	La más Alta	1
				Está en el Promedio	2
				La más baja	3
Rutas afectadas	Referido al número de rutas que la alternativa afecta	2	0.50	Pocas	1
				Está en el Promedio	2
				Muchas	3
Costo de la alternativa	Referido al costo de la alternativa	3	0.10	La más baja	1
				Está en el Promedio	2
				La más alta	3

Fuente: elaborado por C&M



Tabla 2-25. Aspectos ambientales. Alternativa 2

Aspectos Ambientales	Interpretación del Aspecto	Valoración	Puntaje		
Contaminación Sonora	Se refiere a los niveles de ruido que la alternativa produce	1	1.00	Ruido menor a la norma	1
				Ruido igual a la norma	2
				Ruido mayor a la norma	3
Impacto visual	Se refiere a los obstáculos visuales que presenta la alternativa al entorno (puentes peatonales, señalamiento, pasos a desnivel)	2	0.50	Sin obstáculos	1
				Iguals obstáculos	2
				Mayores obstáculos	3
Emisión de Contaminantes	Se refiere a la emisión de partículas que la alternativa produce (PM10 -CO2)	2	0.50	Menor contaminación	1
				Igual contaminación	2
				Mayor contaminación	3
Afectación del entorno	Se refiere a la emisión de partículas que la alternativa produce (PM10 -CO2) a los no usuarios	2	0.50	Menor contaminación	1
				Igual contaminación	2
				Mayor contaminación	3
Paisaje Urbano	Se refiere a la fácil adaptación de la alternativa para el desarrollo de paisajes urbanísticos	1	1.00	Fácil adaptación	1
				Igual adaptación	2
				Muchos problemas	3

Fuente: elaborado por C&M

Con base en estos puntajes se obtuvo para cada alternativa la siguiente calificación:

Tabla 2-26. Calificación alternativa 1

SISTEMA SIN TERMINAL DE INTEGRACIÓN							
Técnico	0.08	Urbano	0.14	Económico	0.18	Ambiental	0.15
PUNTAJE DE LA ALTERNATIVA							0.55

Fuente: elaborado por C&M

Tabla 2-27. Calificación alternativa 2

SISTEMA CON TERMINAL DE INTEGRACIÓN							
Técnico	0.13	Urbano	0.23	Económico	0.13	Ambiental	0.17
PUNTAJE DE LA ALTERNATIVA							0.65

Fuente: elaborado por C&M

Los resultados de la matriz multicriterio respaldan los resultados obtenidos en el análisis de indicadores de operación de las dos alternativas presentados en el numeral anterior.



3. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en un corredor troncal con una longitud de 20.4 km de infraestructura de carriles exclusivos (uno por sentido), con estaciones al centro de la vía, y con un sistema de rutas tronco-alimentadoras.

El proyecto incluye:

- Construcción de la Troncal 1 Norte-Sur: 20.4 km por sentido.
- Construcción de Estaciones de Traslado, Centro de Control y Oficinas
- Construcción del Patio de Resguardo y Talleres
- Construcción de Obras Complementarias: imagen urbana, señalización, semaforización, instalación de fibra óptica, cámaras y ciclovías.

El corredor troncal Universidad – Tecnológico – Fuentes Mares de la ciudad de Chihuahua no es un proyecto aislado, es el principal elemento del Plan de Movilidad Urbana Sustentable (PSMUS) que a continuación se describe brevemente.

3.1. Descripción del plan integral de movilidad

El Plan de Movilidad Urbana Sustentable (PSMUS) tiene por objetivo "la búsqueda de la satisfacción de las necesidades de desplazamiento de personas y bienes, considerando para ello el mejoramiento de la accesibilidad en todos sus aspectos y para todo tipo de usuarios, propiciando la integración de los diversos modos existentes con el fin de reducir las distancias y el tiempo de recorrido, a través del diseño de una red eficiente de transporte público y el uso de tecnologías vehiculares no contaminantes"⁶.

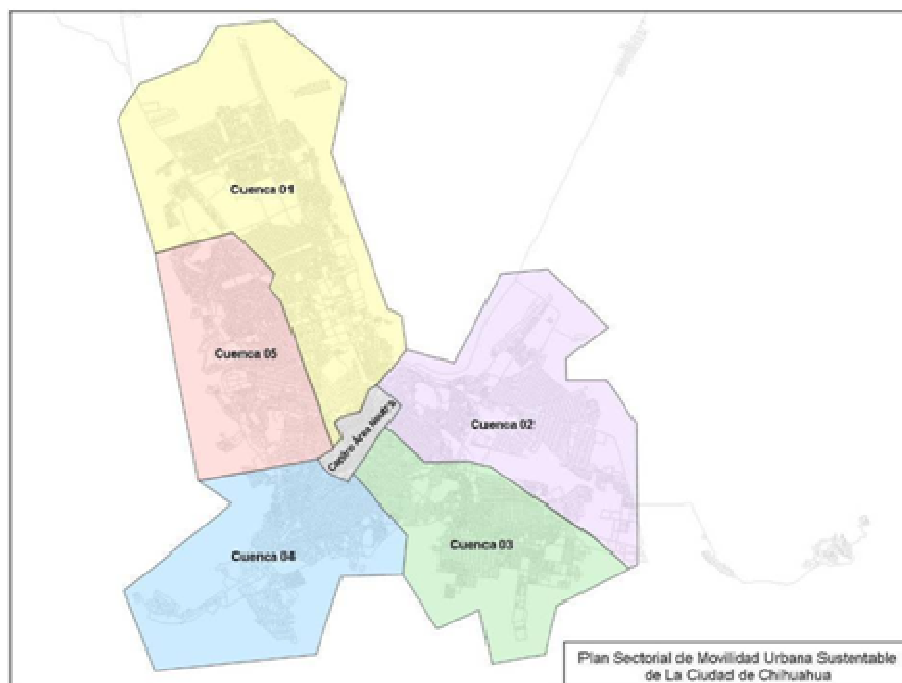
Las líneas estratégicas del PSMUS se centran en la priorización del transporte público, con integración tarifaria, sistema de recaudo electrónico y centralizado y unificación en la operación de vehículos sin subsidiar la operación.

El Sistema Integrado de Transporte Público - SITP desarrollado en el PSMUS de la Ciudad de Chihuahua fue concebido para una implantación operacional total a corto plazo. Sin embargo, la implantación no puede ocurrir de una sola vez para no generar una desorientación total a los usuarios y pérdida de control del sistema, por lo que se diseñó un plan de implantación que integra a todos los actores involucrados en el proceso.

Por lo anterior, se definieron cinco cuencas operacionales en la ciudad de Chihuahua, como una herramienta para ordenar la reestructuración de los operadores, de tal manera que realicen la operación por grupos de rutas y de esta manera se generen economías de escala a partir de la compra de insumos como combustible, repuestos, entre otros, en comercio mayorista, así como de la implantación de taller y patios. En la siguiente figura se presentan las cuencas operacionales definidas.

⁶ PSMUS, Informe ejecutivo.

Figura 3-1. Cuencas operacionales



Fuente: elaborado por C&M

El consultor propuso que la implantación se lleve a cabo en cinco fases consecutivas, de forma que permita al ente gestor implantar y ajustar una fase antes de seguir la posterior.

En la Tabla 3-1 se resumen las 5 fases para la implementación del PSMUS

Tabla 3-1. Cronograma de implementación del plan de movilidad

Fases	Implementación en transporte público	Implementación en tránsito y vialidad	Implementación legal e institucional
Fase 1 de implantación – tramo norte – cuenca 1	*Construcción del corredor norte - sur en fase de conclusión. *Introducción de buses con plataforma alta. *Construcción de los carriles exclusivos *Adecuación a los carriles de transporte particular	*Cambio de señalamiento horizontal y vertical *Sincronización de semáforos *Implementación de fibra óptica	*Nombramiento de coordinadores por parte de Gobierno del Estado (GE) y Gobierno Municipal (GM) *Realizaran mesa de Trabajo para la definición de la estructura, integrantes y funciones del Ente Gestor
Fase 2 de implantación – rutas de la cuenca 5	*Implantación de las rutas de la región norte con la implantación de la cuenca 5. *Integración tarifaria entre las rutas del nuevo modelo y *Las rutas remanentes del corredor Universidad que pertenezcan a otras cuencas y que aún sigan en la vía, deberán tener su recorrido alterado para no circular más por el corredor	*Cambio de señalamiento horizontal y vertical *Sincronización de semáforos *Implementación de fibra óptica *Complementar la señalización para el peatón	Seguimiento al sistema y las coordinación de las diferentes entidades que hacen parte del Plan de Movilidad Integral para la ciudad.
Fase 3 – implantación del corredor sur	*Corredor con Carril exclusivo +Concluye la terminal sur *El proceso de sustitución de rutas	- Adecuación de vialidades, *Señalamiento vial tanto horizontal como vertical *Implementación de semáforos de vehículos y de peatones	Evaluación constante del sistema
Fase 4 – implantación de rutas remanentes cuenca 2 y 3 debajo de la Terminal sur	*Las rutas alteradas son rutas convencionales. *Vehículos con el color propuesto para el nuevo sistema.	Mantenimiento a vías, semaforización y semalización	Evaluación constante del sistema
Fase 5 - implantación de rutas remanentes de la cuenca poniente	*Conclusión de los cambios de recorrido de las rutas remanentes *Integración tarifaria total entre rutas remanentes y el sistema tronco - alimentado	Mantenimiento a vías, semaforización y semalización	Evaluación constante del sistema

Fuente: elaborado por C&M

Ya que la evaluación se centra en la evaluación del corredor troncal UTF a continuación se detallan la Fase 1, Fase 2 y Fase 3, correspondientes a la implantación del proyecto:

3.1.1. Fase 1 de implantación – tramo norte – cuenca 1

Esta fase podrá iniciar cuando la infraestructura del tramo norte sea concluida, ya que es posible comenzar la operación en el tramo norte del corredor (avenidas Tecnológico, Vallarta y Universidad); y a la vez puede concluirse la construcción del tramo sur.



La construcción de la obra física debe acompañarse con una campaña publicitaria del nuevo sistema. Esta actividad tiene fundamental importancia para los usuarios, pues la incomodidad será menor mientras más enterados se encuentren sobre el objeto del PSMUS.

El corredor puede operar por un periodo corto de tiempo, con buses a la derecha y a la izquierda de la vía, debido al inicio de la operación de las rutas troncales y la permanencia de rutas convencionales que aún no hayan sido eliminadas.

Por otro lado, se recomienda también que a la brevedad posible operen el sistema de recaudo así como el sistema de control, pues constituyen dos elementos primordiales para la operación.

La 1ª fase de implantación operacional servirá de piloto para el ajuste en el sistema de cobro y del centro de control.

Es relevante implementar un proceso de aclaración de dudas del usuario antes y durante los cambios del sistema. Esto exige una amplia divulgación en los medios de comunicación disponibles.

Esta fase está dividida en tres etapas como esta presentado en la Tabla 3-2. Cada etapa debe ser implantada y evaluada para los ajustes antes de continuar con la siguiente.



Tabla 3-2. Implantación fase 1 del SITP

1.- Implementación del Sistema de Transporte Público					
Programa	Líneas de Acción	Productos	Actividades	Actividades	Ruta Afectada
Fase 1	Rutas a ser implantadas	Implantación de Rutas	Eliminar rutas	Alterar rutas	
Fase 1.1	Rutas de la Troncal	RT – 1.01	R – 28		20 Aniversario (inverso)
		RT – 1.09	R – 29		20 Aniversario (directo)
		RA – 1.04			
	Rutas alimentadoras	RA – 1.05	R – 66		20 Aniversario (Riviera)
		RA – 1.06		R – 46	Ruta 2
		RA – 1.07	R – 30		Ruta 1
	Rutas Convencionales	RC – 4.01		R – 46	Ruta 2
Fase 1.2	Rutas de la Troncal	RT – 1.03	R – 56		Tec. II
			R – 57		Tec. II
	Rutas Alimentadoras	RA – 1.03	R – 58		Tec. II
		RA – 1.08	R – 59		Tec. II
		RT – 1.06	R – 60		Centro Norte
		RT – 1.07	R – 61		Centro Norte
		RT – 1.05	R – 63		Centro Norte
Fase 1.3	Rutas de la Troncal		R – 37		Centro Norte
			R – 32		Taraumara
			R – 33		Taraumara
				R – 34	Circunvalación II
				R – 35	Circunvalación II
	Rutas Alimentadoras	RT – 4.01		R – 47	Cerro de la Cruz
				R – 48	Cerro de la Cruz
	Rutas Alimentadoras	RA – 1.02	R – 60		Centro Norte

Fuente: elaborado por C&M

3.1.2. Fase 2 de implantación – rutas de la cuenca 5

En esta fase se complementa la implantación de las rutas de la región norte con la implantación de la cuenca 5

Implantar rutas alimentadoras y troncales cuenca 5: En esta fase la integración tarifaria entre las rutas del nuevo modelo, ya implantadas, deberá estar operando;

Eliminar rutas remanentes del corredor universidad: En esta fase las rutas remanentes del corredor Universidad que pertenezcan a otras cuencas y que aún sigan en la vía, deberán tener su recorrido alterado para no circular más por el corredor. La Tabla 3-3 presenta las rutas que deben ser implantadas, alteradas o eliminadas en las dos etapas que conforman esta fase.



Tabla 3-3. Implantación fase 2 del SITP

1.- Implementación del Sistema de Transporte Público					
Programa	Líneas de Acción	Productos	Actividades	Actividades	Ruta Afectada
Fase 2	Rutas a ser implantadas	Implantación de Rutas	Eliminar rutas	Alterar rutas	
Fase 2.1	Rutas de la Troncal	RT – 5.01	R – 53		
		RT – 5.02	R – 54		
		RA – 1.01			
	Rutas alimentadoras	RA – 5.01			
		RA – 5.02			
		RC – 5.04			
	Rutas Convencionales	RC – 5.06			
		RC – 5.07	R – 04		Granjas Colón
			R – 05		Panamericana
			R – 06		Panamericana
			R – 07		Cerro de la Cruz (Universidad)
			R – 20		Ruta 4
			R – 36		Granjas Saucito
			R – 55		Granjas Saucito
			R – 38		Infonavit (Colón)
			R – 34		Infonavit (Colón)
			R – 39		Infonavit (Vallarta)
			R – 41		Infonavit (Vallarta)
			R – 51		Ruta 100 Campo Bello
			R – 52		Ruta 100 Campo Bello
Fase 2.2	Eliminar rutas remanentes en el corredor universidad			Alterar recorrido sobre la Avenida Universidad	
				R – 07	Cerro de la Cruz-Universidad
				R – 10	Rosario Universidad
				R – 15	Dale Universidad
				R – 18	Ruta 15
				R – 19	Ruta 15
				R – 25	Ruta 3
				R – 42	Sector 3
				R – 64	Sector 3 (Pacheco)
				R – 50	San Rafael
			R – 14		Campesina-Universidad

Fuente: elaborado por C&M

3.1.3. Fase 3 Implantación del corredor sur

En esta fase el corredor con carril exclusivo sobre la Av. Fuentes Mares y la Terminal Sur deben estar totalmente listos para la operación.

La Tabla 3-4 presenta las rutas que deben ser implantadas, así como las que deben ser eliminadas.



Tabla 3-4. Implantación fase 3 del SITP

1.- Implementación del Sistema de Transporte Público					
Programa	Líneas de Acción	Productos	Actividades	Actividades	
Fase 3	Rutas a ser implantadas	Implantación de Rutas	Eliminar rutas	Alterar rutas	Ruta Afectada
Fase 3.1	Rutas de la Troncal	RT – 2.01	R – 08		Circunvalación I
		RT – 3.01	R – 23		Villa Juárez (Kennedy)
		RA – 2.01	R – 08		Circunvalación I
		RA – 2.02	R – 23		Villa Juárez (Kennedy)
		RA – 3.01	R – 24		Villa Juárez (Reloj)
		RA – 3.04	R – 26		Aeropuerto
	Rutas alimentadoras	RA – 3.07	R – 35		Circunvalación II (tramo sur)
Fase 3.2	Rutas Convencionales		R – 43		Plan de Ayala (Directo)
		RC – 2.07	R – 44		Plan de Ayala (Inverso)
	Rutas de la Troncal	RT – 3.02	R – 21		Komatsu
		RT – 3.03	R – 22		Komatsu
		RA – 3.03	R – 21		Komatsu
		RA – 3.05	R – 22		Komatsu
		RA – 3.06	R – 45		Saravía
	Rutas Convencionales		R – 62		Mármol 2 y 3
			R – 18		Ruta 15
		RC – 3.12	R – 19		Ruta 15

Fuente: elaborado por C&M

De acuerdo a la descripción de las fases anteriores, la sustitución es un proceso donde se elimina la ruta actual al mismo tiempo que se implanta la ruta nueva.



3.2. Objetivo del proyecto

El objetivo del proyecto es coadyuvar con el cumplimiento del Programa Nacional de Infraestructura 2007 – 2012 en el Sector de comunicaciones y transportes, dentro del programa de apoyo federal al transporte masivo (PROTRAM), el cual establece las siguientes premisas:

Promover que la infraestructura y los servicios que se ofrezcan sean más eficientes y satisfagan de mejor forma las demandas sociales.

Garantizar el acceso y ampliar la cobertura de infraestructura y servicios de transporte y comunicaciones, tanto a nivel nacional como regional, a fin de que los mexicanos puedan comunicarse y trasladarse de manera ágil y oportuna a nivel nacional e internacional.

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.

El Plan Sectorial de Movilidad Urbana Sustentable está alineado a las grandes estrategias nacionales, busca mejorar el servicio de transporte público en el corredor de transporte público más importante de la ciudad de Chihuahua. El proyecto contribuye a lograr los objetivos establecidos en el PSMUS, incentivando el uso de transporte público y ofreciendo un cambio sustancial en la forma y en la calidad con que se presta estos servicios.

Plan Nacional de Desarrollo	
EJE 1. Estado de derecho y seguridad	
OBJETIVO 1	El PSMUS tiene una estrategia jurídica que conduce a la integración de 528 concesionarios del transporte público. 17 de octubre del 2009 se publicó en el Diario Oficial del Estado un acuerdo en el cual se homologa la vigencia de las 528 concesiones del Servicio Público de Transporte Colectivo Urbano y Semi Urbano de Pasajeros de la Ciudad de Chihuahua e inscritas en el Registro Público de Transporte las cuales tendrán una vigencia de 15 años a partir del 19 de octubre del 2009 al 19 de octubre del 2024.
Garantizar la certeza jurídica y predictibilidad en la aplicación de la ley para toda la población.	



OBJETIVO 3 Garantizar la protección a los derechos de propiedad.	
OBJETIVO 11 Fomentar el desarrollo de una cultura de la legalidad. Para los ciudadanos, la cultura de la legalidad significa llevar a cabo el estricto cumplimiento de las obligaciones que la ley les impone para garantizar la convivencia social y, por otra parte, que el ejercicio de sus derechos se realice en apego a las disposiciones legales.	El proceso de administración del PSMUS se llevará a cabo mediante la operación de dos fideicomisos. Uno de ellos será privado y permitirá el recaudo de los pasajes del transporte. Lo anterior implica transparencia y formalidad en los ingresos que garantiza el cumplimiento de la ley en cuanto a las obligaciones de carácter fiscal. La administración privada y la supervisión de las actividades a través de un Organismo Público Descentralizado, incidirá en un control de aspectos de tránsito con apego a las normas establecidas.
EJE 2. Economía competitiva y generadora de empleos	
OBJETIVO5 Potenciar la productividad y competitividad de la economía mexicana	
ESTRATEGIA 5.1 Integrar una agenda nacional para la competitividad que involucre a los tres Poderes de la Unión, los tres órdenes de gobierno y al sector privado, con objeto de suscitar el compromiso de los diversos actores políticos y sociales con objeto de realizar las reformas necesarias y traducirlas en resultados tangibles a corto y mediano plazo.	El PSMUS involucra la participación de distintos órdenes de gobierno y el sector privado. Un elemento de dicha participación se formalizó el 14 de septiembre de 2009 mediante un Convenio de Concertación y Coordinación de Acciones entre los concesionarios y los gobiernos estatal y municipal en el cual se plasman los compromisos de ambas partes.
ESTRATEGIA 5.2 Diseñar agendas sectoriales para la competitividad de sectores económicos de alto valor agregado y contenido tecnológico, y de sectores precursores, así como la reconversión de sectores tradicionales, a fin de generar empleos mejor remunerados.	El PSMUS se enfoca en la reconversión de un sector tradicional al cual se le incorporan las prácticas tecnológicas más innovadoras a nivel internacional, su eficiencia permitirá la generación de empleos de mayor valor agregado, mejor remunerados e incorporados a los esquemas de seguridad social institucional.
ESTRATEGIA 5.6 Aprovechar el entorno internacional para potenciar el desarrollo de la economía mexicana.	El PSMUS está configurado en un esquema que permitirá a los participantes el acceso a fondos internacionales lo cual potenciará el uso de recursos públicos y privados nacionales.
ESTRATEGIA 6.4 Revisar y ajustar los programas actuales de apoyo para que permitan lograr un escalamiento de la producción hacia manufacturas y servicios de alto valor agregado. Para ello es clave complementar el apoyo directo con recursos financieros mediante un servicio conducente a mayor capacitación y habilidad administrativa, y programas de asesoría y consultoría que faciliten la expansión de las empresas, la adopción de nuevas prácticas de producción y de las tecnologías más avanzadas.	El PSMUS se ha integrado mediante la participación de empresas nacionales e internacionales de gran experiencia en los distintos rubros requeridos para la integración del proyecto. El apoyo gubernamental ha sido fundamental desde el momento de la concepción del proyecto y otorgando respaldo de asistencia técnica en todo momento a los concesionarios privados a fin de que su administración se conduzca mediante los esquemas profesionales, transparentes y con responsabilidad social.
La estructura de asistencia técnica del proyecto se puede esquematizar mediante el siguiente organigrama:	



MESA TECNICA					
	COMISION DE CONCESIONES	COMISION DE RECAUDO Y CREDENCIALIZACION	COMISION DE CAMIONES	MESA DE ASUNTOS FINANCIEROS	COMISIONES ESPECIALES
ASESORES LEGALES	✓	✓			
ASESORES FINANCIEROS		✓	✓	✓	
ASESORES ESPECIALISTAS EN RECAUDO		✓			
ASESORES ESPECIALISTAS EN LICITACIONES		✓	✓		
ASESORES ESPECIALISTAS EN UNIDADES			✓		
ASESORES PARA VALORACION DE CONCESIONES					✓
ASESORES EN IMAGEN CORPORATIVA		✓			

TRANSPORTES	
ESTRATEGIA 14.7 Ampliar la cobertura de los transportes en todas sus modalidades, modernizar la infraestructura y proporcionar servicios confiables y de calidad para toda la población.	La implementación del PSMUS permitirá: Modernizar la infraestructura del transporte urbano. Proporcionará servicios confiables y de calidad para toda la población. Se reducirá el costo económico de las tarifas del transporte. Se aumentará la seguridad y comodidad de los usuarios. Aumentará la competitividad y eficiencia en el servicio de transporte.
ESTRATEGIA 14.8 Abatir el costo económico del transporte, aumentar la seguridad y la comodidad de los usuarios, así como fomentar la competitividad y la eficiencia en la prestación del servicio de transporte.	Se modernizará la gestión de la flota.
ESTRATEGIA 14.9 Modernizar la gestión del sistema de transporte, fortaleciendo el ejercicio normativo, rector y promotor del Estado, a fin de garantizar el desarrollo y uso de la infraestructura de transporte.	Se fortalecerá el ejercicio normativo, rector y promotor del Estado.

Objetivo 17	
Abatir la marginación y el rezago que enfrentan los grupos sociales vulnerables para proveer igualdad en las oportunidades que les permitan desarrollarse con independencia y plenitud.	La implementación del PSMUS apoyará a los sectores más vulnerables debido a que las tarifas del servicio serán diferenciadas y con tarifa plana. El costo a los usuarios de la tercera edad, estudiantes, menores de edad y personas con discapacidad es de un 50% de la tarifa normal.
ESTRATEGIA 17.6 Otorgar apoyo integral a las personas con discapacidad para su integración a las actividades productivas y culturales, con plenos derechos y con independencia.	Las unidades de la ruta troncal contarán con espacios preferenciales para las personas con discapacidad además de las dos rutas específicas para esos usuarios.



ESTRATEGIA 17.8 Procurar el acceso de personas en condiciones de vulnerabilidad a redes sociales de protección.	
EJE 3. Igualdad de oportunidades	
Objetivo 2. Apoyar a la población más pobre a elevar sus ingresos y a mejorar su calidad de vida, impulsando y apoyando la generación de proyectos productivos.	
ESTRATEGIA 2.2 Ampliar la cobertura y mejorar la calidad de las vías y medios de comunicación y de transporte para conectar a las regiones menos desarrolladas del país.	El diseño de las rutas del PSMUS facilitará a las personas con menos recursos acceder a un medio de comunicación más eficiente, confiable y seguro.
EJE 4. Sustentabilidad Ambiental. Capítulo 4.6 Cambio Climático	
Objetivo 10. Reducir Gases de Efecto Invernadero	
Estrategia 10.1. Integrar políticas de promoción de transporte público bajo en emisiones, establecer incentivos fiscales para promover proyectos energéticos sustentables, realizar una valoración económica de los beneficios de este tipo de energías.	El PSMUS es el resultado de acciones integradas de los tres niveles de gobierno enfocadas a la integración de una política sustentable de transporte público que redunde en una disminución en la emisión de gases de efecto invernadero.
Estrategia 10.2. Promover el uso eficiente de energía en el ámbito doméstico, industrial, agrícola y de transporte	La operación del sistema integrado del transporte urbano en la Ciudad de Chihuahua conduce a un uso más eficiente de combustibles.
Estrategia 10.3. Se necesitan establecer en todo el país programas periódicos y sistemáticos de inspección y mantenimiento vehicular, así como sistemas eficientes de trasporte público	La unidad de Patios y Talleres del PSMUS permitirá un esquema de mantenimiento profesional de las unidades de transporte urbano con un control de los combustibles y los residuos generados por dicho mantenimiento así como su verificación por las autoridades competentes.
ESTRATEGIA 14.2 Diseñar e instrumentar mecanismos de política que den a conocer y lleven a valorar la riqueza ecológica de nuestro país a todos los grupos sociales.	La estrategia de divulgación del PSMUS así como las ciclo rutas complementarias del proyecto estarán enfocadas en un concepto de valoración del medio ambiente y una mayor conciencia en su atención.
PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA	
Visión:	
· Elevar la cobertura, calidad y competitividad de la infraestructura.	El PSMUS en su planteamiento básico permitirá: Elevar la cobertura, calidad y competitividad de la infraestructura de transporte urbano. Facilitará a los usuarios de dicho servicio el acceso a mejores y más cercanos servicios y además impulsando un concepto de desarrollo sustentable.
Incrementar el acceso de la población a los servicios públicos, sobre todo en las zonas de mayores carencias.	
Impulsar el desarrollo sustentable.	
Como lo vamos a lograr	
Incrementar de manera sustancial los recursos públicos y privados para el desarrollo de infraestructura.	El PSMUS se financiará en una combinación de recursos públicos y privados
Mejorar la planeación, preparación, administración y ejecución de los proyectos, incorporando las mejores prácticas y estándares en la materia.	El PSMUS se diseño mediante las mejores técnicas de planeación, administración y está concebido para llevarse a cabo incorporando las mejores prácticas y estándares en la materia a nivel internacional.
Impulsar los proyectos de mayor rentabilidad social, con base en su factibilidad técnica, económica y ambiental.	El PSMUS cumple con un buen nivel de rentabilidad social y factibilidad técnica, económica y ambiental.
Dar suficiente certeza jurídica y promover activamente los esquemas de participación pública y privada en el desarrollo de infraestructura.	El PSMUS otorga certeza jurídica y se ha venido conformando mediante un esquema de participación pública privada.

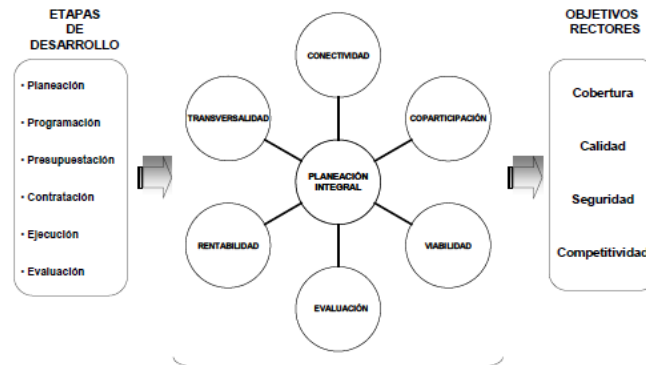


Promover una mejor coordinación entre los gobiernos federal, estatal y municipal, y con el sector privado, para el desarrollo de la infraestructura.	Dentro del PSMUS convergen esfuerzos de los gobiernos federal, estatal y municipal y los concesionarios del transporte urbano.
INVERSIÓN PÚBLICO PRIVADA Un incremento sustancial en la cobertura y calidad de la infraestructura no se logrará si sólo se consideran los recursos públicos. • Es indispensable impulsar un mayor financiamiento de la inversión en infraestructura con recursos provenientes del sector privado, con base en el marco jurídico establecido, las reformas a promover y la selección de las mejores alternativas para la realización de cada proyecto.	El PSMUS cuenta con un 34% de recursos privados. Asimismo los financiamientos a la inversión total se podrán apalancar mediante mecanismos financieros internacionales de bajo costo para nuestro país.
PROGRAMA SECTORIAL DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.	
OBJETIVOS SECTORIALES (VINCULADOS CON EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO)	
1.- Cobertura. Ampliar la cobertura geográfica y social de la infraestructura y los servicios que ofrece el sector, con el fin de que los mexicanos puedan comunicarse, trasladarse y transportar mercancías de manera ágil, oportuna y a precios competitivos, dentro del país y con el mundo.	El diseño de la ruta troncal mejora la accesibilidad del sistema a la población en general. Favorece la capacidad de traslado y transporte. Se aumenta la velocidad del sistema y su nivel de eficiencia mejorará las tarifas para los usuarios.
• Accesibilidad • Integración • Precios competitivos	
2) Calidad. Promover altos niveles de confiabilidad, oportunidad, eficiencia y cuidado del medio ambiente en México el desarrollo de la infraestructura y los servicios de comunicaciones y transportes, para contribuir a elevar la productividad del sector y el desarrollo económico y social del país.	La calidad del proyecto tiene como premisa fundamental la confiabilidad, oportunidad, eficiencia y el cuidado del medio ambiente. Todos estos factores integrados contribuirán a elevar la productividad del sector y a su vez coadyuva a mejorar el desarrollo económico y social de la comunidad chihuahuense y de los municipios aledaños.
• Diversificación • Oportunidad • Eficiencia • Respeto al medio ambiente	
3) Seguridad. Incrementar los niveles de seguridad asociados a la infraestructura y los servicios del sector, mediante acciones para mejorar la calificación del factor humano, la infraestructura, los sistemas y equipamientos, así como la supervisión y cultura de seguridad, a fin de prevenir la ocurrencia de ilícitos, accidentes, pérdidas de vidas humanas y materiales dentro del sistema de comunicaciones y transportes.	Al contar el proyecto con carriles confinados, terminales, estaciones y paraderos diseñados ex profeso, el control satelital de las unidades, la instalación de cámaras en lugares clave y la conformación de un grupo de vigilancia dentro de la ruta troncal favorece los niveles de seguridad. El mantenimiento preventivo y predictivo de las unidades, la supervisión mediante sistemas de alta tecnología y el diseño del sistema contribuyen a la disminución de accidentes, pérdidas de vida humanas y materiales.
• Calificación del factor humano • Confiabilidad • Supervisión y cultura de seguridad	
4) Competitividad. Convertir al país en una de las principales plataformas logísticas competitivas del mundo, aprovechando sus ventajas geográficas y comerciales.	El sistema garantiza la prioridad de un sistema de transporte público eficiente administrado por un grupo de concesionarios en forma participativa y profesional el cual se inscribe dentro de un marco

- Competencia equitativa
- Nuevos esquemas de participación
- Plataforma logística competitiva
- Marco normativo e institucional

normativo e institucional a través de la operación fiduciaria lo cual será un factor relevante dentro del marco de competitividad de la Ciudad de Chihuahua.

ESQUEMA DE PLANEACIÓN INTEGRAL DEL SECTOR



Maximizar el beneficio económico y social de los proyectos y optimizar las inversiones en la materia

La visión de planeación integral para el sector es una de las características distintivas del PSMUS.

Se enfoca en la planeación sistémica del transporte urbano. Favorece la conectividad de las diversas cuencas geográficas de la ciudad. Propicia la coparticipación de los concesionarios. Es económicamente viable y socialmente rentable. Cumple con las etapas de desarrollo típicas y con los objetivos rectores del Programa Sectorial.

Proyecto de Transformación del Transporte Urbano. Se pondrá en marcha en varias ciudades del país con la meta de hacer más "verde" el sector transporte mexicano, actualmente responsable por casi la quinta parte (ó 18%) de los gases de efecto invernadero que emite México -a su vez uno de los mayores productores de gas carbónico en la región.

El Programa Federal de Apoyo al Transporte Masivo (PROTRAM) dentro del Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN) se implementó con el fin de mejorar la eficiencia en el sector de transporte urbano y encaminarlo hacia un desarrollo con menores emisiones de carbono. Cuenta con un financiamiento complementario por 350 millones de Dólares Estadounidenses para las acciones de los proyectos de transporte masivo elegibles, es decir, que cumplan con los lineamientos del Programa de Apoyo federal al Transporte Masivo (PROTRAM).

El PSMUS se diseñó para cumplir con las normas establecidas por el PROTRAM y con los requisitos establecidos por el Banco Mundial.

BENEFICIOS DEL PROTRAM

Mejorar la capacidad de administración de los ejecutores.

- Mejoramiento de las inversiones públicas.
- Transparencia en los procesos y legitimación frente a la ciudadanía.
- Mejoramiento de los sistemas país (contabilidad, auditoría, adquisiciones, gestión ambiental).
- Difusión de la información relacionada con los proyectos (inversiones, actividades, avances).
- Adopción de principios internacionales respecto temas ambientales y sociales

El PSMUS al igual que el PROTRAM tiene los siguientes beneficios:

- Se mejora la capacidad administrativa de los concesionarios.
- Se transparentan las inversiones en el sector.
- Se adoptan sistemas de contabilidad, auditoría y administración eficientes.
- La comunidad es informada en forma apropiada con referencia a las inversiones y beneficios del sistema.
- Se adoptan principios internacionales respecto a temas ambientales y sociales.
- Se otorga asistencia técnica a los ejecutores.



• Asistencia técnica a los ejecutores.	
Agenda De Cambio Climático del Gobierno Federal	El PSMUS es un proyecto alineado estrictamente a la agenda de cambio climático del Gobierno Federal. Lo anterior se alcanza al atender la demanda de manera confiable contando con 84 nuevas unidades de alta eficiencia y rendimiento.

Dentro de la problemática planteada, los principales rubros que se resuelven son:

a. Deficiencias en la operación del transporte, causadas por la sobre posición de rutas y diseños sinuosos, plan operativo de las rutas, acorde a las necesidades de los conductores ocasionando: bajas frecuencias, intervalos de paso altos (autobuses en paradas esperando mayor demanda), bajas velocidades, incremento en los tiempos de recorrido de los usuarios y en los costos de operación de los autobuses, lo cual de manera conjunta genera reducción en la capacidad vial y por lo tanto ocasiona congestión vial.

Dicha problemática se resuelve mediante:

- Un área de ingeniería del transporte integrada en un Organismo Público Descentralizado, enfocado en el análisis de rutas, evaluación de demanda y desarrollo del Transporte Urbano.
- Adquisición de un sistema de administración y recaudo de alta tecnología operado por los concesionarios y supervisado por el Organismo Público Descentralizado.
- Operación de 84 nuevas unidades dentro de un carril confinado con semáforos sincronizados.
- Control y mantenimiento integrado de las unidades del sistema en patios y talleres especializados.

b. Las deficiencias en el servicio de transporte público han incentivado el uso del automóvil como principal medio de transporte en la ciudad, aunando a la facilidad para adquirir vehículos importados ilegalmente a bajo costo sin el pago de los impuestos correspondientes.

- La confiabilidad y eficiencia del PSMUS motivará un cambio modal al reducir el costo real de utilizar el sistema, además de la implementación de campañas para desalentar el uso de unidades extranjeras, las cuales no pagan contribuciones y favorecen los altos índices de inseguridad.

3.3. Propósito del proyecto

El corredor troncal Universidad - Tecnológico - Fuentes Mares, cumple el propósito de hacer más seguro y eficiente el movimiento de personas, logrando:



- Satisfacer de manera óptima la demanda existente de transporte público, mediante un sistema de transporte eficiente.
- Articular el sistema de rutas alimentadoras desde la zona centro a los demás puntos generados y atractores de viajes.
- Determinar la mejor trayectoria y los puntos de transferencia intermedios de mejor funcionamiento.
- Implantar las mejores condiciones de políticas de servicio (horas de operación, distancias de recorrido a pie, número de transferencias, entre otras).
- Mejorar la accesibilidad de los usuarios al transporte público.
- Atraer usuarios de otros modos de transporte.
- Mejorar la calidad del servicio a los usuarios.
- Ampliar la participación del transporte público en la división modal.
- Generar un sistema eficiente en el que la tarifa cubra la totalidad de los costos y evite subsidios públicos.
- Reducir tiempo de viajes de usuarios de transporte público y privado.
- Disminuir los costos de operación actuales.
- Generar beneficios ambientales con la reducción de contaminantes.
- Favorecer la reestructuración de rutas de transporte público, acorde con los patrones de viajes y con la estructura urbana actual y futura.

3.4. Componentes del Corredor UTF

El corredor tendrá una longitud total de 20.4 kilómetros por sentido en carril confinado de concreto hidráulico, contará con 43 estaciones de abordaje, una terminal norte, una terminal sur y patios para resguardo y talleres. También contará con un centro de control y recaudo.

Estos componentes se describen a más a detalle a continuación.

En la tabla Tabla 3-5 se presenta el recorrido del corredor por tramo y su longitud total, en la Figura 3-2. Se presenta el recorrido del corredor



Tabla 3-5. Recorrido del proyecto por tramo

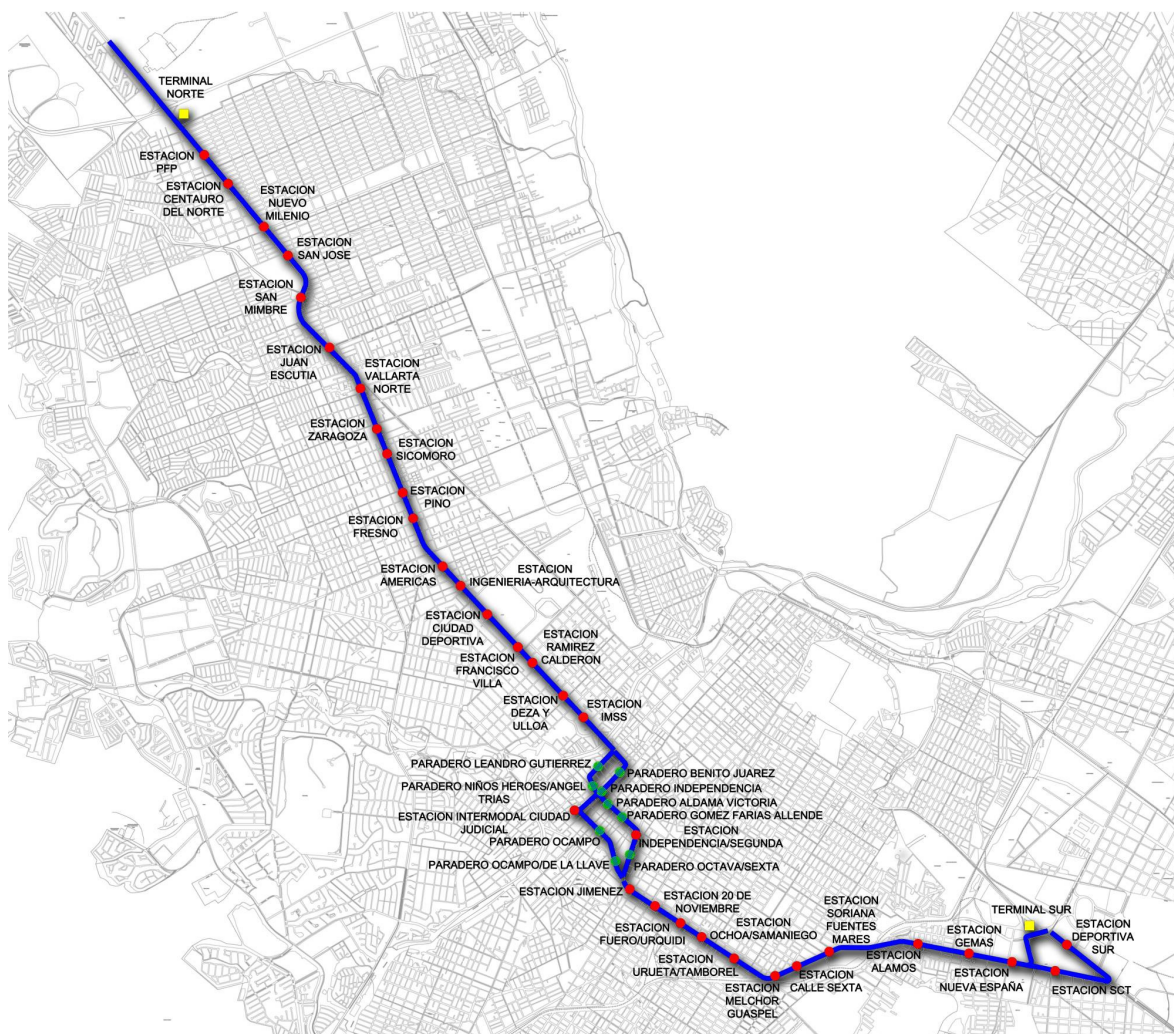
Tramo Norte 9.76 km			
Tramo	Recorrido	Cadenamiento	Longitud
Tramo 1.	Calle Paseos de Balleza - Priv. Pinabete	-0+960.00 a 3+800.00	4.76 km
Tramo 2.	C. Priv. de Pinabete - C. Priv. Ahuehuete	3+800.00 a 6+000.00	2.2 km
Tramo 3.	C. Priv. de Ahuehuete - Av. Teófilo Borunda	6+000.00 a 8+800.00	2.8 km
Tramo Centro 3.54 km			
Tramo	Recorrido	Cadenamiento	Longitud
Tramo 4.	Av. Teófilo Borunda - Paseo Bolívar N-S	8+840.00 a 10+652.37	1.84 km
	Av. Teófilo Borunda - Paseo Bolívar S-N	0+000.00 a 1+728.51	1.7 km
Tramo Sur 7.14 km			
Tramo	Recorrido	Cadenamiento	Longitud
Tramo 5.	Ocampo (Paseo Bolívar - Blvd. Fuentes Mares	10+675.60 a 12+600.00	1.93 km
Tramo 6.	Blvd. Fuentes Mares - Pacheco	12+600.00 a 15+560.00	2.96 km
Tramo 7.	Blvd. Fuentes Mares - Blvd. Juan Pablo II- Pacheco	15+560.00 a 16+132.86 y 115+571.45 a 117+250.81	2.25 km

Fuente: elaborado por C&M

El recorrido del corredor se presenta en la siguiente figura:



Figura 3-2. Ubicación de las estaciones y recorrido de la ruta troncal UTF



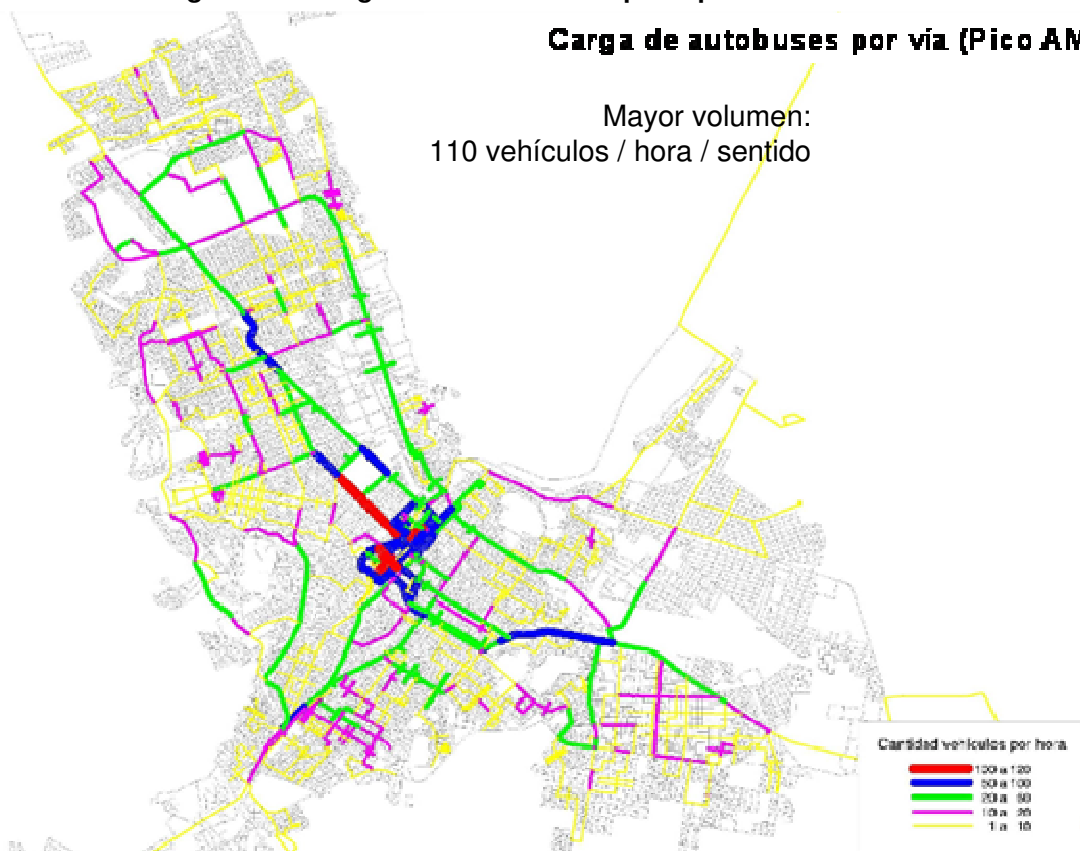
Fuente: elaborado por C&M

Para determinar el trazo del corredor se utilizaron tres resultados principales de los estudios de diagnóstico: carga vehicular de transporte público, líneas de deseo y la demanda de transporte actual; los cuales se muestran respectivamente en las siguientes figuras.

Figura 3-3. Carga vehicular de transporte público

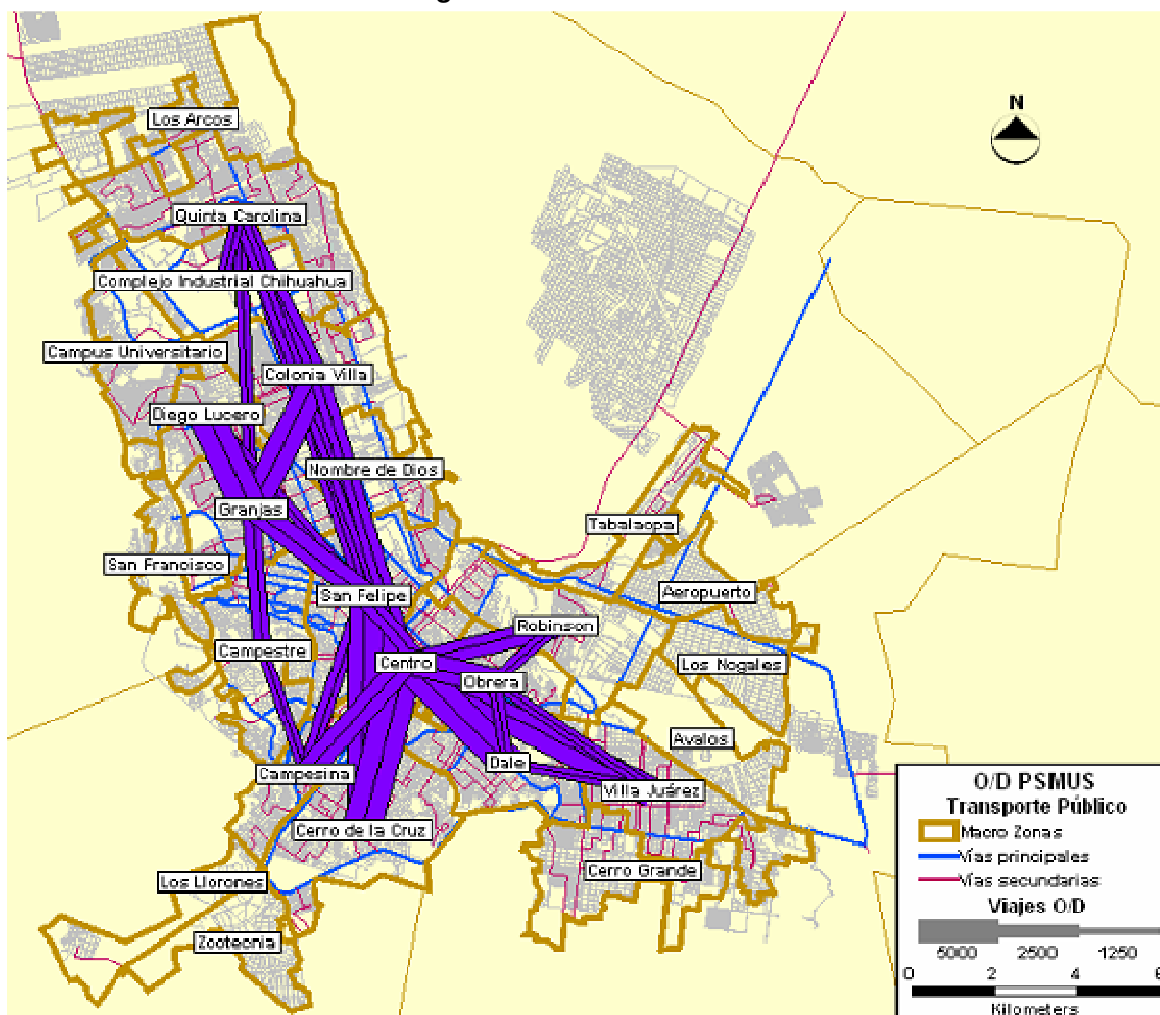
Carga de autobuses por vía (Pico AM)

Mayor volumen:
110 vehículos / hora / sentido



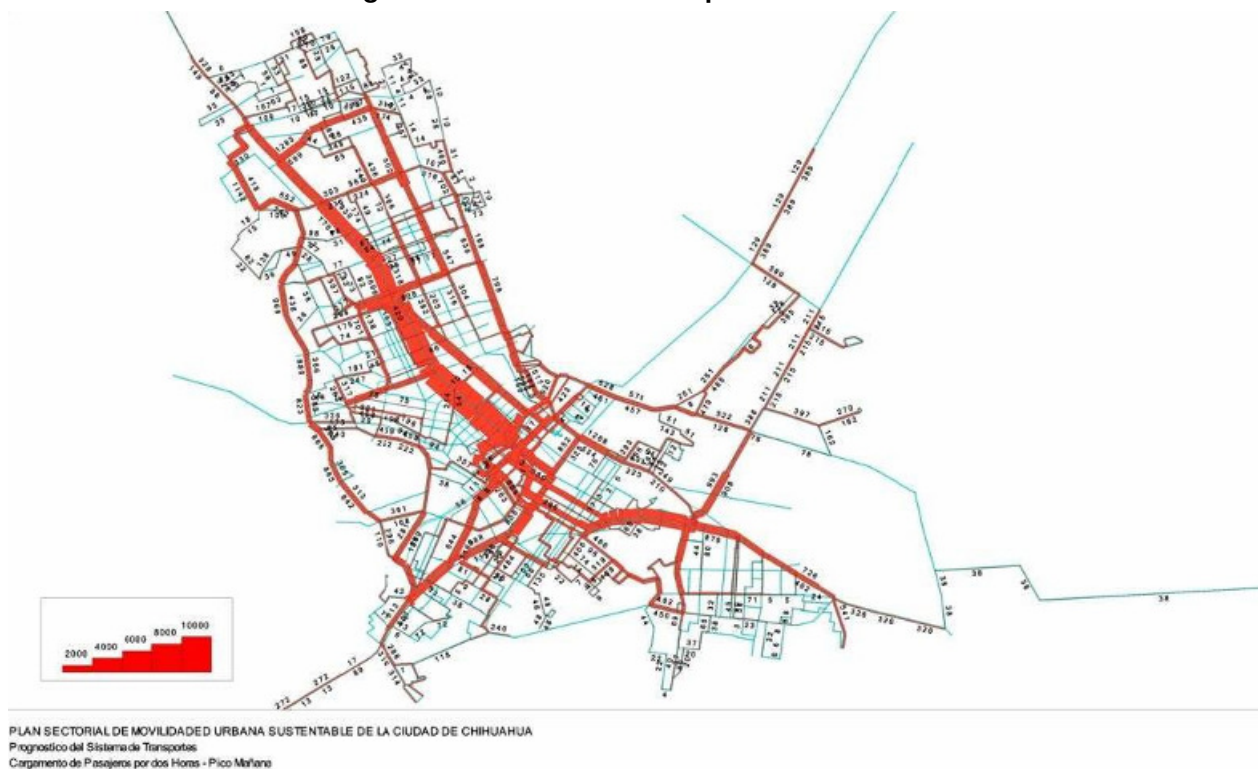
Fuente: elaborado por C&M

Figura 3-4. Líneas de deseo



Fuente: elaborado por C&M

Figura 3-5 Demanda de transporte actual



Fuente: elaborado por C&M

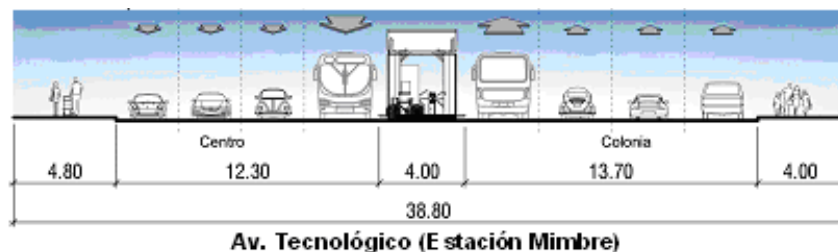
A continuación se muestra el desglose de los componentes del proyecto.

3.4.1. Carril confinado

Debido a la construcción del carril confinado, la configuración actual de las vías se verá modificada. Si bien se reduce un carril, el transporte en general se verá beneficiado al evitar la mezcla vehicular a lo largo del corredor. A continuación se presentan algunos ejemplos de cómo cambiará la configuración de las principales avenidas en las que se ubicará el proyecto.

La Av. Tecnológico actualmente cuenta con 4 carriles por sentido, con la construcción del proyecto, 3 carriles por sentido serán para el transporte privado, mientras que los carriles centrales, de concreto hidráulico, únicamente serán para el transporte público (Ver Figura 3-6.).

Figura 3-6. Sección tipo del corredor UTF



Fuente: elaborado por C&M

En la Av. Vallarta, que actualmente tiene 3 carriles por sentido, únicamente contará con 2 carriles por sentido para automóviles; los carriles confinados tendrán 3.5 m de ancho.

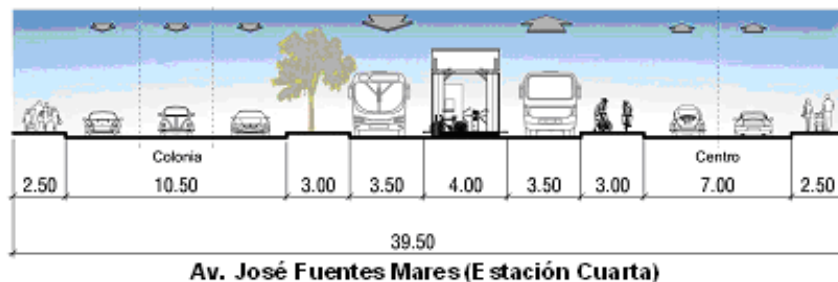
Figura 3-7. Sección tipo del corredor UTF



Fuente: elaborado por C&M

En la zona sur, en el Blv. Fuentes Mares, dada la configuración actual de la vía, habrá 3 carriles en el sentido norte – sur y 2 carriles de sur a norte. Ver la siguiente imagen tipo.

Figura 3-8. Sección tipo del corredor UTF



Fuente: elaborado por C&M

Para la zona centro el carril exclusivo conservaría la misma sección transversal sin modificaciones geométricas en vialidades como: Niños Héroes, Melchor Ocampo, Calle 12, Simón Bolívar, Independencia y Benito Juárez, sumando 3.5 km de recorrido.



3.4.2. Flota vehicular

La flota vehicular para el nuevo servicio de transporte público está compuesta por autobuses con plataforma alta con puertas al lado izquierdo.

El número de vehículos para cubrir la demanda estimada para el corredor es de 84 autobuses, 9 de ellos de reserva. El sistema de alimentación en terminales operaría con 319 unidades de la flota actual. En total circularán 403⁷ unidades de transporte público en la ciudad.

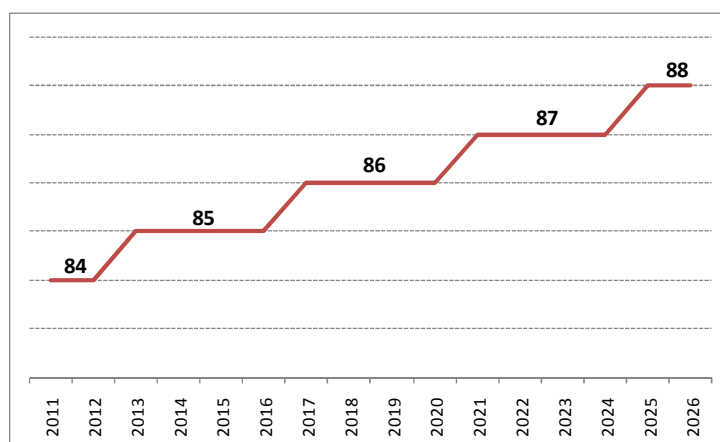
Tabla 3-6. Configuración de la flota

Año	Velocidad (Km/h)	Flota Total Operativa	Flota total incluyendo reserva
2011	22.1 Km/h	75 veh	84 veh
2016	22.3 Km/h	80 veh	88 veh

Fuente: elaborado por C&M

De la demanda del corredor UTP, en su tramo más cargado para los años 2011 y 2026, se determinó el crecimiento de la oferta de unidades, tal como se muestra en el gráfico siguiente:

Figura 3-9 Incremento de la Flota Total en el horizonte de evaluación



Fuente: elaborado por C&M

Por otro lado, la frecuencia es de 12 vehículos por hora, y se mantendrán en el horizonte de evaluación debido a que los niveles de servicio del sistema de transporte público llegan al 86% de ocupación para el año 2026.

⁷ De las 528 unidades existentes, saldrán de operación 209, quedando 319 unidades de las existentes más las 84 nuevas.



La determinación del crecimiento de la flota incluye la flota de reserva. El Intervalo de paso varía entre 5 y 8 minutos dependiendo de las horas pico y no pico del día.

Para poder determina la flota óptima se realiza una relación con la demanda captada para cada ruta de análisis. Los insumos necesarios para determinar la flota óptima, son:

- Polígono de carga por tramos del corredor de análisis, en la cual se determina la principal por tramos por sentido.
- Frecuencias e intervalos de paso de las rutas analizadas
- Tiempo de recorrido y longitud de la ruta.

Según el análisis realizado para la demanda del corredor, en el año 2011 las unidades presentan un porcentaje de ocupación máxima de 69.6%, y para el año 2026 de 85.8%. La determinación del porcentaje de ocupación vehicular es considerada con un nivel de servicio al 100%.

Tabla 3-7. Flota estimada para el corredor

Año	Veh/hora	Capacidad Por vehiculo	Capacidad	Máxima Carga	Porcentaje de Ocupación
2011	84	80	6,720	4,679	69.60%
2026	88	80	7,040	6,041	85.80%

Fuente: elaborado por C&M

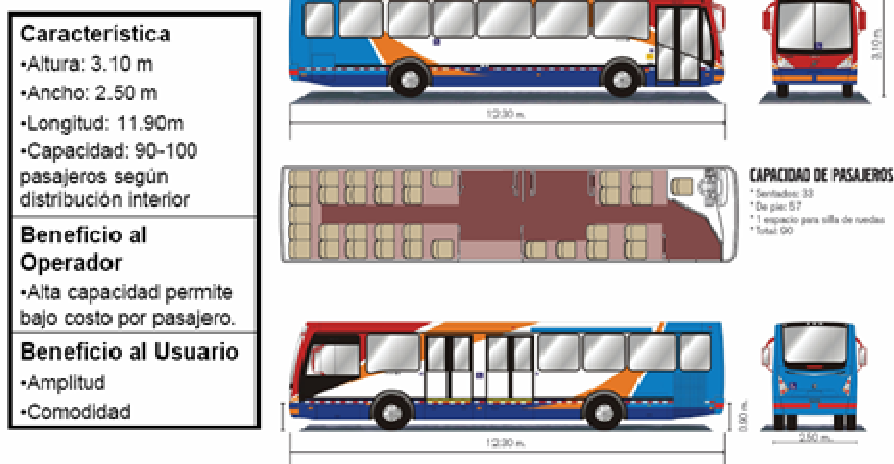
Cálculo de la flota por sentido

Metodo de Cálculo	DTC [pax/Sentido]	Frecuencias [veh/hr]	Distancia[Km]	Velocidad [Km/hr]	Tiempo ciclo [hrs]	Flota Operativa [veh]	Flota Total (Flota Operativa + Flota Reserva)
Polígono de Carga	2340	36	20.4	22	2,07	75	84

En la Figura 3-10 se presentan las características de las unidades que circularán por el corredor troncal.

Figura 3-10. Autobuses corredor UTF

Dimensiones y capacidad



Volvo Buses Mexico
Sales Academy



Accesibilidad



Volvo Buses Mexico
Sales Academy



Fuente: ficha técnica



3.4.3. Estaciones y paradas

A lo largo del corredor existirán 43 estaciones de abordaje, las cuales se han diseñado funcionalmente para atender la demanda.

Según las características, capacidad y funcionalidad de las estaciones y paradas, se presentan clasificadas en la Tabla 3-8.

Tabla 3-8. Tipos de estaciones en el corredor

Tipo de estaciones		Cantidad
Tipo A	Sencillas	28
Tipo B	Dobles	6
Juan Escutia y Poder Judicial	Intermodales	2
Tipo C y D	Paraderos	7
Total de estaciones		43

Fuente: proyecto ejecutivo

Los requisitos más importantes que se consideraron en la construcción de estaciones son los siguientes: control de acceso de los usuarios, cobro de pasaje antes del acceso al vehículo, área para venta de pasajes (tarjetas), puertas para control de acceso a autobuses, ventilación, iluminación interna y externa, acceso de personas con movilidad restringida, sistema de información electrónica de paso de autobuses, identificación externa de la estación (simbólica), accesos peatonales seguros, árboles fuera de las estaciones para crear un microclima local y parqueo para bicicleta.

En la siguiente tabla se presentan todas las estaciones, incluyendo su clasificación y localización.



Tabla 3-9. Tipos de estaciones en el corredor

ESTACIONES DE RUTA TRONCAL CHIHUAHUA			
NOMBRE	TIPO ESTACION	CALLE	ENTRE CALLES
1 PFP	ESTACION TIPO A	AV. TECNOLÓGICO	C. CIUDAD GUERRERO Y C. JUANA BRERA
2 CENTAURO DEL NORTE	ESTACION TIPO A	AV. TECNOLÓGICO	C. CIUDAD PARRAL Y C. CENTAURO DEL NORTE
3 NUEVO MILENIO	ESTACION TIPO A	AV. TECNOLÓGICO	C. EMERGENTES
4 SAN JOSE	ESTACION TIPO A	AV. TECNOLÓGICO	C. 16 DE SEPTIEMBRE Y C. COLUMBUS
5 MIMBRE 1	ESTACION TIPO A	AV. TECNOLÓGICO	C. PABLO GOMEZ Y C. TOMOCHI
6 MIMBRE 2	ESTACION TIPO A	AV. TECNOLÓGICO	C. PEDRO SANDOVAL
7 JUAN ESCUTIA 1	ESTACION TIPO B	AV. TECNOLÓGICO	AV. JUAN ESCUTIA Y TECNOLÓGICO
8 JUAN ESCUTIA 2	ESTACION TIPO B	AV. TECNOLÓGICO	AV. JUAN ESCUTIA Y TECNOLÓGICO
9 VALLARTA/NORTE	ESTACION TIPO A	AV. VALLARTA	C. MACAWTY C. PLANETE
10 ZARAGOZA	ESTACION TIPO B	AV. VALLARTA	AV. VALLARTA C. ZARAGOZA
11 SICOMORO	ESTACION TIPO A	AV. VALLARTA	AV. VALLARTA C. SICOMORO
12 PINO	ESTACION TIPO A	AV. VALLARTA	C. PINO Y C. OPRES
13 FRENO	ESTACION TIPO A	AV. VALLARTA	AV. VALLARTA Y C. FRENO
14 AMERICAS	ESTACION TIPO A	AV. UNIVERSIDAD	AV. UNIVERSIDAD Y C. AHUEN UETE
15 INGENIERIA/PANQUITECTURA	ESTACION TIPO A	AV. UNIVERSIDAD	C. MEDINA Y C. INGENIERIA
16 CIUDAD DEPORTIVA	ESTACION TIPO A	AV. UNIVERSIDAD	AV. UNIVERSIDAD Y C. DOMINGO SARMIENTO
17 FRANCISCO VILLA	ESTACION TIPO A	AV. UNIVERSIDAD	GLORIETA FRANCISCO VILLA
18 RAMIREZ CALDERON	ESTACION TIPO B	AV. UNIVERSIDAD	AV. UNIVERSIDAD Y C. EUGENIO RAMIREZ CALDERON
19 DEZAY ULLOA	ESTACION TIPO A	AV. UNIVERSIDAD	AV. UNIVERSIDAD Y C. DEZAY ULLOA
20 IMES	ESTACION TIPO B	AV. UNIVERSIDAD	C. JOSE MARIA MARIN Y C. JOSE ELIGIO MUÑOZ
21 NERISANTOS	ESTACION TIPO C	C. JUAREZ	C. JUAREZ Y C. NERISANTOS
22 INDEPENDENCIA	ESTACION TIPO C	C. JUAREZ	C. JUAREZ Y C. INDEPENDENCIA
23 CIUDAD JUDICIAL	ESTACION CIUDAD JUDICIAL	AV. OCAMPO	AV. OCAMPO Y AV. JUAREZ
24 OJINAGA/MORELOS	ESTACION TIPO C	AV. OCAMPO	C. OJINAGA Y C. MORELOS
25 OCAMPO DE LA LLAVE	ESTACION TIPO C	AV. OCAMPO	AV. OCAMPO Y C. ELIGIO MUÑOZ
26 JIMENEZ	ESTACION TIPO A	AV. OCAMPO	C. FRANCISCO XAVIER MINAY C. JIMENEZ MALDONADO
27 OCTAVASEXTA	ESTACION TIPO E	C. BOLIVAR	C. SEXTA Y C. JOSE ELIGIO MUÑOZ
28 INDEPENDENCIA SEGUNDA	ESTACION TIPO E	C. BOLIVAR	C. INDEPENDENCIA Y C. 2da
29 GOMEZ FARIAS ALLENDE	ESTACION TIPO C	C. INDEPENDENCIA	C. GOMEZ FARIAS Y C. IGNACIO ALLENDE
30 ALODAMA VICTORIA	ESTACION TIPO C	C. INDEPENDENCIA	C. VICTORIA Y C. ALODAMA
31 NIÑOS HEROES ANGEL TRIAS	ESTACION TIPO D	C. INDEPENDENCIA	C. INDEPENDENCIA Y C. CAMARON
32 LEANDRO GUTIERREZ	ESTACION TIPO C	AV. NIÑOS HEROES	C. LEANDRO GUTIERREZ Y AV. NIÑOS HEROES
33 20 DE NOVIEMBRE	ESTACION TIPO B	AV. OCAMPO	AV. 20 DE NOVIEMBRE Y C. JOAQUIN TERRAZAS
34 FUERO URQUIDI	ESTACION TIPO A	AV. OCAMPO	C. CARLOS FUERO U. Y PRIV. CARLOS FUERO U.
35 OCHOA SAMANIEGO	ESTACION TIPO A	AV. OCAMPO	C. MARIANO SAMANIEGO D. Y PRIV. ANTONIO OCHOA
36 RUETA TAMBORREL	ESTACION TIPO A	AV. OCAMPO	C. EDUARDO URUETA Y AV. OCAMPO
37 MELCHOR GUASPE	ESTACION TIPO A	BLVD. FUENTES MARES	MELCHOR GUASPE Y BLVD. FUENTES MARES
38 CALLE SECTA	ESTACION TIPO A	BLVD. FUENTES MARES	C. SECTA Y C. OCTAVA
39 FUENTES MARES	ESTACION TIPO B	BLVD. FUENTES MARES	AV. INDEPENDENCIA Y C. TERCERA
40 ALAMOS	ESTACION TIPO A	BLVD. FUENTES MARES	C. ALAMOS Y C. DIAMANTES
41 GEMAS	ESTACION TIPO A	BLVD. FUENTES MARES	C. GEMAS Y C. TURQUESA
42 NUEVA ESPAÑA	ESTACION TIPO A	BLVD. FUENTES MARES	AV. NUEVA ESPAÑA Y BLVD. FUENTES MARES
43 SCT	ESTACION TIPO A	BLVD. FUENTES MARES	C. FRANCISCO VILLAY C. JOSE VELAZQUEZ
44 CIUDAD DEPORTIVA SUR	ESTACION TIPO A	BLVD. JUAN PABLO SEGUNDO	BLVD. JUAN PABLO SEGUNDO

Fuente: proyecto ejecutivo

A continuación se presenta una descripción de los tipos de estaciones en el corredor:

Estaciones sencillas Permiten la ubicación de un solo autobús en los dos sentidos de circulación. Las puertas de abordaje están ubicadas de manera paralela.

Figura 3-11 Planta arquitectónica estación sencilla



Fuente: proyecto ejecutivo

Estaciones dobles: Permiten la ubicación de dos autobuses en los dos sentidos de circulación de forma, esto con la finalidad de que en las estaciones con mayor afluencia los pasajeros de un sentido de otro puedan embarcar y desembarcar cómodamente y se eviten aglomeraciones en los andenes.

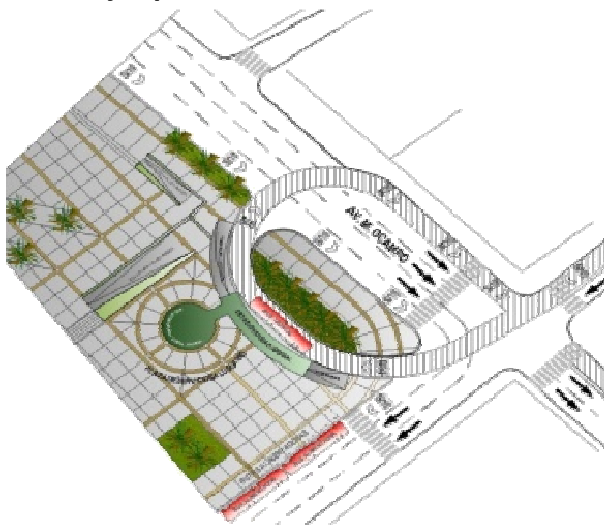
Ejemplo de estaciones dobles



Fuente: proyecto ejecutivo

Estaciones multimodales: Permiten la ubicación de los autobuses del corredor (sentido norte - sur) y la interacción con rutas alimentadoras en sentido oriente poniente.

Ejemplo de estaciones multimodal



Fuente: proyecto ejecutivo

Los paraderos: localizados en la zona centro, son de sencilla estructura y pueden instalarse en las banquetas de la zona; sin embargo, estas paradas deben tener requisitos mínimos como el acceso adecuado a personas con movilidad restringida, cobertura de protección del clima a los usuarios, sistema de información al usuario, basurero, accesos peatonales seguros y árboles.

Figura 3-12. Elevaciones estación doble



Fuente: Proyecto ejecutivo



3.4.4. Terminales

El proyecto contempla dos terminales: Homero (al norte) y Juan Pablo II (sur). Las terminales contarían con áreas administrativas y de control, oficinas para empresas operadoras y sanitarios públicos. En la Tabla 3-10 se presentan los datos de las terminales mientras que en la Figura 3-13 y Figura 3-14 se presentan imágenes y planos de diseño de las terminales.

La existencia de dos terminales responde a la estructura de la ciudad y a los subcentros urbanos identificados, los cuales son puntos generadores y atractores de viajes, de esta manera es posible atender de una manera eficiente la demanda generada y organizar la operación de las rutas según las cuencas operacionales. La existencia de las terminales permite:

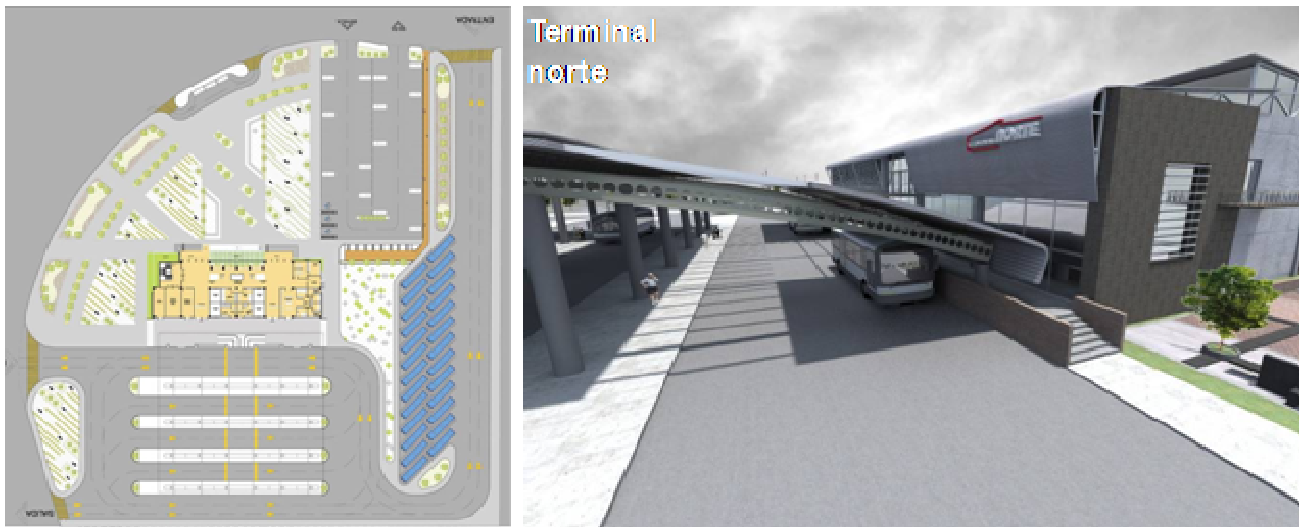
- La integración de las rutas alimentadoras al corredor troncal.
- Mejorar la operación del corredor debido a que las rutas son de carácter troncal – diametral.
- No se generan disminución en la capacidad de las vías a los extremos del corredor por las paradas de las unidades de transporte público.
- El proyecto apoya al Plan de Desarrollo Urbano a través de la consolidación de los Subcentros urbanos existentes, los cuales se articulan mediante el corredor UTF:

Tabla 3-10. Terminales: superficie de terreno y construcción

Concepto	Terminal norte	Terminal sur
Superficie del terreno	2.7 ha	2.9 ha
Superficie de construcción	Terminal norte	Terminal sur
Planta baja	1,261.87 m ²	1,261.87 m ²
Planta alta	868.87 m ²	868.87 m ²
Cubierta de andenes	3471.46 m ²	3471.46 m ²

Fuente: encuesta de ascenso y descenso 2006

Figura 3-13. Planta de conjunto terminal norte



Fuente: Planos del proyecto ejecutivo

Figura 3-14. Planta de conjunto terminal Sur



Fuente: Planos del proyecto ejecutivo



3.4.5. Patios y talleres

Los patios para mantenimiento diario y pernocta de vehículos corren a cargo de los concesionarios de operación, quienes deben cumplir con requerimientos de espacio mínimos para un funcionamiento adecuado, los cuales son:

- Área de patio total correspondiente a 55 m² /vehículo de la flota si son microbuses o de 90 m² / vehículo para autobuses;
- Área administrativa correspondiente a 5 m² por funcionario;
- Área de mantenimiento con 10 m²/vehículo de la flota si son microbuses o de 15 m² / vehículo para autobuses;
- Área mínima de 130 m² para lavar vehículos;
- Almacén de partes y repuestos;
- Almacén para combustibles y lubricantes;

En la Tabla 3-11. Patios de guardado y talleres, se detalla la superficie del conjunto y de la superficie construida:

Tabla 3-11. Patios de guardado y talleres

Concepto	Patios y talleres	
Superficie del terreno para patios y talleres	4.7 ha	
Superficie de construcción	Talleres	Edificio de oficinas
Planta baja	2,418.00 m ²	460.00 m ²
Primer nivel	323 m ²	445 m ²
Total	2741 m ²	905 m ²

Fuente: elaborado por C&M

En la siguiente figura se presentan imágenes del diseño proyectado:

Figura 3-15. Perspectiva patios de guardado y talleres

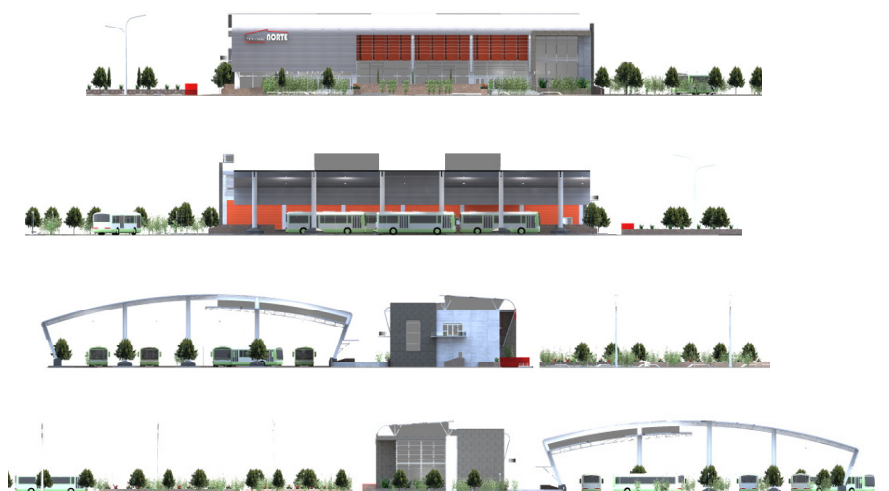


Fuente: Planos del proyecto ejecutivo

3.4.6. Imagen urbana

Se tiene previsto un porcentaje para reconstrucción y mejoramiento de las banquetas existentes de Av. Tecnológico en el tramo entre Av. Homero y Av. Ignacio Vallarta, en una longitud aproximada de 3.6 km. Además se considera la instalación de mobiliario urbano como botes de basura, guarniciones, entre otros.

Figura 3-16. Perspectiva de imagen urbana



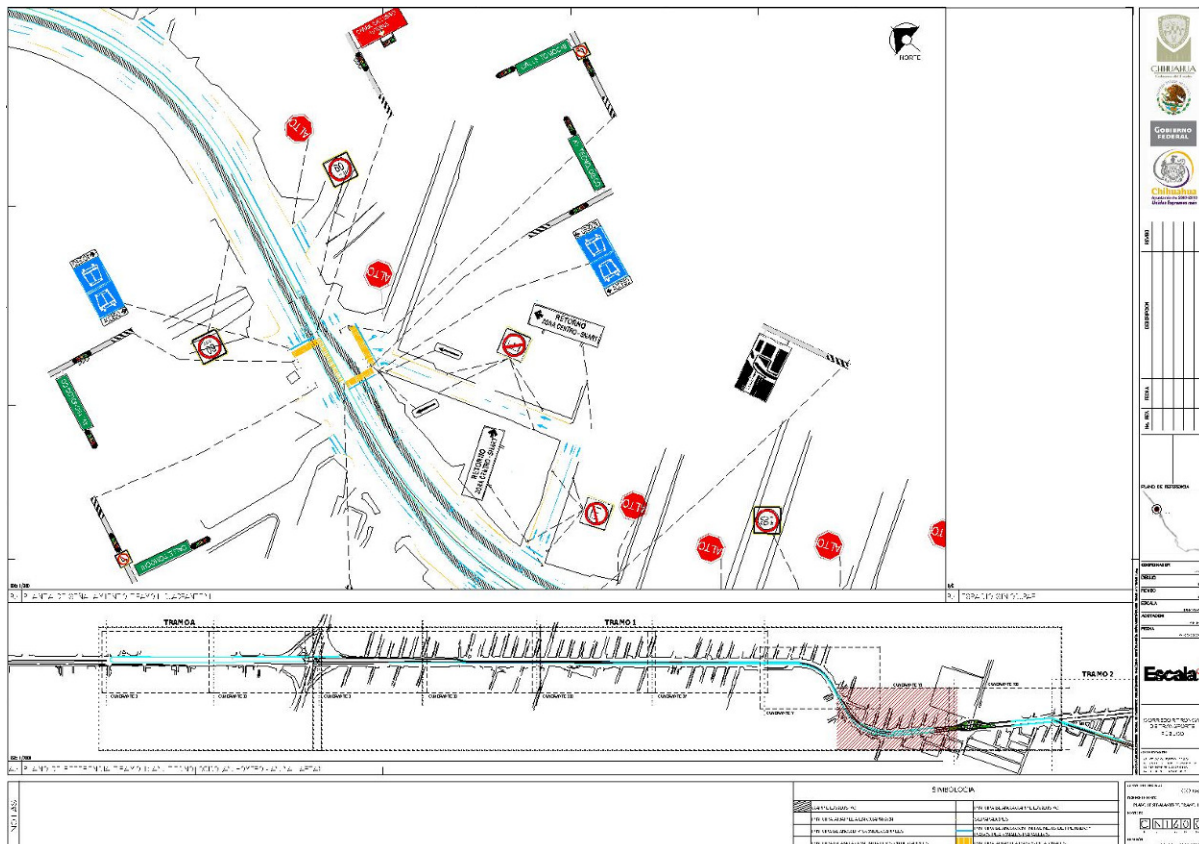
Fuente: Planos del proyecto ejecutivo

3.4.7. Señalización y comunicación

Comprende la información a usuarios por medio de señalización e identificación de autobuses, terminales, estaciones de transferencia y paraderos; además de información necesaria para circulación interna en terminales, desde los accesos hasta los locales de embarque y desembarque, así como las instalaciones de apoyo operacional y de servicios.

Es importante mencionar que el señalamiento en las vialidades del corredor troncal permite canalizar los flujos de tránsito en las diferentes zonas. Para los tramos viales es importante implementar señalamiento horizontal y vertical.

Figura 3-17. Plano de señalización y semaforización



Fuente: Planos del proyecto ejecutivo



3.4.8. Semaforización

Los semáforos son dispositivos diseñados para alternar el paso de las corrientes vehiculares. Se plantea un programa de instalación de semáforos en intersecciones existentes, para atender los conflictos de operación con flujos vehiculares de otros sentidos.

El objetivo principal es ordenar los flujos vehiculares de cada acceso alternando su paso por la intersección previendo los accidentes. Se establece la premisa de semaforizar las intersecciones con vialidad primaria o con problemas de accidentalidad y/o de operación, procurando tener ciclos de dos fases (sacar las vueltas izquierdas de la intersección), evitando al máximo los programas de 3, 4 o hasta 5 fases, que consumen demasiado tiempo y generan grandes demoras.

3.4.9. Sistema de recaudo

El Sistema Automático de Recaudo (SAR) estaría referido al sistema de venta anticipada de pasajes, por medio de créditos almacenados en tarjetas electrónicas y debitados en equipos validadores.

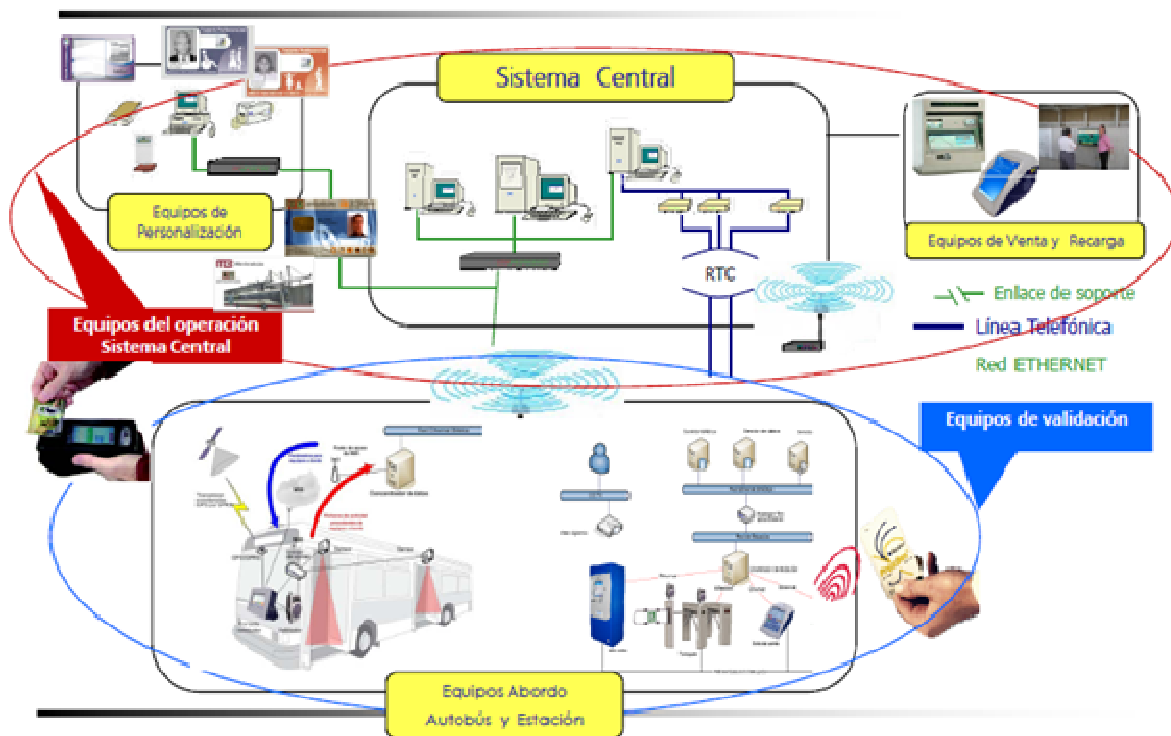
El SAR tiene las siguientes funciones: emisión y validación de tarjetas y de créditos de viaje; registro, distribución y reposición de tarjetas; carga y venta de créditos de viaje en las tarjetas; control del acceso a las áreas pagadas y cobro de tarifas a los usuarios del servicio; captura y almacenamiento de datos; procesamiento de transacciones, incluyendo conmutación de datos, conciliación de créditos; acceso en-línea del ente gestor a la información referente a la operación del transporte, emisión, comercialización y compensación de créditos electrónicos. A continuación se muestra un esquema que resume de manera general las operaciones de SAR propuesto:

Figura 3-18. Sistema de recaudo



Fuente: elaborado por C&M

Figura 3-19. Máquinas y tarjetas para recaudo automatizado



Fuente: Planos del proyecto ejecutivo

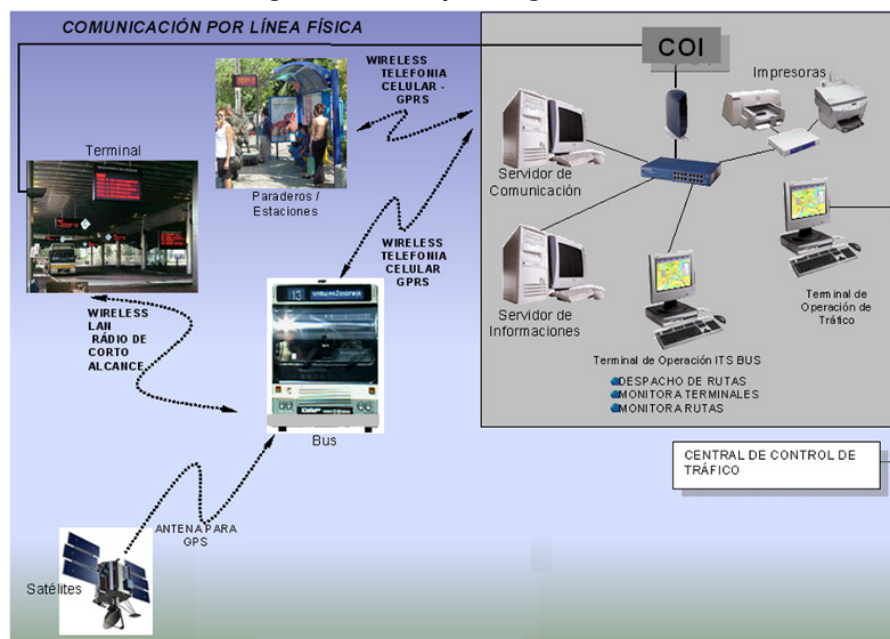
3.4.10. Sistema de control

El Sistema ITS Autobús para el Sistema Integrado de Transportes de Chihuahua (SITCHI) tiene por objetivo controlar la operación y vigilar el comportamiento del sistema por autobús. Se propone un sistema de control operacional y de información con comunicación a equipos móviles instalados en los autobuses, en tiempo real, con tecnología inalámbrica (Wireless), recibiendo y transmitiendo datos e información sobre la operación de las rutas.

El COI (Centro Operativo de Información) debe tener la capacidad de comunicarse con otras bases fijas, tales como terminales, puntos de parada y patios de empresas operadoras. Además, el sistema debe funcionar integrado al Sistema de Control de Tráfico del SITCHI, con dispositivos que posibiliten la prioridad de paso a los autobuses en las intersecciones semaforizadas.

La operación general prevista para el ITS AUTOBUS en el SITCHI se contempla en la Figura 3-20.

Figura 3-20. Esquema general ITS



Fuente: elaborado por C&M

3.4.11. Fibra óptica y cámaras

Para interconectar cada una de las estaciones de la ruta troncal se plantea, sobre el camellón central, una red de fibra óptica de aproximadamente 22.00 km, que se enlaza con el sistema centralizado computarizado. Se plantea la ubicación estratégica de 9 cámaras a lo largo de la ruta troncal, como mínimo en los siguientes puntos:



- Av. Tecnológico con Av. Homero
- Av. Tecnológico con 16 de Septiembre
- Av. Tecnológico con Juan Escutia
- Av. Tecnológico con Av. I. Vallarta
- Av. I. Vallarta con Av. de las Américas
- Av. Universidad con Av. División del Norte
- Av. Niños Héroes con Av. Independencia
- Blvd. Fuentes Mares con Av. Venustiano Carranza
- Blvd. Fuentes Mares con Av. Carlos Pacheco

3.4.12. Tarifa

La tarifa propuesta es de 6 pesos, se trata de una tarifa plana e integrada. Con base en esta tarifa se realizó la proyección financiera de la empresa integradora donde se agruparán los actuales concesionarios del sistema de transporte.

Cabe mencionar que la tarifa actual es de 6 pesos pero el servicio de transporte no está integrado, es decir, cada que un usuario realiza trasbordo debe pagar 6 pesos, la tasa de trasbordo en la ciudad es de 18.4%.

Con la tarifa plana e integrada un pasajero que utiliza una ruta alimentadora y luego utiliza el corredor UTF paga únicamente 6 pesos.

La tarifa fue determinada por el Consejo Consultivo del Transporte de la ciudad, se desarrollo un modelo financiero negociándose con los concesionarios que una vez implementado el corredor y la reestructuración de rutas se mantenga la tarifa actual de forma plana e integrada.

La aceptación de los concesionarios se debe a que la implementación, la reestructuración de rutas y la optimización de la flota se traducen para ellos en ahorros por costos de operación y por adquisición de unidades. Este uno de los grandes beneficios del sistema integrado con el corredor tanto para los usuarios como para los operadores.

Para lograr la integración tarifaria, de acuerdo con la premisa de modernizar el Sistema de Recaudo y crear una integración tarifaria total, donde el usuario para la realización del viaje no deberá pagar tarifa adicional en los transbordos (la tasa media de trasbordo en el 2006 era de 18.4%), desde que se haga en un periodo de tiempo establecido, será necesaria la utilización de tecnología de automatización electrónica.

Básicamente, el sistema de boleto automático consiste en la comercialización y distribución de dispositivos tarjetas de banda magnética que gerencia créditos de viajes realizadas por los usuarios del sistema de transporte colectivo.



3.5. Calendario de actividades

Tabla 3-12. Calendario de actividades

CONCEPTOS DE IMPLEMENTACIÓN		MESES																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
CORREDOR TRONCAL DE TRANSPORTE PÚBLICO	MODIFICACIÓN GEOMÉTRICA DEL CORREDOR DE TRANSPORTE Y CONSTRUCCIÓN DE CARRIL EXCLUSIVO DE CONCRETO HIDRÁULICO QUE INCLUYE:	INSCRIPCIÓN	LIOTACIÓN	FALLO														
	OBRA CIVIL: TRAZO, DEMOLICIONES, TERCERÍAS, BANQUETAS, GUARNICIONES, ESCURRIMIENTOS PLUVIALES, FORESTACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE INTERSECCIONES				INICIO DE OBRAS													
	CARRIL EXCLUSIVO: CARRIL DE 3.5MT DE CONCRETO HIDRÁULICO MR=45KG/CM2.																	
	OBRA ELÉCTRICA: REUBICACIÓN DE POSTES, REGISTROS, ACOMETIDAS, REPOSICIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO Y CANALIZACIÓN DE RED DE ALIMENTACIÓN A ALUMBRADO PÚBLICO.																	
	FIBRA ÓPTICA: CONSTRUCCIÓN DE CANALIZACIÓN Y DUCTOS PARA FIBRA ÓPTICA. NO INCLUYE LA FIBRA.																	
	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE FIBRA ÓPTICA																	
	OBRA HIDROSANITARIA: REUBICACIÓN DE POZOS DE VISITA, REGISTROS, CAJAS DE VÁLVULAS Y MODERNIZACIÓN DE LA RED HIDRÁULICA Y SANITARIA.																	
	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN BASE A PINTURA EN LÍNEAS SEPARADORAS, AVISOS PREVENTIVOS Y GUARNICIONES.																	
ESTACIONES DE ABORDAJE	SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN BASE A AVISOS PREVENTIVOS, INFORMATIVOS Y RESTRICTIVOS INCLUYENDO SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN Y CONTROLADORES SEMAFÓRICOS																	
	43 ESTACIONES DE ABORDAJE AL SISTEMA QUE INCLUYEN SISTEMA ESTRUCTURAL PREFABRICADO, CUBIERTA TÉRMICA, HERRERÍAS PERIMETRALES, SISTEMA ELÉCTRICO NORMAL Y DE EMERGENCIA, INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y ELEMENTOS PARA RECIBIR SEÑALÉTICA Y OBRAS EXTERIORES.				INICIO DE OBRAS													
PATIOS Y TALLERES	PATIOS SUR. EQUIPAMIENTO DE RESGUARDO Y MANTENIMIENTO DE AUTOBUSES. LAS OBRAS INCLUYEN MOVIMIENTOS DE TERCERÍAS, ESTRUCTURAS, INGENIERÍAS ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y DE CLIMATIZACIÓN. EL PROYECTO SE DIVIDE EN DOS ÁREAS.				INICIO DE OBRAS													
	PATIOS DE RESGUARDO, VALIDADES INTERNAS Y MÓDULOS DE CONTROL DE ACCESO.																	
	TALLERES DE MANTENIMIENTO, ALMACENES Y EDIFICIO ADMINISTRATIVO Y DE CAPACITACIÓN.																	
TERMINALES Y CENTRO DE CONTROL OPERATIVO	TERMINAL NORTE. EDIFICIO DE TERMINAL.				INICIO DE OBRAS													
	TERMINAL NORTE. ANDENES DE ABORDAJE.																	
	TERMINAL SUR. EDIFICIO TERMINAL.				INICIO DE OBRAS													
	TERMINAL SUR. ANDENES DE ABORDAJE.																	
	CENTRO DE CONTROL OPERATIVO.																	
	CENTRO DE CONTROL DE RECAUDO.																	
SISTEMA AUTOMÁTICO DE RECAUDO Y CENTRO DE CONTROL	FIRMA DEL CONTRATO Y ENTREGA DE GARANTÍAS DE LA EMPRESA FAVORECIDA Y LA EMPRESA INTEGRADORA DEL TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE LA CIUDAD DE CHIHUAHUA	FIRMA																
	FABRICACIÓN DE TARJETAS, PREPARACIÓN, INICIACIÓN E INSTALACIÓN DE MÓDULOS PARA EL PROGRAMA INTENSIVO DE PERSONALIZACIÓN O CREDENCIALIZACIÓN A LOS USUARIOS DE LA TARIFA PREFERENCIAL																	
	INSTALACIÓN DEL EQUIPO ABORDO (CONTADORES, VALIDADORES Y COMPUTADOR) EN LAS UNIDADES ACTUALES																	
	OPERACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL (GPS, CONTEO DE PASAJEROS Y VALIDACIÓN DE LAS TARJETAS DE TARIFA PREFERENCIAL) Y EQUIPAMIENTO DE LOS PUNTOS DE VENTA Y RECARGA DE LAS TARJETAS EN TIENDAS DE CONVENIENCIA																	
	IMPLEMENTACIÓN DE COBRO CON LAS TARJETAS EN LAS UNIDADES ACTUALES																	
	INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE RECAUDO Y CONTROL EN TERMINALES, ESTACIONES PATIOS Y TALLERES																	
AUTOBUSES ESPECIALES	PROCESO DE INVITACIÓN A CONCURSO PRIVADO Y FIRMA DE CONTRATO				CONCURSO													
	FABRICACIÓN DE AUTOBUSES																	
	MATRICULAS Y SEGUROS																	
PLAN DE MEDIOS	CONTRATACIÓN DE LA EMPRESA																	
	DISEÑO DE IMAGEN Y PLAN DE MEDIOS																	
	ARRANQUE DE CAMPAÑA INFORMATIVA																	
INICIO DE OPERACIÓN	SINCRONIZACIÓN GENERAL DEL SISTEMA																	
	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL																	
	PUESTA EN MARCHA																	

Fuente: elaborado por C&M



3.6. Tipo de proyecto

De acuerdo con el Numeral II de los Lineamientos para la Elaboración y Presentación de los Análisis Costo y Beneficio de los Programas y Proyectos de Inversión de la UI-SHCP, este es un proyecto de infraestructura económica, ya que se trata de la construcción de activos fijos para la prestación de servicios en el sector de comunicaciones y transportes.

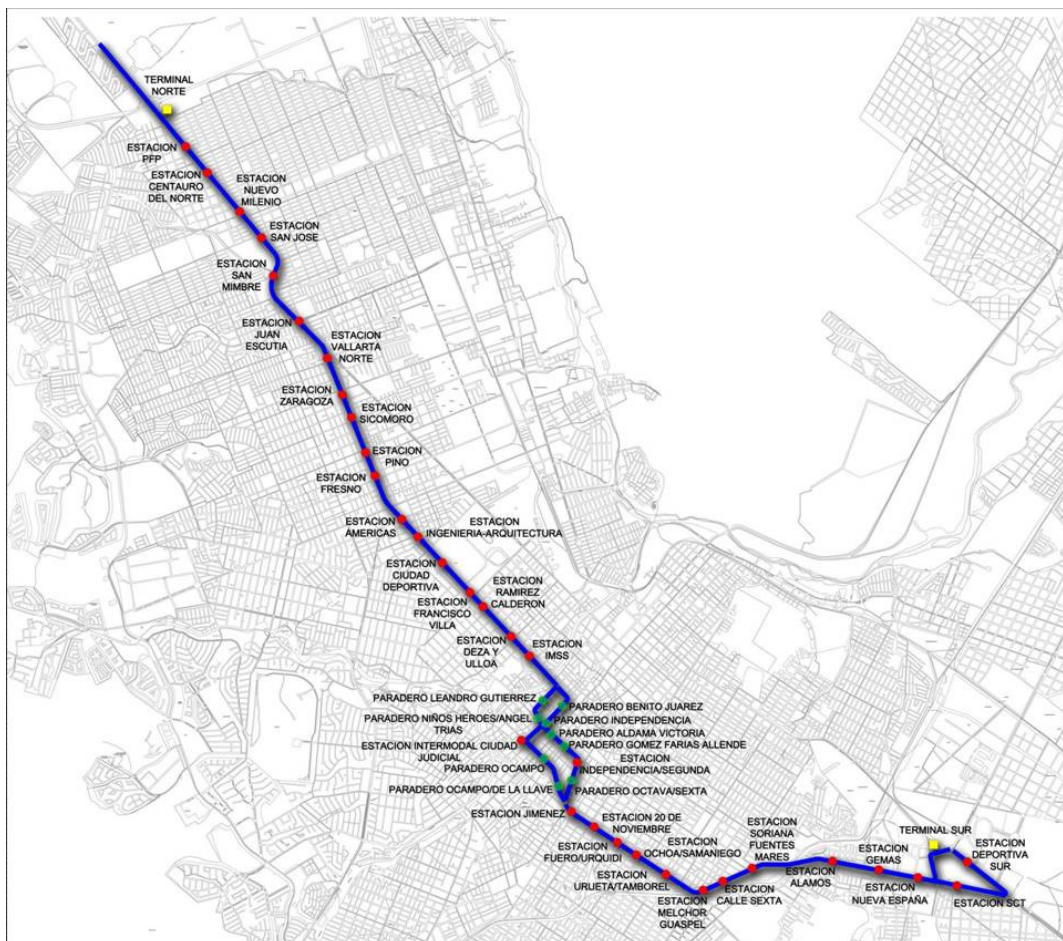
3.7. Localización

El proyecto se ubica en la ciudad de Chihuahua, se conforma de tres tramos como sigue:

Tramo Norte 9.76 km		
Tramo	Recorrido	Longitud
Tramo 1.	Calle Paseos de Balleza - Priv. Pinabete	4.76 Km
Tramo 2.	C. Priv. de Pinabete - C. Priv. Ahuehuete	2.2 Km
Tramo 3.	C. Priv. de Ahuehuete - Av. Teófilo Borunda	2.8 Km
Tramo Centro 3.54 km		
Tramo	Recorrido	Longitud
Tramo 4.	Av. Teófilo Borunda - Paseo Bolivar N-S	1.84 Km
	Av. Teófilo Borunda - Paseo Bolivar S-N	1.7 Km
Tramo Sur 7.14 km		
Tramo	Recorrido	Longitud
Tramo 5.	Ocampo (Paseo Bolivar - Blvd. Fuentes Mares	1.93 Km
Tramo 6.	Blvd. Fuentes Mares – Pacheco	2.96 Km
Tramo 7.	Blvd. Fuentes Mares - Blvd. Juan Pablo II- Pacheco	2.25 Km

El recorrido del corredor se presenta en la siguiente figura:

Figura 3-21. Ubicación y recorrido de la ruta del corredor UTF



Fuente: elaborado por C&M

3.8. Vida útil y horizonte de evaluación

El horizonte de evaluación del proyecto es por un periodo de 30 años, considerando 2 años de inversión y 28 años de vida útil; sin embargo, ésta puede prolongarse en función de la aplicación del mantenimiento adecuado en la infraestructura del proyecto y la actualización de las rutas.

3.9. Capacidad Instalada

Con el proyecto en operación los autobuses tendrían una velocidad promedio de 22 kilómetros por hora y se lograría atender la siguiente los siguientes pasajeros hora el corredor (Ver Tabla 3-13).



La flota vehicular para el nuevo servicio de transporte público está compuesta por autobuses con plataforma alta con puertas al lado izquierdo.

Tabla 3-13. Pasajeros por hora en el corredor

Año	Vehículos hora	Capacidad del vehículo	Nivel de
			Pasajeros/hora
2011	84	80	6,720
2026	88	80	7,040

Fuente: elaborado por C&M

El número de vehículos para cubrir la demanda estimada para el corredor es de 84 autobuses, 9 de ellos de reserva, con una capacidad máxima de 80 pasajeros y una ocupación del 80%, lo cual repercute en un mejor nivel de servicio al usuario.

En caso de que se requiera la operación de la flota total (operativa más reserva) con una ocupación del 100% se podrá alcanzar una capacidad en el corredor de hasta 6,720 pasajeros- hora.

3.10. Metas anuales y totales

En la Tabla 3-14 se observan las metas anuales en el corredor de acuerdo a los pronósticos realizados. Las tasa de crecimiento son diferenciadas de acuerdo a la hora pico, para el periodo AM la tasa de crecimiento promedio anual es de 2.3% y para el periodo PM, es de 1.8%.

Tabla 3-14. Metas anuales de demanda para el corredor UTF

Año	Demanda para el corredor troncal UTF		
	Día	Mes	Año
2011	57,863	1,688,445	19,417,116
2026	70,595	2,059,974	23,689,696

Fuente: elaborado por C&M

3.11. Beneficios anuales y totales

Con la construcción del corredor UTF se genera una variedad de beneficios en la calidad de vida de la población: ahorros en tiempo de viaje, tarifa justa para el usuario y sostenible para el sistema, 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 y eficiente, menor consumo de combustibles fósiles, menores niveles de ruido y control sobre el desarrollo urbano. Estos beneficios no sólo se obtendrán en el corredor UTF, sino en todo el sistema de transporte público.

También serán beneficiados los concesionarios del transporte público ya que al operar de una manera más eficiente y retirarse de circulación las unidades de mayor antigüedad obtendrán ahorros en los costos de operación de la flota.

Los beneficios han sido cuantificados considerando aquellos ahorros en TV y COV que se generan por la demanda obtenida en la situación sin proyecto, es decir 78,101 pasajeros promedio por día en el 2011, considerando en la situación con proyecto, la proporción que se mantiene sobre el corredor una vez implementado el proyecto, 57,863 pasajeros promedio por día, aproximadamente el 74%, más la proporción que se redistribuye en el resto del sistema, debido a la reestructuración de rutas, 20,238 pasajeros promedio por día, aproximadamente el 26%.

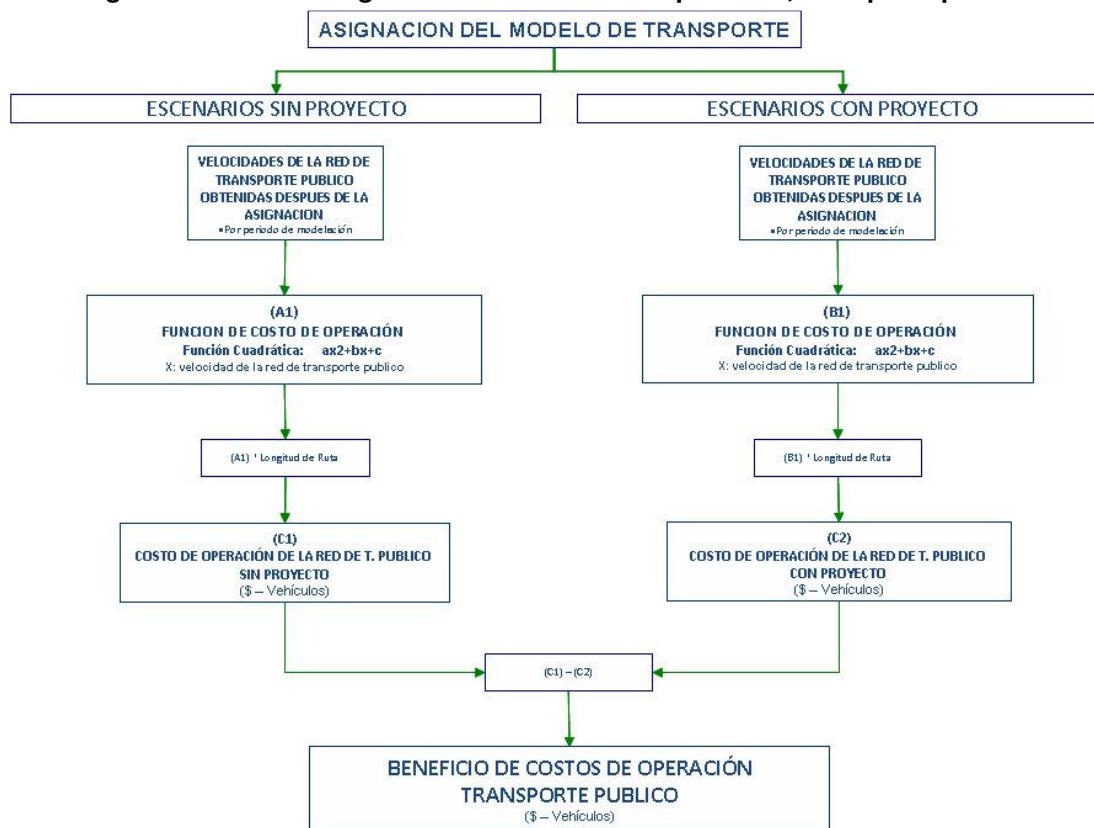
La tasa de crecimiento en la proyección de la demanda sobre el corredor (TCMA=1.3%) es conservadora, está asociada a la demanda que asigna el modelo de acuerdo a la tendencia de las tasas de crecimiento históricas de variables socioeconómicas, siendo la más importante la población

3.11.1. Ahorros en costo de operación vehicular

Para una adecuada estimación de los ahorros en costo de operación se requiere, en primera medida, conocer el costo de operación de los vehículos tipo en la situación sin proyecto y situación con proyecto. Cada uno de ellos está en función de la velocidad a la que se transita, del estado de la carpeta de rodamiento, las características geométricas de la vía y de los rendimientos de cada tipo de vehículo.

Para cuantificar los ahorros por costo de operación se considera el volumen diario de vehículos y la longitud del tramo en kilómetros, ambos se multiplican por la diferencia de costo de operación en cada situación: sin proyecto y con proyecto, misma que resulta ser el beneficio por ahorro en costos por día; para obtener el ahorro anual se multiplica por los días de operación al año. Este cálculo se realiza para los años del horizonte de operación y para cada tipo de vehículo, como se muestra en la metodología presentada en la Figura 3-22.

Figura 3-22. Metodología beneficios costo de operación, transporte público



Fuente: elaborado por C&M

Como se desprende del esquema anterior, la determinación de costo de operación de transporte público, se realiza en función de las velocidades de la red que utiliza el servicio de transporte público, para la cual se tiene la siguiente función cuadrática:

$$F_{(x)} = ax^2 + bx + c$$

De la función anterior se obtiene el beneficio por ahorro en costo de operación por kilómetro, posteriormente se realiza la proporción directa por segmentos de rutas que circulan por dicha red vial y en el sistema.

En Tabla 3-15 se muestran los beneficios por este concepto para el corredor UTF.



Tabla 3-15. Beneficio anuales por ahorro en costo de operación del transporte público para el corredor UTF (pesos/año)

Beneficios CVO	
Año	\$/año
2011	36,123,715.3
2026	42,396,445.4

Fuente: elaborado por C&M

En cuanto a las tasas de los costos de operación, la diferencia en tasas se debe a que la situación sin proyecto tiene una función de costo de operación diferente a la de la operación con el proyecto. Las funciones reflejan las variaciones en velocidad, consumibles y condiciones físicas de la vía sin y con el proyecto y por ello una tasa de crecimiento distinta durante el horizonte de evaluación.

3.11.2. Ahorros en tiempo de viaje

El tiempo ahorrado en desplazamiento ha de ser valorado fundamentalmente porque puede ser utilizado por la ciudadanía en otras actividades.

Los beneficios por este concepto han sido cuantificados para la demanda obtenida en la situación sin proyecto, es decir 78,101 pasajeros promedio por día en el 2011, considerando en la situación con proyecto, la proporción que se mantiene sobre el corredor una vez implementado el proyecto, 57,863 pasajeros, aproximadamente el 74%, más la proporción que se redistribuye en el resto del sistema, debido a la reestructuración de rutas, 20,238 pasajeros, aproximadamente el 26%.

En las siguientes tablas se presenta la demanda obtenida para el corredor en las situaciones sin y con proyecto, con base en los resultados de modelación.

Tabla 3-16. Demanda en el corredor UTF (sin proyecto)

Año	Periodo AM	Periodo PM	pas/día
2011	26,652	51,449	78,101
2026	29,513	53,077	82,590
TCMA 2011-2026	0.68%	0.21%	0.37%

Fuente: Elaborado por C&M a partir del modelo EMME/3

Tabla 3-17. Demanda en el corredor UTF (con proyecto)

Año	Periodo AM	Periodo PM	pas/día
2011	18,884	38,979	57,863
2026	24,546	46,050	70,595
TCMA 2011-2026	1.76%	1.12%	1.33%

Fuente: elaborado por C&M a partir del modelo EMME/3



Respecto a los tiempos de viaje, se considera que los tiempos de viaje una vez implementado el proyecto tengan un comportamiento diferente de la situación sin proyecto.

Es decir, se tienen dos variables que se comportan de manera distinta en las situaciones sin y con proyecto, y por ello en ambas situaciones, el indicador no puede crecer a la misma tasa: por un lado se tienen el crecimiento de la flota y por otro lado, el crecimiento del número de pasajeros, es decir la demanda, que se estima sea distinto debido a la diferencia marcada por el proyecto.

Los beneficios por ahorros en Tiempos de Viaje van disminuyendo en el horizonte, debido a que en el escenario sin proyecto la demanda del corredor crece con una tasa más baja respecto a la situación con proyecto; esto debido al cambio modal que se presenta en la situación con proyecto, lo que finalmente produce que las tasas de crecimiento de los tiempos de viaje en la situación con proyecto crezcan en mayor proporción, que en la situación sin proyecto.

Tabla 3-18. Ahorros en tiempo de viaje

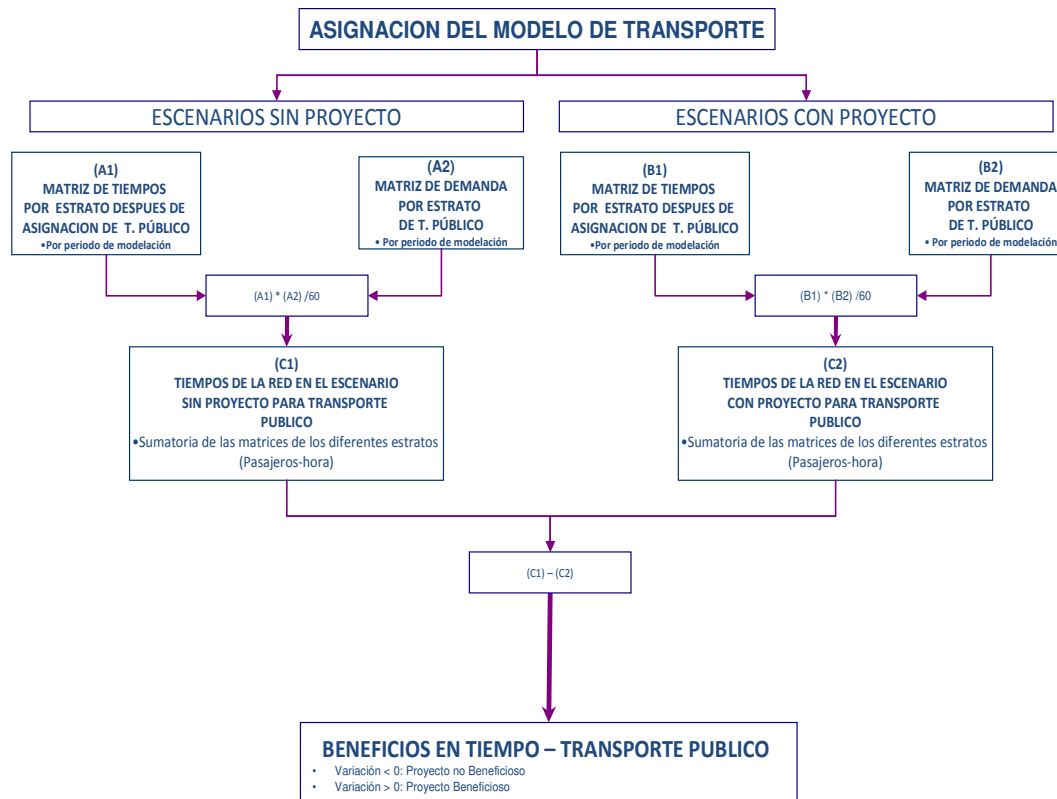
Año	Tiempo de viaje anual (horas)		
	Sin proyecto	Con proyecto	Ahorro
2011	22,417,343	14,183,125	8,234,218
2026	25,721,163	17,737,202	7,983,962
TCMA 2011-2026	0.92%	1.50%	-0.21%

Fuente: elaborado por C&M a partir del modelo EMME/3

Los tiempos utilizados para el presente cálculo son los obtenidos en la asignación del modelo. Para determinar el ahorro de tiempo se realiza un análisis de pares de origen y destino de viajes de los usuarios del corredor, brindando así mayor precisión en los datos y mejor confiabilidad en los resultados. Se consideran las matrices de: tiempo, tasa de ocupación y la matriz de demanda.

La metodología utilizada para la obtención de los beneficios en transporte público se detalla a continuación:

Figura 3-23. Metodología en beneficios de tiempo para transporte público



Fuente: elaborado por C&M

Para cuantificar monetariamente el tiempo de viaje que el modelo obtiene en horas, se emplea el valor económico del tiempo de los usuarios, el cual es estimado por el Instituto Mexicano del Transporte⁸. La metodología de cálculo es aceptada por la SHCP. (Ver Tabla 5-4),

Tabla 3-19. Configuración del valor del tiempo

Concepto	Valor (pesos por hora)
Valor del tiempo de viaje	20.82

Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

De acuerdo a la metodología mencionada, los resultados obtenidos se aprecian en la Tabla 3-20.

⁸ En el capítulo 5 se detalla el cálculo del valor del tiempo.



Tabla 3-20. Beneficio anual por ahorro de tiempo transporte público en el corredor UTF

Año	Beneficios por tiempo de viaje	
	Valor del tiempo = 20.82	
	Ahorro en Miles de Pax-hora/año	Ahorros MDP/año (pax-hora*valor del tiempo)
2012	8,227.7	171.3
2013	8,219.9	171.1
2014	8,210.8	170.9
2015	8,200.3	170.7
2016	8,188.4	170.5
2017	8,175.2	170.2
2018	8,160.4	169.9
2019	8,144.2	169.6
2020	8,126.4	169.2
2021	8,107.2	168.8
2022	8,086.3	168.4
2023	8,063.8	167.9
2024	8,039.6	167.4
2025	8,013.7	166.8
2026	7,984.0	166.2
2027	7,954.5	165.6
2028	7,923.3	165.0
2029	7,890.2	164.3
2030	7,855.2	163.5
2031	7,818.3	162.8
2032	7,779.4	162.0
2033	7,738.5	161.1
2034	7,695.5	160.2
2035	7,650.4	159.3
2036	7,603.2	158.3
2037	7,553.7	157.3
2038	7,502.0	156.2
2039	7,448.1	155.1

Fuente: elaborado por C&M

3.12. Evaluación técnica y legal del proyecto

La implementación del corredor UTF exige de un marco legal e institucional diferente al existente, acorde con el planteamiento conceptual del proyecto. Es necesaria la consolidación de un ente gestor que logre principalmente:

- Administrar un sistema que agrupe a las diversas empresas privadas de operación del transporte público.
- Reglamentar nuevas concesiones a los operadores del transporte público
- Incorporar un sistema de recaudo y centros de control para la operación del nuevo sistema de transporte
- Implementar reglas de tránsito para carriles exclusivos de transporte público.
- Promover la renovación de las relaciones laborales entre empresas, conductores y el gobierno municipal.



- Consolidar un órgano de control que vigile la correcta operación del nuevo sistema de transporte en su fase operativa.
- Implementar un fideicomiso que se encargue de administrar los recursos del cobro de la tarifa y distribuirlos entre los diferentes actores del sistema.
- Asignar parte del recaudo para el pago de la operación del mismo sistema y distribución de ingreso a las empresas operadoras.

b) Manifestación de impacto ambiental

La manifestación de Impacto ambiental del proyecto del Sistema Integrado de Transporte Público de la Ciudad de Chihuahua se presentó para su evaluación ante la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Gobierno del Estado de Chihuahua, autoridad legalmente facultada para tal análisis.

Dicha autoridad emitió el 28 de Abril del 2010 una resolución favorable en la cual autoriza el desarrollo del proyecto, condicionada al cumplimiento de las acciones normales para tal tipo de inversiones, con una vigencia de 5 años.

Asimismo, con fecha 15 de julio del 2010 la Dirección General de Fomento Ambiental Urbano y Turístico de la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental, emitió un comunicado de no objeción al proyecto condicionada al cumplimiento del Manual de Salvaguarda Ambiental y Social del Transporte Urbano (MASTU) del Banco Mundial.

A la fecha se cuenta con los borradores de los Planes de Manejo Ambiental y Plan de Gestión Social del MASTU los cuales, con leves modificaciones, se presentarán en el corto plazo ante el Banco Mundial a fin de obtener la no objeción por parte de dicha organización. Se debe resaltar que para la elaboración de dichos planes se cuenta con la colaboración de consultores contratados por ese organismo y los cuales consideran que debido a la calidad del proyecto, es muy viable obtener una resolución favorable.

c) Derecho de vía y otros permisos

El PSMUS se realizará en un trayecto, el cual cuenta con todos los derechos de vía necesarios.

En virtud de los plazos de vencimiento de las licencias y permisos usuales de construcción, se tramitarán al contar con el registro del proyecto y serán otorgadas por los gobiernos estatal y municipal, los cuales son promotores de la iniciativa de inversión.

3.13. Costo total del proyecto

3.13.1. Costos y plan de inversión

Para la actualización del monto de inversión se consideraron dos fuentes, la primera información del Gobierno de Chihuahua sobre el Proyecto Ejecutivo y la segunda parte de precios de proyectos similares calculados recientemente en abril 2009 y cotizaciones



empresariales con cantidades y características similares a las establecidas para el estudio generado en año 2007, actualizadas para año 2009.

La inversión estimada es la necesaria para dar inicio a la construcción de infraestructura. Se incluye en el cálculo el valor de las troncales, paradas, terminales, patios, talleres, señalización, semaforización, terrenos, imagen urbana y adquisición de buses. También se han estimado recursos necesarios para los sistemas de control y recaudo. Es importante considerar el necesario mantenimiento del sistema de recaudo en temas como la compra de lotes de tarjetas electrónicas, hardware, puntos de concentración de datos y puntos de venta asistidos.

Adicionalmente, a lo largo de la vida útil del proyecto se requerirá de un plan de reposición de parque automotor, previsto para reemplazar unidades que superen los 10 años de edad, que no está considerado en este estudio.

La inversión constructiva se obtuvo del Proyecto Ejecutivo, específicamente del Presupuesto base del corredor troncal de transporte, donde se estableció el monto de construcción para el corredor troncal, señalización, estaciones, patios y talleres, terminales, pares viales y ciclorutas.

En el caso de los patios y talleres el monto de inversión considera los terrenos para su construcción, el monto de obra y monto adicional para equipamiento. La inversión en terrenos estimada en 123 millones de pesos fue proporcionada por el Gobierno del Estado.

Para estimar la inversión en flota vehicular y en componentes tecnológicos que incluyen el centro de control y recaudo, se realizaron investigaciones de mercado y cotizaciones. El precio estimado de los autobuses es de 170,000 dólares equivalentes a 2.3 millones de pesos por unidad aproximadamente. La inversión en tecnología incluye validadores a bordo de las unidades de transporte.

Para el corredor UTF el monto de inversión sería de 851.9 millones de pesos de 2010; la inversión para el sistema sería de 885.6 millones de pesos de 2010, la inversión por componente se presenta en la Tabla 3-21



Tabla 3-21. Costo de Inversión para el corredor UTF y para el sistema (MDP al 2010 sin IVA)

Inversión pública por componente (Sin IVA)		Costo unitario	Coredor troncal UTF	Sistema integral de transporte
Corredor troncal	km	Costo/Km	149.3	149.3
Tramo Norte	9.76	7.4	72.0	72.0
Tramo Centro	3.54	6.9	24.3	24.3
Tramo Sur	7.2	7.4	53.0	53.0
Señalización y semaforización	km	Costo/Km	30.0	30.0
Tramo Norte	9.8	1.5	14.2	14.2
Tramo Centro	3.5	1.9	6.6	6.6
Tramo Sur	6.0	1.5	9.3	9.3
Estaciones	No.	Costo/estación	109.9	109.9
Estacion tipo A	28	2.4	67.2	67.2
Estacion tipo B	6	3.9	23.6	23.6
Estacion tipo C	6	1.3	8.0	8.0
Estacion tipo D	1	1.3	1.3	1.3
<i>Estaciones atípicas</i>		0.0	0.0	0.0
Juan Escutia	1	7.3	7.3	7.3
Poder Judicial	1	2.5	2.5	2.5
Patios y talleres			57.7	57.7
Conjunto Etapa 1			18.9	18.9
Conjunto Etapa 2			10.4	10.4
Oficinas			9.7	9.7
Talleres			18.8	18.8
Terminales			108.8	108.8
Terminal norte			51.5	51.5
Terminal sur			48.7	48.7
Centro de control operativo			4.3	4.3
Centro de control recaudo			4.3	4.3
Pares viales y ciclorutas			19.8	19.8
Zona norte			7.5	7.5
Zona centro			5.4	5.4
Zona sur			7.0	7.0
Terrenos	m²	\$/m²	123.0	123.0
Terminal Norte	27,100	1,700	46.1	72.8
Terminal Sur	28,700	1,200	34.4	50.2
Terreno para patios y talleres	47,100	900	42.4	
Subtotal inversión pública (Sin IVA)			598.6	598.6
Inversión Privada por componente (Sin IVA)		Costo unitario	Coredor troncal UTF	Sistema integral de transporte
Flota vehicular	84	2.3	168.0	168.0
Sistema de control y sistema de recaudo			85.3	119.0
Equipo de la troncal			82.1	115.8
Consumibles			3.2	3.2
Subtotal inversión privada (Sin IVA)			253.3	287.0
Total de Inversión 2010 sin IVA (pública + privada)			851.9	885.6

Fuente: elaborado por C&M



3.13.2. Costo de operación y mantenimiento

Como se menciona en el Manual de Evaluación Socioeconómica de SEDESOL no existe una metodología de cálculo exacta para este rubro por lo que recomienda establecer un porcentaje de la inversión inicial para mantenimiento anual⁹. En el manual citado se mencionan porcentajes de 2% anual y un 50% adicional cada 5 años para mantenimiento mayor, sin embargo dichos porcentajes corresponden a proyectos donde la superficie de rodamiento es asfalto. En el caso del corredor UTF, que se construirá con concreto hidráulico el cual requiere de menor mantenimiento, se considero un monto de mantenimiento anual equivalente al 1% de la inversión total, y un 50% adicional sobre este monto para mantenimiento mayor cada 10 años.

También se considera en este rubro la reposición de los equipos del centro control y recaudo, éste debe ser sustituido cada 10 años, y la adquisición de las tarjetas de banda magnética (denominadas como consumibles) que deben reemplazarse cada 3 años.

Los costos de operación incluyen la renovación del equipo del centro de control y recaudo cada diez años y la renovación de la flota operativa del corredor troncal cada 10 años.

En la Tabla 3-22 se presentan los costos de operación y mantenimiento para un año de operación y por rubro.

⁹ <http://www.sedesol.gob.mx/archivos/301109/File/Tomo7.PDF>



Tabla 3-22. Costos de operación y mantenimiento anual para el corredor UTF

Inversión por Componente	Costo unitario		Total presupuesto base	Costo de mantenimiento anual
Millones de pesos				
Corredor troncal	km	Costo/Km	149.34	1.5
Tramo Norte	9.76	7.38	71.99	0.7
Tramo Centro	3.54	6.87	24.32	0.2
Tramo Sur	6.03	8.79	53.03	0.5
Señalización y semaforización	km	Costo/Km	30.02	0.3
Tramo Norte	9.8	1.45	14.19	0.1
Tramo Centro	3.5	1.85	6.56	0.1
Tramo Sur	6	1.54	9.28	0.1
Estaciones	No.	Costo/estación	109.86	1.1
Estacion tipo A	28	2.4	67.16	0.7
Estacion tipo B	6	3.93	23.61	0.2
Estacion tipo C	6	1.34	8.04	0.1
Estacion tipo D	1	1.26	1.26	0
Estaciones atípicas		0	0	0
Juan Escutia	1	7.29	7.29	0.1
Poder Judicial	1	2.5	2.5	0
Patios y talleres			57.74	0.6
Conjunto Etapa 1			18.88	0.2
Conjunto Etapa 2			10.42	0.1
Oficinas			9.67	0.1
Talleres			18.77	0.2
Terminales			108.79	1.1
Terminal norte			51.48	0.5
Terminal sur			48.68	0.5
Centro de control operativo			4.31	0
Centro de control recaudo			4.31	0
Pares viales y ciclorutas			19.82	0.2
Zona norte			7.47	0.1
Zona centro			5.4	0.1
Zona sur			6.95	0.1
Terrenos	Has.	\$/m2	123	
Terminal Norte	4.2	1,732.40	72.76	0.7
Terminal Sur	2.9	1,732.40	50.24	0.5
Subtotal inversión pública (Sin IVA)			598.57	6
Inversión Privada (Sin IVA)	Unidades	Costo/unidad		
Flota vehicular	84	2.3	168	1.7
Sistema de control y sistema de recaudo			85.3	0.9
Subtotal inversión privada (Sin IVA)			253.3	2.5
Mantenimiento anual rutinario				7.3
Mantenimiento mayor (cada 10 años)				10.9

Fuente: elaborado por C&M

Los costos operativos de las Terminales están incluidos en el costo de la tarifa. Estos costos forman parte de los costos indirectos incluidos en la matriz tarifaria. En caso de incluir dichos costos también se debería incluir el beneficio al usuario por la nueva estructura tarifaria. La nueva estructura favorecerá a los usuarios con un 10% de ahorros de los costos de operación vehicular y el 20% de utilidad sobre dichos montos la cual se paga a los concesionarios.



3.13.3. Costos por molestias

Este costo consiste en la cuantificación de las molestias generadas por el proyecto durante su ejecución, las cuales se ven reflejadas con la disminución de la velocidad promedio de circulación de los modos de transporte que circulen por la zona del proyecto, lo cual incide en un mayor costo de operación de los vehículos y tiempo de recorrido para los usuarios y pasajeros.

Las molestias causadas son equivalentes al 50%¹⁰ de los tiempos de viaje en la situación sin proyecto durante su primer año de operación. Sin embargo, debido a que la construcción del corredor troncal UTF será en etapas y a que la ciudad de Chihuahua cuenta con espacio disponible las afectaciones se reducirán al mínimo, por lo que en la evaluación se considera el 15% de afectación en los tiempos de viaje, los montos por molestia pueden apreciarse en la siguiente tabla, en la cual se resumen los costos totales que generará el proyecto en cada año del horizonte de evaluación.

¹⁰ Evaluación ExPost Sistema de Transporte Masivo de Bogotá, Fases I y II – Informe 4, preparado para Departamento Nacional de Planeación, Colombia por EMBARQ – Centro de Transporte del World Resources Institute, EEUU (Hidalgo, Noviembre 2009).



Tabla 3-23. Costos totales por año para el periodo de evaluación del corredor

Año	COSTOS POR AÑO (millones de pesos 2010)			
	Inversión inicial	Operación y mantenimiento	Costos por molestias	Total Costos
2010	425.9		70.0	495.9
2011	425.9		70.0	495.9
2012		7.3		7.3
2013		7.3		7.3
2014		10.5		10.5
2015		7.3		7.3
2016		7.3		7.3
2017		10.5		10.5
2018		7.3		7.3
2019		7.3		7.3
2020		10.5		10.5
2021		264.2		264.2
2022		7.3		7.3
2023		10.5		10.5
2024		7.3		7.3
2025		7.3		7.3
2026		10.5		10.5
2027		7.3		7.3
2028		7.3		7.3
2029		10.5		10.5
2030		7.3		7.3
2031		264.2		264.2
2032		10.5		10.5
2033		7.3		7.3
2034		7.3		7.3
2035		10.5		10.5
2036		7.3		7.3
2037		10.5		10.5
2038		10.5		10.5
2039		7.3		7.3
Total	851.9	750.0	140.0	1,741.9

	Mantenimiento mayor + reposición equipo del centro de control y recaudo + renovación flota
	Reposición de consumibles del centro de recaudo (tarjetas)
	Costos por molestias = Incremento del tiempo de viaje actual, durante la construcción del proyecto

Fuente: elaborado por C&M



3.14. Fuentes de recursos

La inversión necesaria para poner en marcha el corredor UTF, asciende a 851.9 millones de pesos del 2010. Se estima que los recursos necesarios son aportados por el Gobierno Federal, por el Gobierno del Estado de Chihuahua y por inversionistas privados.

Conviene señalar que la estructura financiera definitiva depende de los términos finales del Gobierno Federal y el Gobierno del Estado de Chihuahua respecto al monto y mecanismo de sus aportaciones, así como de los lineamientos y condiciones que al efecto establezca el título de concesión, del costo definitivo de la inversión y de la estrategia financiera del concesionario.

Las fuentes de recursos para el corredor UTF, son las siguientes:

Tabla 3-24. Fuentes de recursos para el corredor UTF

Fuente	Millones de pesos	Participación
Inversión inicial Total	851.9	100%
<i>Financiamiento con:</i>		
Recursos Públicos sin IVA	598.6	70%
Recursos Privados sin IVA	253.3	30%
<i>Recursos Públicos</i>		
Gobierno Federal (FONADIN)	227.9	38%
Gobierno Estado de Chihuahua	185.3	31%
Gobierno Municipal	185.3	31%
<i>Recursos Privados</i>		
Flota vehicular sin IVA	168.0	66%
Centro de recaudo y control sin IVA	85.3	34%
* La inversión en ciclistas, pares viales y terrenos será realizada por el Estado y el Municipio de Chihuahua, no se incluye en la participación de FONADIN		

Fuente: elaborado por C&M

3.15. Supuestos técnicos y socioeconómicos

3.15.1. Demanda

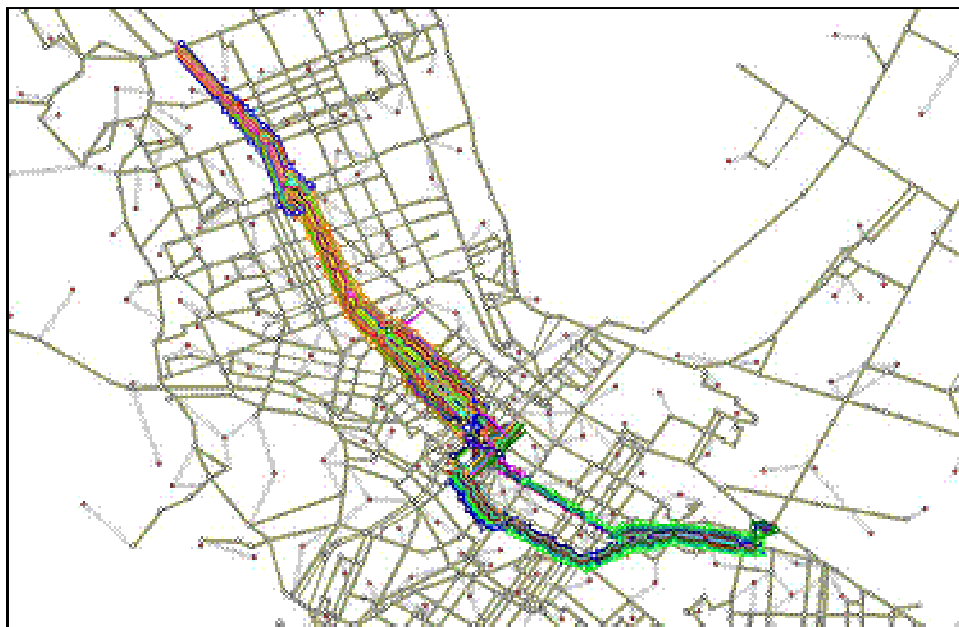
Para la estimación de la demanda en el año de inicio de operación, así como a lo largo del horizonte de evaluación, se utilizó el modelo de transporte, el cual, utiliza el software EMME/3. Con este software se realizaron las proyecciones en la situación sin proyecto y con proyecto, tomando como años horizonte el 2011 y el 2026.

Para analizar el corredor UTF se tomó como base el modelo de transporte conformado para simular el sistema de transporte público de la ciudad de Chihuahua.

Inicialmente, se realizó una selección de los tramos que forman parte del corredor de análisis, para posteriormente seleccionar todas las rutas que circulan por cada uno de los tramos del corredor.

En la situación sin proyecto, la demanda del corredor se conforma por los pasajeros de las rutas que pasan por el corredor en algún tramo, es decir, se obtuvieron cargas por tramo del corredor, las cuales se presentan en la siguiente figura.

Figura 3-24 Demanda en el corredor – situación actual



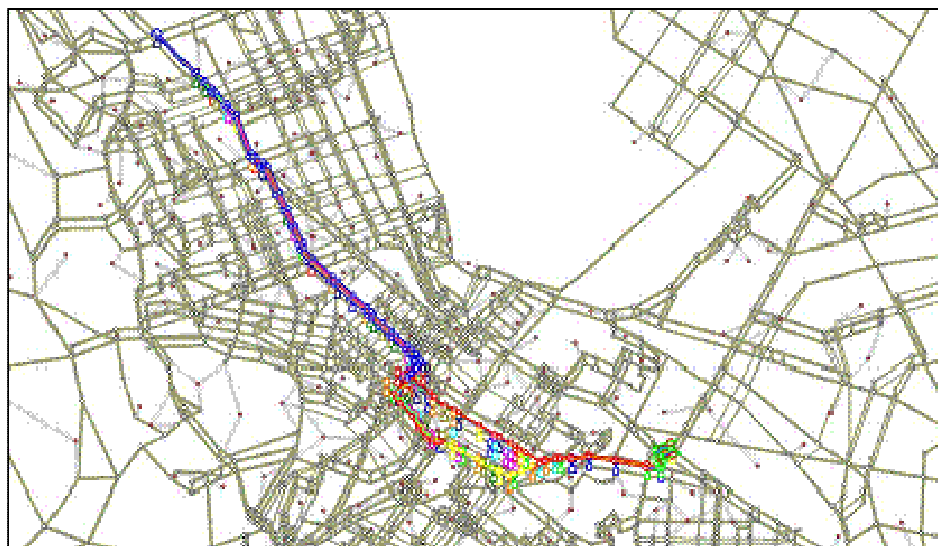
Fuente. elaborado por C&M

En la situación con proyecto se realiza una reorganización y racionalización de rutas. Con la reestructuración de rutas se optimizan los traslados en la ciudad:

- Los usuarios cuyo destino final no se encuentra en el corredor pueden utilizar una ruta más directa y se redistribuyen en el sistema.
- En el corredor UTF permanecen los usuarios que por su par O-D utilizarán el proyecto, es decir, estos usuarios son la demanda que permanece en el corredor.

No se estableció un porcentaje a priori de la disminución de la demanda en el corredor, y esto no representa un perjuicio para el corredor, ya que es resultado de una mejor operación sobre el corredor y en general en el sistema.

Figura 3-25 Demanda en el corredor – situación con proyecto

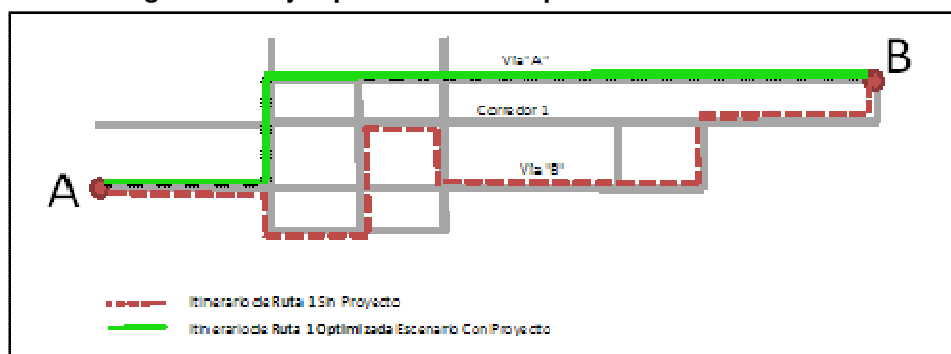


Fuente. elaborado por C&M

De los puntos antes mencionados, se tiene que la demanda del corredor “con proyecto” es menor a la demanda del corredor “sin proyecto”, debido a que en la reorganización de recorridos de las rutas, los usuarios no utilizan rutas que circulan por el corredor para transportarse a su destino debido a que existen recorridos de rutas optimizadas con menores tiempos.

A continuación se detalla mediante un ejemplo grafico, el por que reduce la demanda en la situación sin proyecto versus con proyecto.

Figura 3-26 Ejemplo de demanda por tramo en el corredor



Fuente. elaborado por C&M

En la anterior figura, se considera que un usuario se dirige de “A” a “B”, en la situación sin proyecto: el usuario elige la ruta 1, la cual presenta un recorrido no óptimo, de mayor



tiempo y que circula por algunos tramos del “Corredor 1” solamente, lo que genera mayor demanda al corredor de análisis. Sin embargo, en la situación con proyecto la “Ruta 1” optimizada ya no circula por el “Corredor 1”, lo que genera que la carga del corredor disminuya.

A partir del modelo de transporte, se pronosticó la demanda en el horizonte para un escenario “moderado”, es decir, la tendencia histórica en la ciudad de Chihuahua indica que los viajes en transporte público han ido decreciendo históricamente. Sin embargo, se aplicó un cambio modal del 3.4% de usuarios de transporte privado que con el nuevo sistema cambiarán a transporte público. En la siguiente tabla se presenta la demanda asignada para el corredor, por periodo de modelación y su respectiva tasa de crecimiento media anual (TCMA) obtenida.

Tabla 3-25. Demanda asignada para el corredor por periodos pico

Año	Periodo AM	Periodo PM
2011	7,529	8,250
2026	9,786	9,746
TCMA 2011-2026	1.76%	1.12%

Fuente: elaborado por C&M a partir del modelo EMME/3

A partir de los factores de expansión obtenidos para los viajes en transporte público, por día, mes y año, los cuales se resumen en la tabla siguiente, se ha pronosticado la demanda total para el proyecto sobre el corredor troncal para un día promedio, mes y año, misma que se resume en la tabla de demanda para el corredor UTF, la cual implica una TCMA de 1.33% en el horizonte de pronóstico 2011-2026.

Tabla 3-26. Factores de expansión de la demanda

Periodo	AM	PM
Día	2.51	4.72
Mes	29.18	29.18
Año	11.50	11.50

Fuente: elaborado por C&M a partir del modelo EMME/3

Tabla 3-27. Demanda en el corredor por día, mes y año

Demanda para el corredor troncal UTF			
Año	Día	Mes	Año
2011	57,863	1,688,445	19,417,116
2026	70,595	2,059,974	23,689,696
TCMA 2011-2026	1.33%	1.33%	1.33%

Fuente: elaborado por C&M a partir del modelo EMME/3



3.15.2. Beneficios

Los beneficios han sido cuantificados para la demanda obtenida en la situación sin proyecto, es decir 78,101 pasajeros promedio por día en el 2011; de los cuales, en la situación con proyecto son de 57,863 pasajeros promedio por día que se mantienen sobre el corredor (aproximadamente el 74%), y una proporción se redistribuye en el resto del sistema, debido a la reestructuración de rutas, 20,238 pasajeros promedio por día (aproximadamente el 26%).

3.15.3. Costos de Operación y Mantenimiento

Para el cálculo de este rubro se sigue el procedimiento recomendado por SEDESOL en su Manual de Evaluación Socioeconómica¹¹ que recomienda establecer un porcentaje de la inversión inicial para mantenimiento anual, para esta evaluación se estableció el 1% de mantenimiento anual y un 1.5% cada 10 años para mantenimiento mayor, debido a las características físicas que tendrá la vía troncal, la cual será un carril confinado de concreto hidráulico.

Por otro lado, entre los costos de operación que se deben considerar están: la reposición de consumibles cada tres años y la reposición de la flota y del centro de control y recado cada diez años, cuyos montos han sido determinados para el Proyecto Ejecutivo por el Gobierno del Estado de Chihuahua y cotizaciones con privados.

3.15.4. Costos de Operación Vehicular

Para obtener el costo de operación vehicular para el corredor se calcularon sus funciones de costos en el programa HDM-VOC. Se consideraron diferentes características para las vías y distintas velocidades a las del corredor UTF.

Tabla 3-28. Características de la vía con y sin proyecto

Principales insumos del HDM - VOC			
Características de la Carretera		Sin proyecto	Con proyecto
Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.0	1.0
Rugosidad promedio (IRI)	m/km	4.0	2.7
Gradiente medio positivo	%	3.0	3.0
Gradiente medio negativo	%	3.0	3.0
Proporción de viaje ascendente	%	50.0	50.0
Curvatura horizontal promedio	grados/km	300.0	300.0
Superelevación promedio (peralte)	fracción	0.0	0.0
Altitud del terreno	m	1,440.0	1,440.0
Velocidad		17.0	20.0

Fuente: elaborado por C&M a partir del modelo EMME/3

¹¹ <http://www.sedesol.gob.mx/archivos/301109/File/Tomo7.PDF>



En la siguiente tabla, se observan los COV por vehículo para la situación sin proyecto y con proyecto sobre el corredor.

Tabla 3-29. Costo de operación para el corredor, con y sin proyecto

COV	Corredor	
	Sin proyecto	Con proyecto
	11.09	8.83

Fuente: Elaborado por C&M

3.15.5. Valor del Tiempo

El valor del tiempo utilizado por C&M en evaluaciones socioeconómicas fue publicado en el Boletín Notas 116, Artículo 2, Febrero de 2009, emitido por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT)¹².

De acuerdo con el IMT, el valor del tiempo de los pasajeros que viajan por motivo de trabajo es de \$25.15 y por motivo de placer de \$15.09 pesos por hora, actualizado 2009.

Con base en información obtenida por la SCT en encuestas origen-destino, se considera que en promedio un 57% de los pasajeros viaja con motivo de trabajo y un 43% con motivo de placer, tanto para automóvil como para autobús.

Para obtener un valor del tiempo que considere el total de ahorros en tiempos de viaje, se pondero el VOT para viajes por motivo de trabajo y el VOT para viajes por motivo de placer con el 57% y el 43% respectivamente, resultando un valor ponderado de 20.82 \$/hr (ver tabla siguiente)

Tabla 3-30. Parámetros para estimar el valor del tiempo (VOT)

Concepto	Valor	Unidad
Valor del tiempo viaje usuarios autos y autobuses	20.82	\$/hr

Fuente: Elaborado por C&M con base en datos del IMT y la SCT

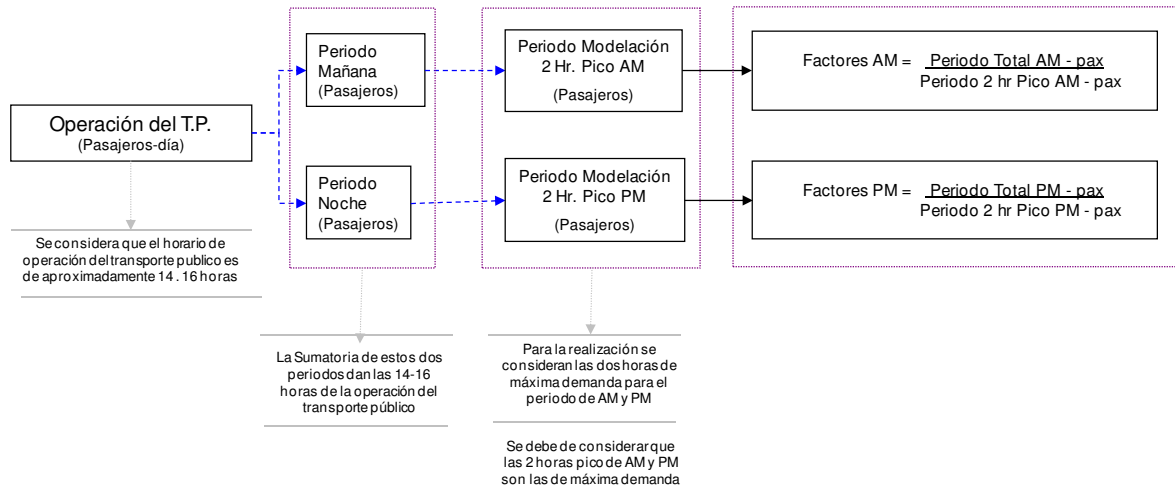
3.15.6. Tasa de descuento

Se ha utilizado una tasa de descuento del 12.0% anual en términos reales, de acuerdo con los lineamientos de la UI-SHCP para la elaboración de análisis Costo – Beneficio.

3.15.7. Factores de expansión

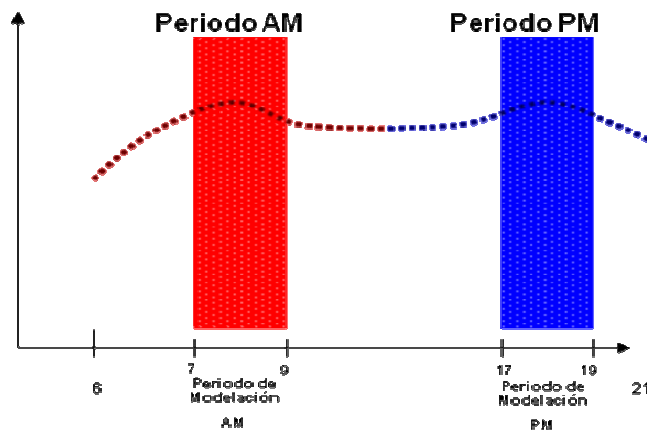
En el siguiente diagrama se presenta el proceso para obtener los factores de expansión:

¹² http://imt.mx/SitioIMT/Boletines/frmResumenBoletin.aspx?IdArticulo=326&IdBoletin=116#_ftn1



Todos los cuales están representados en pasajeros

- **Operación del transporte Público (Pax-día):** En este ítem se considera la demanda de pasajeros que circulan en todo el periodo de operación del transporte público.
- **Periodo Mañana - Noche:** Del día total se considera una división entre periodo mañana y periodo noche.
- **Periodo Modelación AM y PM (2 horas de máxima demanda):** se considero las dos horas de máxima demanda para cada uno de los periodos, siendo de 7 – 9 horas para AM y 17 - 19 horas para PM.
- **Factores AM y PM:** Tal como se muestra en la figura, la determinación de los factores de AM y PM son determinados de la relación de estos con el numero de pasajeros total para cada periodo.



Ejemplo:



Consideremos que el periodo AM, se encuentra determinado de 6 – 13 horas y el de PM de 14 – 21 horas, de esto se considera que el periodo de AM tiene 1000 viajes y el de PM tiene 500.

Asimismo consideremos que el periodo de modelación tienen 2 horas de máxima demanda y que el periodo de modelación de AM (PM_AM) presenta 300 pasajeros y que el de periodo de modelación de PM (PM_PM) tiene 200 pasajeros. Determinar los Factor de expansión de los periodos de Modelación de AM y PM.

Solución:

FE_AM = Factores de Expansión de AM

FE_PM = Factores de Expansión de PM

FE (AM/PM) =	Periodo total (AM/PM)
	Periodo de Modelación (AM/PM)

De la ecuación anterior se determina que los factores de expansión de AM es de 2.50 y de PM es de 1.67.

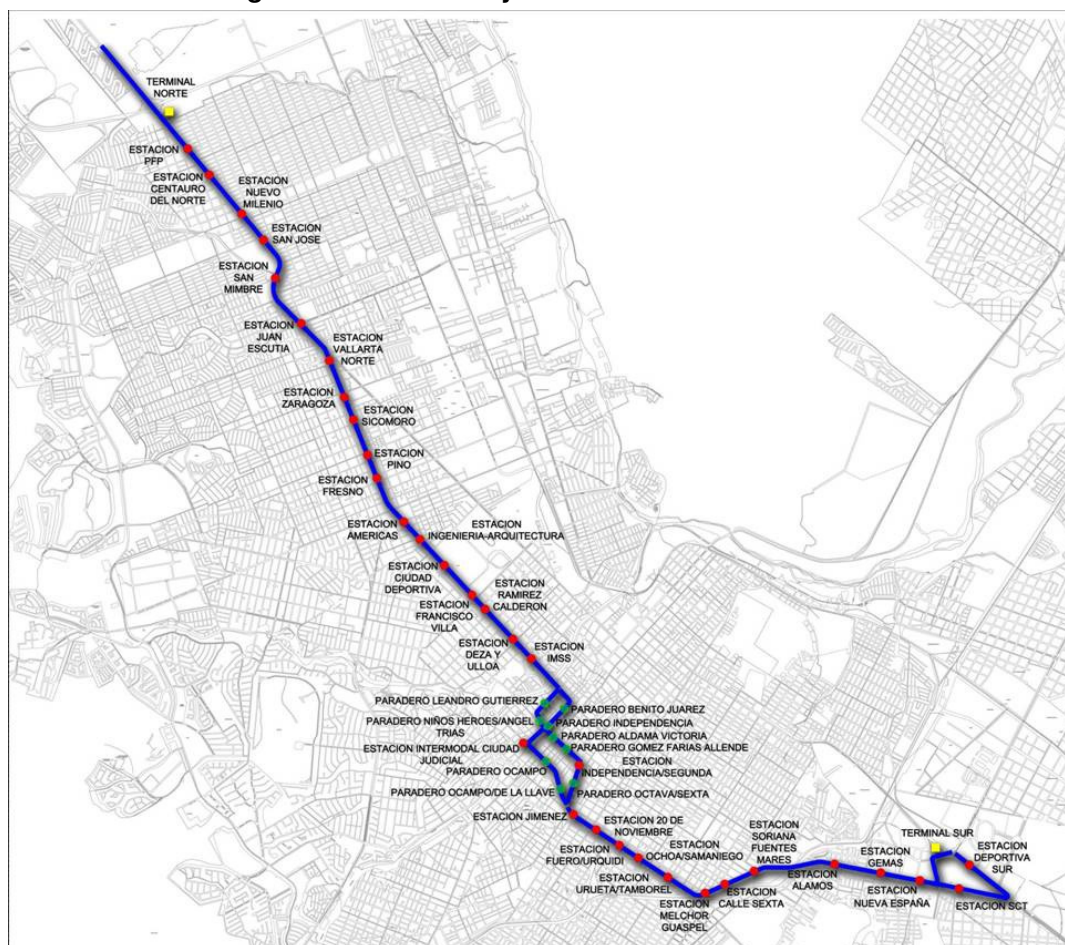
3.16. Infraestructura existente y proyectos en desarrollo

El proyecto de corredor UTF y la reestructuración del sistema de transporte de la ciudad de Chihuahua, no tiene relación con otros proyectos en desarrollo.

4. Situación con proyecto

El corredor UTF tiene una longitud de 20.4 km por sentido, con un carril exclusivo junto al camellón central por sentido, donde los usuarios embarcan y desembarcan por las puertas de la izquierda de los autobuses. El recorrido del corredor se presenta en la Figura 4-1.

Figura 4-1. Ubicación y recorrido del corredor UTF



Fuente: elaborado por C&M

Con la construcción del corredor y la reorganización del sistema de rutas, se incrementará la velocidad y se obtendrán ahorros importantes en costos de operación y tiempos de viaje.

4.1. Demanda

Para la estimación de la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, se utilizó el software EMME/3 para establecer el modelo de transporte. A partir del modelo de



transporte, se pronosticó la demanda en el horizonte para un escenario “moderado”, es decir, la tendencia histórica en la ciudad de Chihuahua indica que los viajes en transporte público han ido decreciendo históricamente. Sin embargo, se aplicó un cambio modal del 3.4% de usuarios de transporte privado, que con el nuevo corredor se cambiarán a transporte público, considerando que será atractivo para los usuarios actuales del transporte privado. En la siguiente tabla se presenta la demanda proyectada para el corredor, por periodo de modelación y su respectiva tasa de crecimiento media anual (TCMA) obtenida.

Tabla 4-1. Demanda por periodo para el corredor UTF

Año	Periodo AM	Periodo PM
2011	7,529	8,250
2026	9,786	9,746
TCMA 2011-2026	1.76%	1.12%

Fuente: elaborado por C&M a partir del modelo EMME/3

A partir de los factores de expansión obtenidos para los viajes en transporte público, por día, mes y año, los cuales se resumen en la tabla siguiente, se ha pronosticado la demanda total para el proyecto sobre el corredor troncal para un día promedio, mes y año, misma que se resume en la tabla de demanda para el corredor UTF, la cual implica una TCMA de 1.33% en el horizonte de pronóstico 2011-2026.

Tabla 4-2. Factores de expansión

Viajes en TP	AM	PM
Factor día	2.51	4.72
Factor mes	29.18	29.18
Factor año	11.5	11.5

Fuente: elaborado por C&M a partir del modelo EMME/3

El modelo de pronóstico para proyectar la demanda en el horizonte 2006-2026, corresponde a un modelo econométrico de corte transversal, el cual fue calibrado para el año base 2006. Este permitió relacionar la información de los viajes, obtenida a través de las encuestas origen – destino, a partir de la cual se conformaron matrices de viajes entre las diferentes zonas de producción y atracción, para los segmentos de demanda de interés, entre ellos los viajes en transporte público. La información fue contrastada con distintas variables socioeconómicas de la región de estudio.

La desagregación de la información socioeconómica fue recabada a nivel de áreas geostatísticas básicas (AGEBs) para el periodo 1990-2000, a partir de las cuales se definieron zonas de viajes, de acuerdo a las matrices determinadas para el proyecto en el año 2006.

Para el año base, se proyectó la información socioeconómica de las distintas zonas de viajes, a partir de la información histórica de las mismas, publicada por el Instituto



Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI. Las variables recabadas fueron las siguientes:

- Población
- Población económicamente activa
- Personal ocupado
- Empleo
- Número de viviendas
- Tasa de motorización, definida como el número de vehículos registrados en circulación entre la población total.

Una vez conformadas las bases de datos para el año base 2006, tanto de vectores de viajes como de información de las variables socioeconómicas por zonas, se procedió a calibrar modelos de corte transversal mediante un proceso iterativo de análisis de regresión, logrando identificar las variables que mejor explican la variación de los viajes para cada segmento. A partir de los modelos, se determinó que la variable más importante para explicar el crecimiento de los viajes en transporte público es la Población.

Las variables analizadas fueron agregadas a nivel regional, de acuerdo a las zonas de viajes del proyecto, y fueron proyectadas con base a su tendencia histórica y acorde al crecimiento estimado para la población, en la siguiente tabla se resumen las tasas de crecimiento obtenidas para cada variable analizada para la totalidad de zonas consideradas, de manera quinquenal en el horizonte de proyección.

Tabla 4-3. Tasas de crecimiento estimadas para las variables analizadas

Periodo	PEA	Vivienda	Población	Empleo	Personal Ocupado	Motorización
2000-2006	2.37%	2.21%	2.39%	2.34%	1.16%	4.26%
2006-2011	2.54%	2.35%	2.54%	2.49%	5.45%	2.26%
2011-2016	2.09%	1.91%	2.03%	2.03%	3.12%	2.47%
2016-2021	2.08%	1.83%	2.01%	1.99%	2.25%	2.07%
2021-2026	1.72%	1.51%	1.66%	1.64%	4.86%	1.99%
TCMA 2011-2026	1.96%	1.75%	1.90%	1.89%	3.40%	2.18%

Fuente: elaborado por C&M con datos del INEGI

Las tasas de crecimiento obtenidas de los pronósticos de las variables para cada una de las zonas de producción y atracción de viajes, fueron utilizadas en el modelo de transporte, para asignar la demanda sobre el corredor, de acuerdo a los crecimientos de las matrices de viajes. Se proyectó la demanda para los periodos pico AM y pico PM para los años 2006, 2011 y 2026, a partir de los cuales se obtuvo finalmente la demanda para todo el horizonte de análisis, interpolando los años de modelación.

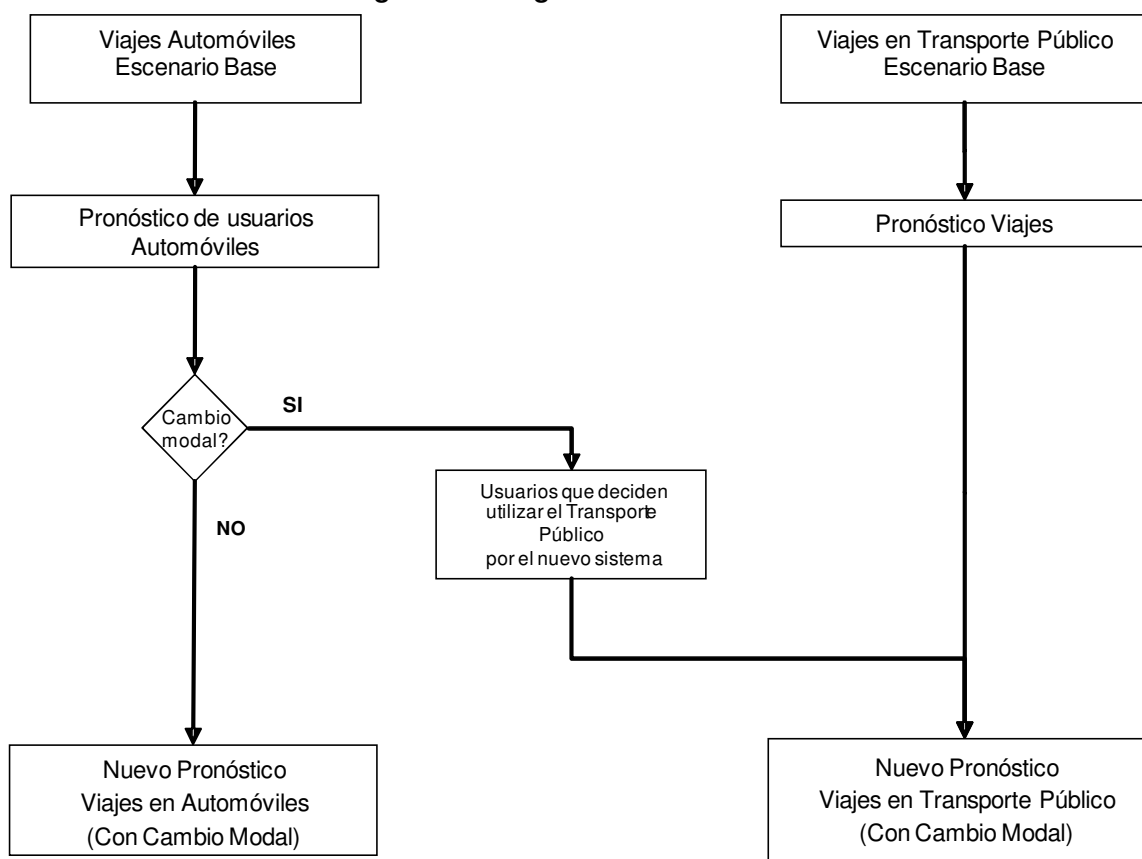
Tabla 4-4. Demanda total para el corredor troncal UTF

Año	Día	Mes	Año
2011	57,863	1,688,445	19,417,116
2026	70,595	2,059,974	23,689,696
TCMA 2011-2026	1.33%	1.33%	1.33%

Fuente: elaborado por C&M a partir del modelo EMME/3

La metodología para determinar el cambio modal de 3.4% de los viajes de transporte privado que se cambian al transporte público, a partir de la implementación de corredor troncal, se presenta a continuación:

Figura 4-2. Diagrama de cambio modal



Fuente: elaborado por C&M

De acuerdo con lo anterior el 3.4% fue aplicado a los usuarios de automóvil que se cambiarán, una vez se cuente con el nuevo sistema de transporte público. Esta proporción de cambio modal si bien es conservadora, es la que se ha utilizado en la evaluación, para tener una mayor certidumbre en este parámetro, ya que este podrá



incrementarse una vez que la implementación del sistema integral de transporte público en la ciudad llegue a su madurez.

La tasa de crecimiento en la proyección de la demanda sobre el corredor (TCMA=1.3%) es conservadora, está asociada a la demanda que asigna el modelo de acuerdo a la tendencia de las tasas de crecimiento históricas de variables socioeconómicas, siendo la más representativa la tasa de crecimiento de la población

El proyecto apoya al Plan de Desarrollo Urbano a través de la consolidación de los Subcentros urbanos existentes, los cuales se articulan mediante el corredor UTF:

- Subcentro Norte, cerca de la terminal norte: donde se ubican parques industriales, el antiguo campus de la UACH, la Deportiva, así como el ITCH y la antigua estación de trenes,
- Subcentro Sur, donde se construirá la terminal sur: concentra equipamiento como el estadio de béisbol, la central de autobuses y la salida al aeropuerto, y
- Subcentro Poniente, en la salida a ciudad Cuauhtémoc, donde se está conformando otro corredor urbano de servicios y centros comerciales.

El proyecto forma parte del plan de rescate y reordenamiento del centro urbano de la ciudad, que promueve usos de suelos mixtos y peatonalización de calles.

4.2. Oferta

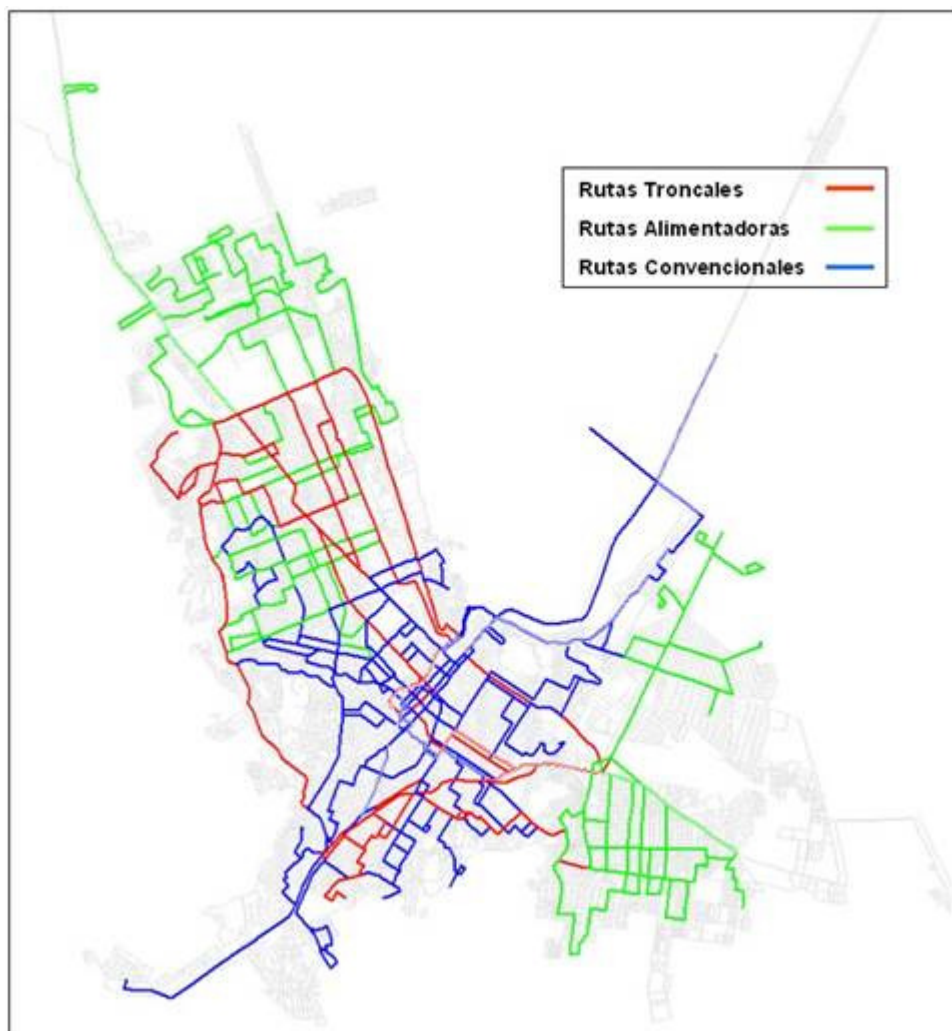
Para atender a la demanda circularán por el corredor 84 vehículos con piso alto con una capacidad de 80 pasajeros. Por la racionalización de las rutas de transporte la flota circulante en la ciudad se reduce, actualmente existen 528 unidades, saldrán de circulación 209 unidades en mal estado, y se conservarán 319 unidades de la flota existente. En total circularán en la ciudad 403 vehículos incluyendo la flota del corredor UTF.

El modelo funcional del sistema de transporte público tiene por objeto promover una movilidad urbana sustentable, con un sistema integrado de transporte público ordenado, eficiente y productivo, considerando los usuarios, transportistas, operadores del servicio, autoridades y población en general.

El sistema se basa en la sustitución del sistema actual de rutas de buses independientes por un sistema integrado de arquitectura mixta de 13 rutas troncales, 19 alimentadoras y 20 convencionales con integración física operacional en las terminales y tarifaria total.

La estructura tronco/alimentada está diseñada en el eje norte/sur de la Ciudad a través de un conjunto de rutas troncales integradas con rutas alimentadoras en dos terminales abiertos, Homero y Juan Pablo II, y a lo largo del corredor en estaciones de integración. Figura 4-3.

Figura 4-3. Reestructuración de rutas



Fuente: elaborado por C&M

Se anexa el detalle de las rutas con proyecto.

En la siguiente tabla se detallan las rutas con y sin proyecto:



Tabla 4-5. Rutas sin proyecto y con proyecto

Sin proyecto

Rutas	Intervalo (min)	Frecuencia
4	21	3
5	20	3
6	15	4
7	12	5
8	12	5
9	8	8
10	15	4
11	20	3
13	16	4
14	16	4
15	15	4
16	16	4
17	8	8
18	15	4
19	20	3
20	7	9
21	17	4
22	16	4
23	11	5
24	10	6
25	7	9
26	9	7
27	9	7
28	20	3
29	14	4
30	10	6
31	10	6
32	14	4
33	14	4
34	24	3
35	20	3
36	15	4
37	30	2
38	60	1
39	10	6

Con proyecto

Continuación		
Rutas	Intervalo (min)	Frecuencia
40	60	1
41	12	5
42	8	8
43	11	5
44	12	5
45	9	7
46	11	5
47	12	5
48	15	4
49	12	5
50	9	7
51	30	2
52	30	2
53	30	2
54	30	2
55	20	3
56	10	6
57	19	3
58	19	3
59	47	1
60	20	3
61	20	3
62	8	8
63	30	2
64	8	8
66	60	1
92	20	3
93	14	4
134	24	3
135	20	3
152	10	6
153	10	6
172	10	6
173	10	6

Rutas	Intervalo (min)	Veh - hora
13	10	6
15	10	6
29	10	6
34	10	6
35	10	6
36	10	6
38	10	6
42	10	6
44	10	6
45	10	6
47	10	6
49	10	6
50	10	6
51	8	8
57	8	8
59	8	8
61	5	12
62	5	12
69	8	8
70	8	8
71	8	8
72	8	8
76	8	8
79	5	12
80	8	8
81	5	12
60av	8	8
60t	5	12
63c	10	6
64c	10	6
65c	8	8
68c	10	6
77c	10	6
78c	10	6

Fuente: Modelo de transporte

Con la reestructuración de rutas se optimizan los traslados en la ciudad:

- Los usuarios cuyo destino final no se encuentra en el corredor pueden utilizar una ruta más directa y se redistribuyen en el sistema.
- En el corredor UTF permanecen los usuarios que por su par O-D utilizarán el proyecto, es decir, estos usuarios son la demanda que permanece en el corredor.

4.3. Interacción de oferta y demanda

Puesto en operación el proyecto de acuerdo a la oferta y la demanda la velocidad promedio que se logrará alcanzar en horas pico se muestra en la Tabla 4-6.



Tabla 4-6. Velocidades en hora pico, con proyecto para el corredor UTF

Velocidades (km/hr)			
AM 2011	PM 2011	AM 2026	PM 2026
22.33	21.92	22.56	22.07

Fuente: Modelo de transporte

Considerando la flota vehicular del corredor, compuesta por 84 unidades, en la Tabla 4-7 se observan los pasajeros hora para los periodos pico y en la Tabla 4-8 se observan los vehículos kilómetro en el corredor UTF.

Tabla 4-7. Pasajeros-hora, periodo pico, corredor UTF

Pasajeros - hora		
Año	Periodo AM	Periodo PM
2011	5,445	6,055
2026	7,242	7,342

Fuente: Modelo de transporte

Tabla 4-8. Vehículos-kilómetro, periodo pico, corredor UTF

Vehículos - kilómetro		
Año	Periodo AM	Periodo PM
2011	2,080	2,100
2026	2,093	2,146

Fuente: Modelo de transporte

Se ha calculado para cada año del horizonte, las cantidades de pasajeros que abordan y bajan en cada estación a lo largo del corredor UTF para los periodo de modelación de hora pico, mismas que han sido expandidas para obtener los polígonos de carga y con ello, determinar los puntos de máximo volumen de pasajeros durante el día.

En la siguiente figura se muestran los polígonos de carga para el corredor UTF en dirección norte - sur y sur – norte para el año de 2011.

Figura 4-4. Carga por enlace en el corredor UTF, sentido norte – sur 2011

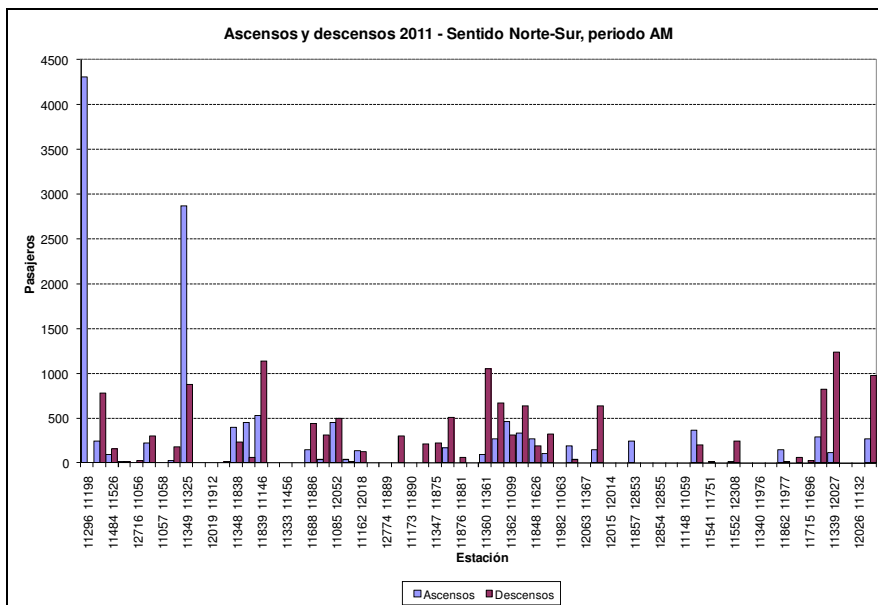


Figura 4-5. Carga por enlace en el corredor UTF, sentido sur – norte 2011

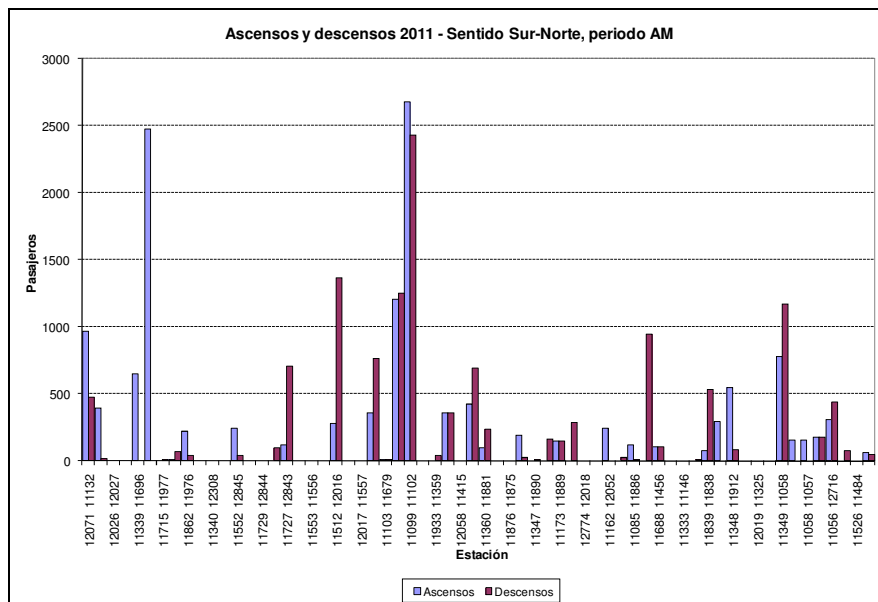
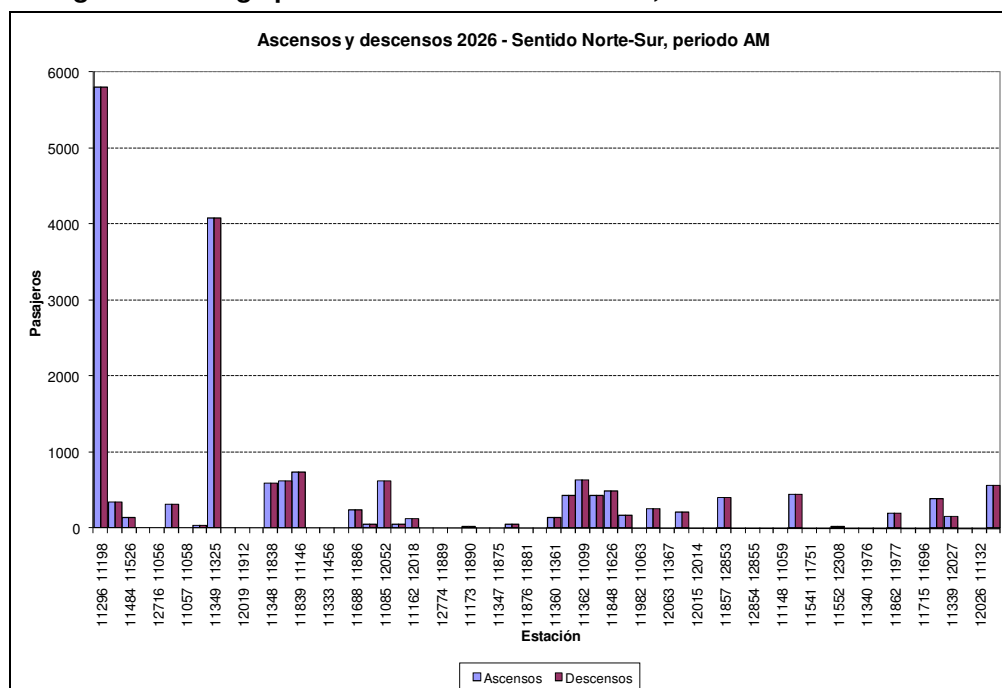
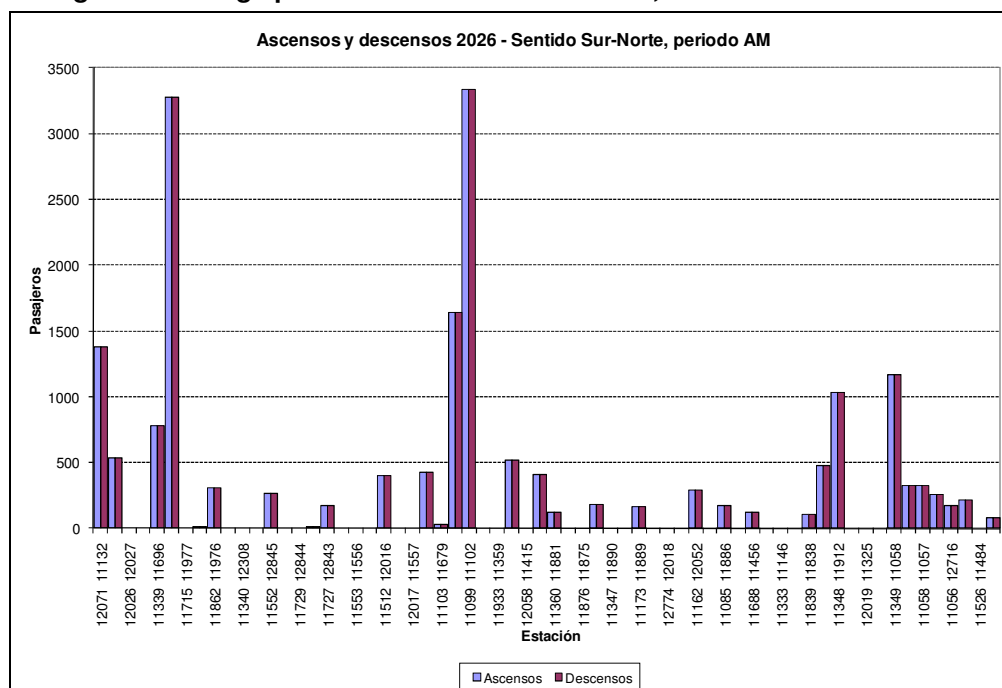


Figura 4-6. Carga por enlace en el corredor UTF, sentido norte – sur 2026



Fuente: elaborado por C&M

Figura 4-7. Carga por enlace en el corredor UTF, sentido sur – norte 2026



Fuente: elaborado por C&M



En la situación con proyecto habría una disminución en el costo de operación y ahorro en el tiempo que los usuarios destinan a viajar en el corredor UTF. (Ver Tabla 4-9 y Tabla 4-10)

Tabla 4-9. Ahorro en costo de operación de transporte público, corredor UTF

Costos de operación (\$/año)			
Año	Sin proyecto	Con proyecto	Beneficios
2011	95,649,568	71,579,378	24,070,190
2026	102,929,228	72,237,080	30,692,147

Fuente: elaborado por C&M

Tabla 4-10. Ahorro de tiempo de viaje en transporte público, corredor UTF

Tiempo de viaje (hr/año)			
Año	Sin proyecto	Con proyecto	Beneficio
2011	22,417,343	14,183,125	8,234,218
2026	25,721,163	17,737,202	7,983,962

Fuente: elaborado por C&M



5. Evaluación del proyecto

En este apartado se exponen las hipótesis de la evaluación económica del proyecto.

5.1. Marco de evaluación

El Análisis Beneficio – Costo (ABC), basado en la metodología avalada por instituciones como BANOBRAS, SEDESOL y la SHCP, compara costos y beneficios del proyecto para determinar la viabilidad de un proyecto o grupo de proyectos por su generación de riqueza positiva para la sociedad y por la determinación de un momento óptimo para la inversión.

Los beneficios que se derivan de la realización del proyecto fueron cuantificados y valorados sobre la base de las situaciones sin y con proyecto en un periodo de vida útil de 30 años. Se consideraron los siguientes conceptos de beneficio social:

- Ahorros en costos de operación vehicular.
- Ahorros en tiempos de viaje para usuarios de transporte público.

También se analizó el costo de operación y mantenimiento a lo largo del horizonte de evaluación y se cuantificó el costo correspondiente a renovación de flota vehicular que queda obsoleta durante la vida del proyecto.

La proyección de costos y beneficios se descuenta para traer los valores futuros a valor presente. Con estos insumos se calculan los diferentes indicadores de rentabilidad social que más adelante se detallan.

5.1.1. Valor Presente Neto Social (VPNS)

El Valor Presente Neto Social (VPNS) es el resultado de la suma de los flujos de un proyecto, convertidos éstos a valor presente mediante la tasa social de descuento. Para el caso del proyecto se ha utilizado una tasa del 12% anual en términos reales, de acuerdo con los lineamientos para el ABC emitidos por la UISHCP.

Criterio de decisión:

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

Si el $VPNS < 0$, el proyecto no se debe efectuar

Si el $VPNS = 0$, el proyecto es viable en primera instancia, pero la decisión se debe reforzar con otros indicadores.



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

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

5.1.2. Tasa Interna de Retorno Social (TIRS)

La tasa interna de retorno social (TIRS) es la tasa que iguala el VPNS de los flujos del proyecto con su inversión inicial. Es decir, la TIRS es aquella tasa de descuento que iguala el VPNS del proyecto a cero. Una TIRS mayor que la tasa de descuento del proyecto indica que éste ofrece una rentabilidad mayor que la mínima exigida por la sociedad a través de la tasa social de descuento seleccionada.

Criterio de decisión:

Si la TIRS $\geq$ Tasa social de descuento, el proyecto es viable y se recomienda efectuarlo

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

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

Donde:

VPNS = Valor presente 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



5.1.3. Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI)

La tasa de retorno inmediato (TRI) se utiliza fundamentalmente para determinar el momento óptimo para realizar la inversión. Esto es, a partir de qué año la TRI es mayor que la tasa social de descuento como factor de actualización de precios.

Criterio de decisión:

Si la TRI < Tasa social de descuento, el proyecto debe posponerse

Si la TRI >= Tasa social de descuento, el proyecto debe iniciarse

$$TRI = \frac{Flujo_{t+1}}{VF(I_t)}$$

Flujo_t: Beneficios menos costos del año t

VF(I_t): Valor futuro de la inversión en el año t

5.1.4. Relación Beneficio/Costo (B/C)

La razón beneficio – costo social (B/C) permite comparar la magnitud de los flujos positivos, generados por el proyecto, traídos a VPNS en relación con sus flujos negativos también estimados en VPNS.

Criterio de decisión, si el cociente B/C > = 1, el proyecto es viable, si B/C < 1, el proyecto no es viable.

$$B/C = \left| \frac{\sum_t Flujos\ positivos_t / (1+i)^t}{\sum_t Flujos\ negativos_t / (1+i)^t} \right| = \left| \frac{VPNS(Ingresos)}{VPNS(Egresos)} \right|$$

Con excepción del VPNS, los demás indicadores sirven como refuerzo para el análisis, de modo que si el VPNS indica no-viabilidad, el resto de los indicadores no tienen adecuada interpretación económica. Por el contrario, cuando los proyectos son rentables es más fácil interpretar la viabilidad del proyecto desde diferentes perspectivas y esa es la facilidad que brindan estos otros indicadores.



5.2. Evaluación socioeconómica del corredor UFT.

5.2.1. Identificación, cuantificación y valoración de los costos

- **Costos y plan de inversión**

La inversión estimada es la necesaria para dar inicio a la construcción de infraestructura y corresponde a 851.9 millones de pesos. Se incluye en el cálculo el valor de las troncales, paradas, terminales, patios, talleres, señalización, semaforización, terrenos, imagen urbana y adquisición de buses; también se han estimado los recursos necesarios para los sistemas de control y recaudo, la inversión se realizará en dos años (Ver Tabla 5-1).

Tabla 5-1. Costo de inversión para el corredor UTF (MDP al 2010 sin IVA)

Año	Inversión
2010	425.9
2011	425.9

Fuente: elaborado por C&M.

- **Costo de operación y mantenimiento**

Para el cálculo de este rubro se sigue el procedimiento recomendado por SEDESOL en su “Manual de Evaluación Socioeconómica” que recomienda establecer un porcentaje de la inversión inicial para mantenimiento anual, para esta evaluación se estableció el 1% de mantenimiento anual y un 1.5% cada 10 años para mantenimiento mayor.

En cuanto al sistema de control y recaudo, éste debe ser sustituido cada 10 años, mientras que los consumibles (tarjetas) deben reemplazarse cada 3 años.

Los costos de operación incluyen la renovación del equipo del centro de control y recaudo cada diez años y la renovación de la flota operativa del corredor troncal cada 10 años.

La Tabla 5-2 resume los costos totales de operación y mantenimiento para cada año del horizonte de evaluación



Tabla 5-2. Costos de operación y mantenimiento para el corredor UTF

Año	Mantenimiento menor	Mantenimiento Mayor	Reposición de consumibles	Equipo centro de control y recaudo	Flota vehicular de la troncal	Total
(Millones de pesos 2010 sin IVA)						
2010						
2011						
2012	7.3					7.3
2013	7.3					7.3
2014			10.5			10.5
2015	7.3					7.3
2016	7.3					7.3
2017			10.5			10.5
2018	7.3					7.3
2019	7.3					7.3
2020			10.5			10.5
2021		10.9		85.3	168	264.2
2022	7.3					7.3
2023			10.5			10.5
2024	7.3					7.3
2025	7.3					7.3
2026			10.5			10.5
2027	7.3					7.3
2028	7.3					7.3
2029			10.5			10.5
2030	7.3					7.3
2031		10.9		85.3	168	264.2
2032			10.5			10.5
2033	7.3					7.3
2034	7.3					7.3
2035			10.5			10.5
2036	7.3					7.3
2037	10.5					10.5
2038			10.5			10.5
2039	7.3					7.3
Total	127.1	21.8	94.4	170.6	336.0	749.9

Fuente: elaborado por C&M

- **Impactos por construcción**

Las molestias causadas son equivalentes al 15% de los tiempos de viaje en la situación sin proyecto durante su primer año de operación¹³, es decir, 140 millones de pesos de 2010, los cuales han sido prorrateados en los años 1 y 2 de construcción, como puede apreciarse en la Tabla 5-3.

¹³ Evaluación ExPost Sistema de Transporte Masivo de Bogotá, Fases I y II – Informe 4, preparado para Departamento Nacional de Planeación, Colombia por EMBARQ – Centro de Transporte del World Resources Institute, EEUU (Hidalgo, Noviembre 2009)



Tabla 5-3. Costos por molestias (cifras en millones)

Año	Pasajeros - hora/ año	Valor del tiempo de viaje	Costos por molestias/año
2010	22.4	\$ 466.73	\$ 70.01
2011	22.4	\$ 466.73	\$ 70.01

Fuente: elaborado por C&M

5.2.2. Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios

- Ahorro en tiempos de viaje**

Los tiempos utilizados para transporte público se obtuvieron de los resultados obtenidos de las asignaciones en el modelo para la demanda del corredor UTF. El cálculo considera las matrices de tiempos entre pares de zona, tasas de ocupación y matrices de demanda.

El ahorro en tiempo se obtiene cómo la diferencia de los tiempos totales en transporte público de la situación sin proyecto y situación con proyecto, este tiempo está dado en pasajeros horas.

Los pasajeros – horas miden el tiempo de recorrido de todos los pasajeros en un tramo, en este caso en los 20.4 km del corredor troncal. Este indicador se encuentra relacionado con la demanda estimada y por lo tanto con los beneficios obtenidos por el ahorro en tiempo de viaje.

Para cuantificar monetariamente los ahorros en tiempo de viaje se utiliza el valor económico del tiempo de los usuarios (Ver Tabla 5-4), cuyos valores se tomaron del Instituto Mexicano del Transporte (IMT)¹⁴. La metodología para su obtención está avalada por la SHCP.

Tabla 5-4. Configuración del valor del tiempo

Concepto	Valor (pesos por hora)
Valor del tiempo de viaje	20.82

Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

¹⁴ Publicado en el Boletín Notas 116, Artículo 2, Febrero de 2009, emitido por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT). http://imt.mx/Sitio/IMT/Boletines/fmResumenBoletin.aspx?IdArticulo=326&IdBoletin=116#_ftn1



De acuerdo con el IMT, el valor del tiempo de los pasajeros que viajan por motivo de trabajo es de \$25.15 y por motivo de placer de \$15.09 pesos por hora, actualizado 2009. Con base en información obtenida por la SCT en encuestas origen-destino, se considera que en promedio un 57% de los pasajeros viaja con motivo de trabajo y un 43% con motivo de placer, tanto para automóvil como para autobús.

Para obtener un valor del tiempo que considere el total de ahorros en tiempos de viaje, se ponderó el VOT para viajes por motivo de trabajo y el VOT para viajes por motivo de placer con el 57% y el 43% respectivamente, resultando un valor ponderado de 20.82 \$/hr.

Con base en estos insumos, los beneficios anuales por tiempo de viaje se estiman con la siguiente ecuación:

$$\text{Ahorro TV \$ /año} = [(TV \text{ SP año/horas} - TV \text{ CP año/horas}) * \text{Valor del tiempo}]$$

Donde:

- Ahorro TV \$/año = ahorro de tiempo de viaje al año
- TV SP año/horas = tiempo de viaje en la situación sin proyecto al año medido en horas
- TV CP año/horas = tiempo de viaje en la situación con proyecto al año medido en horas

En la Tabla 5-5 se observan los tiempos de viaje y el beneficio para el corredor UTF.



Tabla 5-5. Beneficios por ahorro en tiempos de viaje para el corredor UTF (sin IVA)

Año	Tiempo de viaje en transporte público Millones de pesos 2010		
	Sin proyecto	Con proyecto	Beneficios anuales
2012	471.02	299.72	171.30
2013	475.36	304.22	171.14
2014	479.73	308.78	170.95
2015	484.14	313.41	170.73
2016	488.60	318.11	170.48
2017	493.09	322.89	170.21
2018	497.63	327.73	169.90
2019	502.21	332.65	169.56
2020	506.83	337.63	169.19
2021	511.49	342.70	168.79
2022	516.20	347.84	168.36
2023	520.94	353.06	167.89
2024	525.74	358.35	167.38
2025	530.57	363.73	166.85
2026	535.51	369.29	166.23
2027	540.44	374.83	165.61
2028	545.41	380.45	164.96
2029	550.43	386.16	164.27
2030	555.50	391.95	163.55
2031	560.61	397.83	162.78
2032	565.76	403.80	161.97
2033	570.97	409.85	161.12
2034	576.22	416.00	160.22
2035	581.52	422.24	159.28
2036	586.87	428.57	158.30
2037	592.27	435.00	157.27
2038	597.72	441.53	156.19
2039	603.22	448.15	155.07

Fuente: elaborado por C&M



- **Ahorro en COV**

Para calcular el costo de operación (combustible, lubricantes, llantas, depreciación y mantenimiento de los vehículos), se empleó el modelo computacional HDM-VOC (Highway Desing and Standard Model Vehicle Operating Costs) versión 4.0 adaptada a México, y se actualizó el costo de los insumos utilizados por los vehículos, así como el precio de venta. Este último procedimiento se realizó aplicando como factor de actualización el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) del año 2010.

El HDM-VOC es un programa de cómputo desarrollado por el Banco Mundial el cual incluye modelos matemáticos que hacen posible encontrar el costo de operación vehicular bajo ciertas condiciones de la vía y el vehículo. Sí bien este programa está diseñado para proyectos interurbanos, se pueden ajustar los parámetros, considerando las condiciones locales de la ciudad, para utilizarse en proyectos urbanos.

A partir del uso del HDM-VOC, en donde se consideran las características técnicas de los precios de los autobuses, los consumibles y sus insumos, se conforman un conjunto de variables que permiten la estimación de costo de operación vehicular.

Los ahorros en costo de operación, resultan de la diferencia entre los COV de la situación sin proyecto y con proyecto, para cada año del horizonte de operación, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{Ahorros COV}_{s/veh} = \text{COV}_{s/veh} \text{ SP} - \text{COV}_{s/veh} \text{ CP}$$

Los beneficios anuales por este concepto se obtienen multiplicando los ahorros COV (pesos/vehículo) por los vehículos kilómetro y estos a su vez multiplicado por los factores de expansión para obtener los beneficios anuales.

Los vehículos kilómetro es la unidad de medida que representa el desplazamiento de un vehículo a un kilómetro¹⁵. Para este caso se determinó la cantidad de vehículos que pasan por cada tramo dentro de la red del sistema y a esto se le aplicó la longitud de dicho tramo. Este indicador es calculado a partir del modelo de transporte y es utilizado en el cálculo de los beneficios por ahorro en costos, a continuación se muestra la fórmula utilizada:

¹⁵ Eurostat, CEMT, la CEPE / ONU. 1997. Glosario de Estadísticas de Transporte. Documento preparado por el Grupo de Trabajo entre secretarías sobre estadísticas de transporte



$$\text{Beneficios COV}_{\$/veh} = \text{Ahorros COV}_{\$/veh} * \text{Vehículos-kilómetro}$$

$$\text{Beneficios COV}_{\$/veh} = \text{Ahorros COV}_{\$/veh} * \text{TPDA} * \text{Días de operación}$$

En la Tabla 5-6 se identifican las características correspondientes a la vía por la que transitan los vehículos de transporte público y a los vehículos que ofrecen el servicio de transporte.

Tabla 5-6. Características del corredor con y sin proyecto

Principales insumos del HDM - VOC		
Características de la Carretera		
		Sin proyecto
Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.0
Rugosidad promedio (IRI)	m/km	4.0
Gradiente medio positivo	%	3.0
Gradiente medio negativo	%	3.0
Proporción de viaje ascendente	%	50.0
Curvatura horizontal promedio	grados/km	300.0
Superelevación promedio (peralte)	fracción	0.0
Altitud del terreno	m	1,440.0
Velocidad		16.0

Fuente: elaborado por C&M

Con estos insumos se calcularon las funciones de HDM-VOC para los autobuses en ambas situaciones, específicamente para el corredor UTF. En dicho cálculo se manejan rangos de velocidades de acuerdo a las condiciones y tipo de pavimento y vehículo, en este caso se utilizó una velocidad de 16 km/hr sin proyecto y 22 km/hr con proyecto.

En la Tabla 5-7 se observan los COV por vehículo para la situación sin proyecto y con proyecto.

Tabla 5-7. Costo de operación para el corredor, con y sin proyecto

COV	Corredor	
	Sin proyecto	Con proyecto
	11.09	8.83

Fuente: elaborado por C&M



En la Tabla 5-8 se observan los beneficios por este ahorro.

Tabla 5-8. Beneficios por ahorro en costos de operación para el corredor UTF (sin IVA)

Año	Costos de operación del transporte público		
	Millones de pesos 2010		
	Sin proyecto	Con proyecto	Beneficios anuales
2012	108.16	71.62	36.53
2013	108.61	71.67	36.94
2014	109.07	71.71	37.36
2015	109.52	71.75	37.77
2016	109.98	71.79	38.19
2017	110.45	71.84	38.61
2018	110.91	71.88	39.03
2019	111.38	71.92	39.45
2020	111.84	71.97	39.88
2021	112.31	72.01	40.30
2022	112.78	72.05	40.73
2023	113.26	72.10	41.16
2024	113.73	72.14	41.59
2025	114.21	72.18	42.03
2026	114.63	72.24	42.40
2027	115.11	72.28	42.83
2028	115.60	72.32	43.27
2029	116.08	72.37	43.72
2030	116.57	72.41	44.16
2031	117.06	72.45	44.61
2032	117.55	72.50	45.06
2033	118.05	72.54	45.51
2034	118.54	72.58	45.96
2035	119.04	72.63	46.41
2036	119.54	72.67	46.87
2037	120.04	72.72	47.33
2038	120.55	72.76	47.79
2039	121.05	72.80	48.25

Fuente: elaborado por C&M



5.2.3. Flujos de efectivo

- **Flujos de efectivo social**

Establecidos los costos sociales de la inversión, los gastos de operación y mantenimiento, los costos por molestias y la valoración monetaria de los ahorros en costo de operación y tiempo de viaje, se determina el flujo nominal para cada año contemplado dentro del horizonte de evaluación. Estos flujos expresan el resultado de restar anualmente los costos a los beneficios esperados sin considerar para su cálculo ningún factor de descuento o actualización (Ver Tabla 5-9).

Tabla 5-9. Flujos de efectivo social para el corredor UTF (millones de pesos sin IVA)

Año	Costos (Millones de pesos)			Beneficios (Millones de pesos)		
	Inversión	Operación y mantenimiento	Costos por molestias	COV	Tiempo de Viaje	Beneficios totales
2010	425.9		70.0			
2011	425.9		70.0			
2012		7.3		36.5	171.3	207.8
2013		7.3		36.9	171.1	208.1
2014		10.5		37.4	170.9	208.3
2015		7.3		37.8	170.7	208.5
2016		7.3		38.2	170.5	208.7
2017		10.5		38.6	170.2	208.8
2018		7.3		39.0	169.9	208.9
2019		7.3		39.5	169.6	209.0
2020		10.5		39.9	169.2	209.1
2021		264.2		40.3	168.8	209.1
2022		7.3		40.7	168.4	209.1
2023		10.5		41.2	167.9	209.0
2024		7.3		41.6	167.4	209.0
2025		7.3		42.0	166.8	208.9
2026		10.5		42.4	166.2	208.6
2027		7.3		42.8	165.6	208.4
2028		7.3		43.3	165.0	208.2
2029		10.5		43.7	164.3	208.0
2030		7.3		44.2	163.5	207.7
2031		264.2		44.6	162.8	207.4
2032		10.5		45.1	162.0	207.0
2033		7.3		45.5	161.1	206.6
2034		7.3		46.0	160.2	206.2
2035		10.5		46.4	159.3	205.7
2036		7.3		46.9	158.3	205.2
2037		10.5		47.3	157.3	204.6
2038		10.5		47.8	156.2	204.0
2039		7.3		48.3	155.1	203.3

Fuente: elaborado por C&M



- **Flujos descontados**

Para obtener flujos descontados anuales es necesario emplear un factor de descuento para traer estos valores a valor presente (Ver Tabla 5-10). En este caso se utilizó una tasa social de descuento del 12% anual real, en los términos en que la definen los “Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión”¹⁶.

¹⁶ Diario Oficial de la Federación. 18 de marzo de 2008.



Tabla 5-10. Flujos descontados para el corredor UTF

AÑO	Costos (Millones de pesos)			Beneficios (Millones de pesos)		VPN (Millones de pesos)
	Inversión	Operación y mantenimiento	Costos por molestias	COV	Tiempo de Viaje	
0	-425.9		-70.0			-495.9
1	-380.3		-62.5			-442.8
2	0.0	-5.8	0.0	29.1	136.6	159.9
3	0.0	-5.2	0.0	26.3	121.8	142.9
4	0.0	-6.7	0.0	23.7	108.6	125.7
5	0.0	-4.1	0.0	21.4	96.9	114.2
6	0.0	-3.7	0.0	19.3	86.4	102.0
7	0.0	-4.7	0.0	17.5	77.0	89.7
8	0.0	-2.9	0.0	15.8	68.6	81.4
9	0.0	-2.6	0.0	14.2	61.1	72.7
10	0.0	-3.4	0.0	12.8	54.5	63.9
11	0.0	-76.0	0.0	11.6	48.5	-15.9
12	0.0	-1.9	0.0	10.5	43.2	51.8
13	0.0	-2.4	0.0	9.4	38.5	45.5
14	0.0	-1.5	0.0	8.5	34.3	41.3
15	0.0	-1.3	0.0	7.7	30.5	36.8
16	0.0	-1.7	0.0	6.9	27.1	32.3
17	0.0	-1.1	0.0	6.2	24.1	29.3
18	0.0	-0.9	0.0	5.6	21.5	26.1
19	0.0	-1.2	0.0	5.1	19.1	22.9
20	0.0	-0.8	0.0	4.6	17.0	20.8
21	0.0	-24.5	0.0	4.1	15.1	-5.3
22	0.0	-0.9	0.0	3.7	13.4	16.2
23	0.0	-0.5	0.0	3.4	11.9	14.7
24	0.0	-0.5	0.0	3.0	10.6	13.1
25	0.0	-0.6	0.0	2.7	9.4	11.5
26	0.0	-0.4	0.0	2.5	8.3	10.4
27	0.0	-0.5	0.0	2.2	7.4	9.1
28	0.0	-0.4	0.0	2.0	6.5	8.1
29	0.0	-0.3	0.0	1.8	5.8	7.3
Total	-806.2	-156.5	-132.5	281.8	1,203.4	390.0

Fuente: elaborado por C&M

- Indicadores de rentabilidad social**

Los resultados de la evaluación confirman su viabilidad desde el punto de vista socioeconómico realizando su cálculo con los parámetros avalados por la UI-SHCP se observan en la Tabla 5-11.



Tabla 5-11. Indicadores de rentabilidad social para el corredor UTF

Indicadores de Rentabilidad	
VPN (millones de \$)	390.0
TIR	17.4%
Razón B/C	1.36
TRI	19.1%

Valores Presentes	
Millones de pesos 2010 sin IVA	
Inversión	806.2
Operación y mantenimiento	156.5
Costos por molestias	132.5
<i>Total Costos</i>	<i>1,095.2</i>
Ahorros COV	282
Ahorros en tiempo de viaje	1,203.4
<i>Total Beneficios</i>	<i>1,485.2</i>

Fuente: elaborado por C&M



6. Análisis de sensibilidad y riesgos

El análisis de sensibilidad permite valorar el riesgo ante modificaciones en los distintos componentes de costos y beneficios, y consecuentemente, de la necesidad de confianza frente al desarrollo del proyecto en condiciones socialmente deseables. Como se aprecia a continuación, se trabajó con una variabilidad del 40% por exceso y por defecto en los componentes de: inversión, mantenimiento, ahorros en costos de operación vehicular, ahorros en tiempos de viaje y demanda.

En el caso del monto de inversión, es posible observar que si este llegara a incrementarse hasta en un 40%, los indicadores dejarían de ser rentables.

Tabla 6-1. Análisis de sensibilidad respecto al monto de inversión

Componente	Factor de sensibilidad	VPN (Millones de pesos)	B/C	TIR	TRI
Inversión	1.4	67.5	1.05	12.7%	13.6%
	1.3	148.1	1.11	13.7%	14.7%
	1.2	228.8	1.18	14.7%	15.9%
	1.1	309.4	1.26	16.0%	17.3%
	1.0	390.0	1.36	17.4%	19.1%
	0.9	470.6	1.46	19.0%	21.2%
	0.8	551.2	1.59	20.9%	23.8%
	0.7	631.9	1.74	23.3%	27.2%
	0.6	712.5	1.92	26.2%	31.8%

Fuente: elaborado por C&M

En el caso del monto de mantenimiento, es posible observar que si este llegara a incrementarse hasta en un 40%, los indicadores de rentabilidad resultan favorables, obteniéndose una TIR de 16.6%.



Tabla 6-2. Análisis de sensibilidad respecto al monto de mantenimiento y operación

Componente	Factor de sensibilidad	VPN (Millones de pesos)	B/C	TIR	TRI
Mantenimiento	1.4	327.4	1.28	16.6%	18.8%
	1.3	343.1	1.30	16.8%	18.9%
	1.2	358.7	1.32	17.0%	18.9%
	1.1	374.4	1.34	17.2%	19.0%
	1.0	390.0	1.36	17.4%	19.1%
	0.9	405.6	1.38	17.5%	19.1%
	0.8	421.3	1.40	17.7%	19.2%
	0.7	436.9	1.42	17.9%	19.3%
	0.6	452.6	1.44	18.1%	19.4%

Fuente: elaborado por C&M

En el caso de los ahorros en costos de operación vehicular, es posible observar que si estos llegaran a disminuir hasta en un 40%, los indicadores de rentabilidad resultan favorables, obteniéndose una TIR de 15.9%.

Tabla 6-3. Análisis de sensibilidad para beneficios por costos de operación

Componente	Factor de sensibilidad	VPN (Millones de pesos)	B/C	TIR	TRI
Ahorros COV	1.4	502.7	1.46	18.8%	20.5%
	1.3	474.5	1.43	18.4%	20.1%
	1.2	446.4	1.41	18.1%	19.8%
	1.1	418.2	1.38	17.7%	19.4%
	1.0	390.0	1.36	17.4%	19.1%
	0.9	361.8	1.33	17.0%	18.7%
	0.8	333.6	1.30	16.6%	18.4%
	0.7	305.5	1.28	16.3%	18.0%
	0.6	277.3	1.25	15.9%	17.7%

Fuente: elaborado por C&M.

En el caso de los ahorros en tiempos de viaje, es posible observar que si estos llegaran a disminuir en un 40%, los indicadores de rentabilidad ya no resultan favorables, obteniéndose una TIR de 10.6% y un VPN de -91.4 millones de pesos.



Tabla 6-4. Análisis de sensibilidad para los beneficios por tiempo de viaje

Componente	Factor de sensibilidad	VPN (Millones de pesos)	B/C	TIR	TRI
Ahorros en tiempo	1.4	871.4	1.80	23.4%	25.6%
	1.3	751.0	1.69	21.9%	24.0%
	1.2	630.7	1.58	20.4%	22.3%
	1.1	510.3	1.47	18.9%	20.7%
	1.0	390.0	1.36	17.4%	19.1%
	0.9	269.7	1.25	15.8%	17.4%
	0.8	149.3	1.14	14.1%	15.8%
	0.7	29.0	1.03	12.4%	14.2%
	0.6	-91.4	0.92	10.6%	12.6%

Fuente: elaborado por C&M

En el caso de la demanda, es posible observar que si esta llegara a disminuir en un 30%, los indicadores de rentabilidad ya no resultan favorables, obteniéndose una TIR de 11.2% y un VPN de -55.6 millones de pesos.

Tabla 6-5. Análisis de sensibilidad para la demanda estimada

Componente	Factor de sensibilidad	VPN (Millones de pesos)	B/C	TIR	TRI
Demanda	1.4	984.1	1.90	24.7%	27.0%
	1.3	835.6	1.76	22.9%	25.0%
	1.2	687.0	1.63	21.1%	23.0%
	1.1	538.5	1.49	19.3%	21.1%
	1.0	390.0	1.36	17.4%	19.1%
	0.9	241.5	1.22	15.4%	17.1%
	0.8	93.0	1.08	13.3%	15.1%
	0.7	-55.6	0.95	11.2%	13.1%
	0.6	-204.1	0.81	8.9%	11.2%

Fuente: elaborado por C&M



7. Conclusiones y recomendaciones

El corredor UTF constituye el eje fundamental de transformación del sistema de transporte público de la ciudad de Chihuahua. Sin este no sería posible lograr el objetivo establecido en la descripción del proyecto, al incentivar el uso de transporte público y mejorar la forma y calidad de este servicio. Esta transformación también requiere de un cambio en materia de política pública coherente en temas como costos del estacionamiento en vía y fuera de vía, control riguroso al estacionamiento indiscriminado, aplicación efectiva de los planes de desarrollo urbano en materia de cambios de uso de suelo y de densidades.

La tasa de crecimiento en la proyección de la demanda sobre el corredor es conservadora, está asociada a la demanda que asigna el modelo de acuerdo a la tendencia de las tasas de crecimiento históricas de variables socioeconómicas, siendo la más importante la población.

El proyecto busca apoyar el Plan de Desarrollo Urbano, el cual plantea la consolidación de los Subcentros urbanos existentes:

- Subcentro Norte, cerca de la terminal norte: donde se ubican parques industriales, el antiguo campus de la UACH, la Deportiva, así como el ITCH y la antigua estación de trenes,
- Subcentro Sur, donde se construirá la terminal sur: concentra equipamiento como el estadio de béisbol, la central de autobuses, y la salida al aeropuerto y
- Subcentro Poniente, en la salida a ciudad Cuauhtémoc, donde se esta conformando otro corredor urbano de servicios y centros comerciales.

El corredor troncal favorecerá la consolidación de zonas comerciales, la localización de nuevas industrias y, en general, puede servir como eje articulador de un proceso de densificación urbana que incida sobre la tendencia actual y promueva movilidad urbana sustentable, que permita un traslado más eficiente de las personas, al dar preferencia al transporte público y a la movilidad no motorizada.

Como resultado de la evaluación socioeconómica, se obtuvieron indicadores de rentabilidad favorables: una Tasa Interna de Retorno de 14.78%, un valor presente neto de 216.9 millones de pesos y una razón Beneficio/Costo de 1,18; la tasa de retorno inmediato TRI, es de 16.4%, por lo que se recomienda iniciar su construcción.

Del análisis de sensibilidad se concluye que el proyecto del corredor UTF dejaría de ser rentable socialmente, si la inversión se incrementara en 30% o más, si los ahorros en tiempos de viaje disminuyeran 20% o más, al igual que la demanda.



De los resultados obtenidos, se concluye que el proyecto del corredor troncal de transporte público Universidad-Tecnológico-Fuentes Mares de la ciudad de Chihuahua, es socialmente rentable y se recomienda su ejecución.



ANEXO 1 ANÁLISIS DE OFERTA Y DEMANDA. DESCRIPCIÓN Y METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS DE CAMPO.

- Inventario de derroteros:

A partir de la información suministrada por el Dirección de Transporte de Chihuahua, se realizaron recorridos a bordo en 65 rutas urbanas, 3 interurbanas y 1 ruta que sirve personas de capacidades diferentes sumando en el total 69 rutas.

La metodología del estudio se dividió en dos fases: durante la primera fase se realizaron recorridos a bordo en cada una de las rutas, con ayuda de un GPS (Global Positioning System) se marcaron puntos a lo largo de cada ruta, de esta manera es posible registrar su recorrido. En la segunda fase la información capturada con los GPS se traslado a un Sistema de Información Geográfica (SIG).

La información recabada permitió definir el sistema de rutas de transporte público de la ciudad.

- **Estudio de frecuencia de paso y ocupación visual:**

Se realiza una vez que se tienen definidos los recorridos de cada una de las rutas. Este estudio proporciona información sobre la variación horaria tanto de la oferta como de la demanda, en un punto específico, a lo largo del período en que se realice dicho estudio. Debido a que se toman lecturas de las rutas, placas, hora de paso y ocupación de las unidades, es posible calcular el número de pasajeros por periodos específicos de tiempo, con lo cual se construyen los gráficos de variación horaria de la demanda (número de pasajeros) y también de la oferta (número de unidades).

La metodología consistió en la selección de tramos específicos para levantar observaciones, escogiendo las vialidades donde se identificó mayor concentración de rutas de transporte público. En total se seleccionaron 20 sitios formando un cinturón en el centro de la ciudad. El horario de recopilación de información fue de las 6:00 a las 22:00 hrs, para un día típico de entre semana (de martes a jueves) y un día en fin de semana.

Estudio ascenso/descenso en las rutas de transporte público



Este estudio cuantifica los pasajeros que usan el servicio a lo largo de la ruta (demanda longitudinal), es decir, los pasajeros que abordan o bajan de una unidad de transporte a lo largo de su recorrido. El estudio proporciona también información sobre: el número promedio de pasajeros por unidad y hacer una estimación del volumen total de pasajeros en la ruta en el día; clasificar a los usuarios por tipo de pasajero: pasajero común, estudiantes, ancianos/discapacitados y niños, e identificar cuantos usuarios tienen tarifa preferencial; y también evaluar la calidad del servicio según la ocupación de la unidad.

La metodología consistió en: identificar los recorridos, paradas y puntos de referencia en los que se pueden subir o bajar pasajeros. El conteo a bordo fue realizado por una persona que registraba ascensos y otra persona que registraba bajadas, y se establecieron puntos de supervisión.

Este estudio se realizó en horarios de 6:00 a las 22:00 horas para un día típico entre semana (de martes a jueves): Sin embargo, en algunos puntos fue necesario cerrar antes porque las unidades cortaban el recorrido antes de llegar a las colonias o porque el recorrido era demasiado largo y no permitía la conclusión de las observaciones. Para 20 rutas se hicieron encuesta durante el periodo de máxima demanda: de 7:00 a 11:00 y de 15:00 a 19:00 hrs para el periodo entre semana y fin de semana. Para los días en fin de semana se encuestaron siete rutas en el sábado y cinco rutas en el domingo.

- **Encuesta de opinión a usuarios**

Esta encuesta fue aplicada a los usuarios en diferentes partes de la ciudad y en especial en las principales paradas en el centro. La encuesta consistió en una entrevista directa y personal, en las cuales se les cuestionaron los aspectos diversos sobre el servicio como: trasbordos, tiempo de espera, frecuencia del viaje, opinión sobre la tarifa, calidad del servicio, entre otras. En total se aplicaron 1,007 encuestas distribuidas a lo largo del día buscando realizarlas desde las 10:00 hasta las 22:00 hrs.

Adicionalmente se aplicaron 220 encuestas en 3 maquiladoras de la ciudad localizadas en los siguientes sitios: (i) Nueva España con calle 22ª (ii) Calle Pino con Av. Industrias y (iii) Parque Industrial Américas.

- **Encuesta de opinión a los conductores**

La encuestase realizo para conocer la visión que tienen del sistema quienes trabajan en él, su forma de trabajo y sus propuestas sobre posibles mejoras.



- **Encuesta Origen – Destino a hogares de Chihuahua (EODHCH)**

La encuesta fue realizada por C&M entre 2005 y 2006.

Metodología: El trabajo para esta encuesta comenzó con la etapa de diseño en noviembre del 2005. El estudio en si se llevó a cabo entre enero y abril del 2006. En total, 4,332 domicilios participaron en la encuesta, obteniéndose información de viajes proveniente de 13,146 personas que llevaron a cabo 34,036 viajes. Las etapas de desarrollo fueron:

Definición del tamaño muestral: Para caracterizar la movilidad de todos los residentes de la ciudad, se definió a los hogares como la unidad muestral base. La muestra del conjunto de viviendas dentro de la zona de Chihuahua fue seleccionada utilizando un diseño de encuesta de tipo estratificado por etapas teniendo en cuenta las características heterogéneas de la población de la ciudad.

La información sobre el número de hogares se obtuvo de Catastro de Chihuahua. El método de estratificación involucró el uso de una variable de clase socioeconómica por tipo de vivienda: 1. Popular; 2. Interés social; 3 Medio; 4. Residencial.

La selección de lotes habitacionales se llevo a cabo a través de un proceso de dos etapas. La primera etapa consistió en la elección de 125 cuadras por estrato (nivel socioeconómico), que contaran con al menos 40 lotes residenciales. La segunda etapa consistió en seleccionar lotes habitacionales pertenecientes a las cuadras o grupos de cuadras seleccionadas en la primera etapa.

El número de cuadras seleccionadas fue de 500, con aproximadamente 10,000 lotes habitacionales. El número de lotes habitacionales fue equitativamente distribuido entre los 4 niveles socioeconómicos identificados. El tamaño de muestra seleccionado finalmente fue de 4,500 predios uniformemente distribuidos para cada uno de los 4 niveles socioeconómicos identificados.

Se trabajó con base en una división geográfica referida a 83 zonas de movilidad en el área urbana de Chihuahua.

Diseño de formularios y material de apoyo: Teniendo en cuenta los objetivos del estudio, se diseñó un formulario para recolectar la información en forma muy desagregada. De manera general el cuestionario fue estructurado siguiendo las siguientes condiciones

- Ser fácilmente contestable.
- Ser fluido, encadenando las preguntas en una secuencia lógica, partiendo de lo más general hasta llegar a lo más específico.



- Evitar el rechazo o el desinterés del entrevistado por largo, tedioso o indiscreto.

El cuestionario se desarrolló en colaboración con el equipo consultor y el personal de IMPLAN en una serie de etapas. Inicialmente, se preparó una lista de elementos o variables generalmente necesarios para una encuesta domiciliaria de movilidad. Esta lista fue editada (agregando y eliminando elementos) y luego utilizada para desarrollar el primer borrador del cuestionario. Este borrador fue revisado por el equipo consultor y el personal de IMPLAN, además de varios colaboradores en otras agencias.

Trabajo en campo: Las etapas del trabajo de campo consistieron en: el reclutamiento, selección y capacitación del personal, administración y supervisión de asignaciones diarias, revisión de calidad y revisión de productividad.

El horario de toma de encuesta fue de las 7:00 a las 20:00 horas. La definición del particular del horario en cada sector tuvo a su vez variaciones, persiguiendo lograr que los encuestadores entrevistaran a todos los integrantes del hogar en una sola visita.

Se obtuvo información sobre los viajes realizados un día hábil antes de la entrevista: orígenes y destinos, motivos de viaje, horas de llegada y salida y modo de transporte utilizado; así como: paradas intermedias durante un viaje, viajes cortos que pudieran ser omitidos, etc. La encuesta se realizó en 4,332 hogares, donde habitaban 13,146 personas.

Procesamiento de la información: El procesamiento de la información recolectada contempló siete fases destacadas:

- Auto-revisión y entrega.
- Revisión del supervisor.
- Verificación de cumplimiento de trabajo.
- Procesamiento y codificación antes de captura.
- Geocodificación de orígenes y destinos.
- Captura de datos.
- Preparación final.

Todos los orígenes y destinos con direcciones o identificación de lugares fueron codificados, siendo esta actividad la que consumió la mayor cantidad de tiempo dentro del procesamiento de la información. Se adoptó una política consistente en geocodificar toda la información de orígenes y destinos a nivel de AGEBs, a fin de permitir el uso futuro de la información con casi cualquier zonificación posible. Así se



generaron bases de datos de hogares, de personas, de vehículos, y de desplazamientos.

Corrección, ponderación y expansión: Se identificaron y corrigieron posibles errores las bases de datos, como la no respuesta, errores en la captura, etc. La ponderación se llevo a cabo por estrato socioeconómico y por tamaño de hogar. Con la base incluyendo una muestra corregida para la totalidad de la ciudad y la ponderación por no respuesta, se procedió finalmente a efectuar la expansión por datos de población.

Para cada una de las zonas se categorizó la información de la muestra y de la población total de 2006, de acuerdo con rangos de edad y sexo del entrevistado, generando matrices de viaje. Se calcularon factores de corrección, por filas y columnas, que se aplicaran en forma secuencial a la muestra hasta lograr su convergencia.

Con base en esta encuesta se estima la cantidad de 1,991,266 viajes por día por día en la ciudad, el cual se aproxima a los 2 millones de viajes, se determina de la siguiente manera:

De la encuesta se obtuvo un factor de viajes por persona igual 2.6243; este factor se multiplica por el último dato de población de Chihuahua de 758,791 habitantes.



ANEXO 2 MODELACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

En este capítulo se explica de forma general la metodología y procedimientos empleados en la modelación del sistema de transporte del estudio del PSMUS realizado en 2006 – 2007, el cual se ha tomado como base para actualizar la Evaluación Socioeconómica del Corredor Troncal norte – sur.

- **Información base y generación de datos**

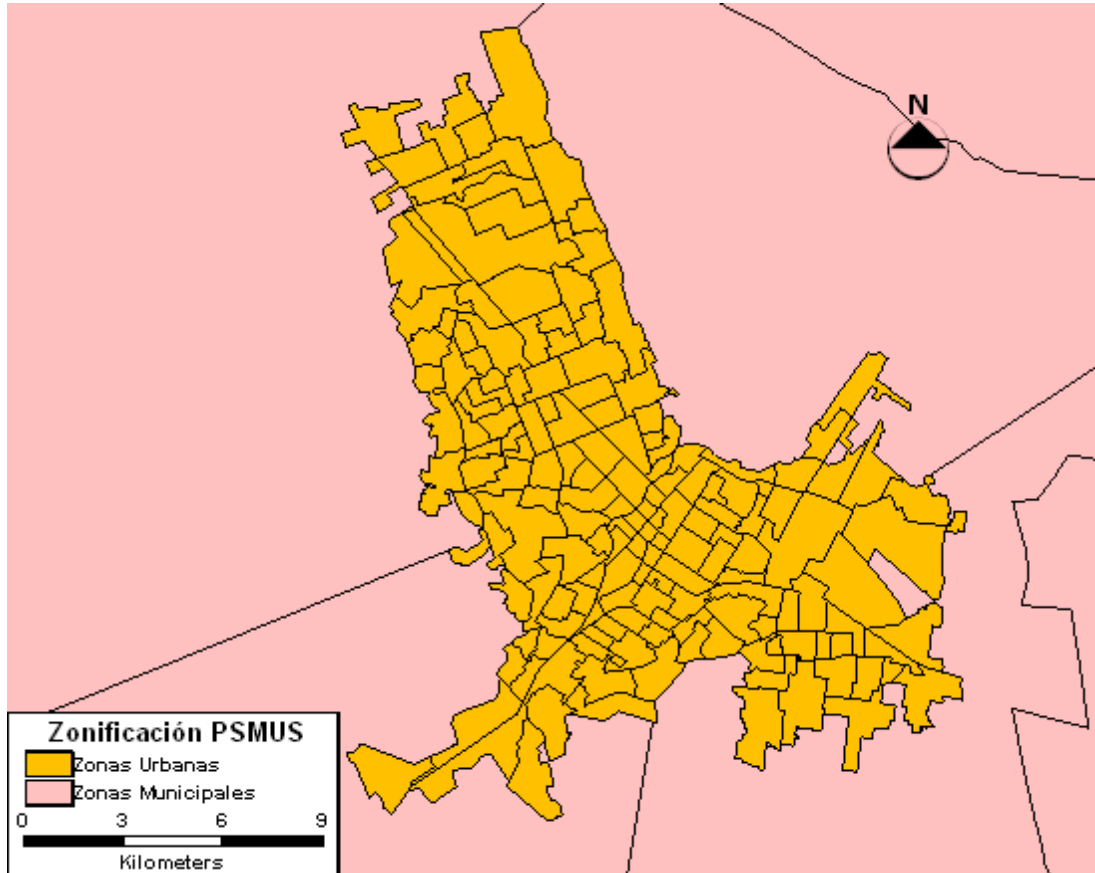
Las bases de datos fueron conformadas a partir de información de campo e información documental. La información de campo se centró básicamente en determinar condiciones operativas del transporte público, tales como velocidades, frecuencias de paso, niveles de ocupación y ascensos y descensos en las paradas.

Se obtuvo el archivo geográfico de Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEBS), el cual fue cargado con información socioeconómica del año 2000 proveniente del INEGI y consolidado en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

- **Zonas de tránsito**

La ciudad cubre un área de cerca de 20,000 hectáreas, con baja densidad poblacional (39 habitantes por hectárea), poco espacio público (4.0 m² por habitante). La zona central concentra comercio y servicios, mientras que las zonas periféricas concentran zonas industriales, así como vivienda (Ver Figura 7-1).

Figura 7-1. Zonas de tránsito



Fuente: elaborado por C&M

La base para predecir la demanda depende de la información por área geográfica, por esta razón se subdivide el área de estudio en zonas geográficas donde sea posible mantener información a diferentes niveles de agrupación.

Cada zona de tránsito produce y atrae viajes que se realizan a través de la infraestructura de oferta de transporte. La conformación de cada zona de tránsito definida se realizó agregando AGEBS homogéneas por nivel de ingreso y población residente. Otro criterio que se tomó para zonificar, fue tener agrupaciones de AGEBS consistentes en su ubicación geográfica con respecto a la red vial y de rutas de transporte público, con el fin de representar los movimientos de ingreso y salida de los usuarios del transporte. De esta manera, se definieron 213 zonas de tránsito, en la



Figura 2-19 se observa la zonificación de la ciudad (Ver Tabla 7-1).

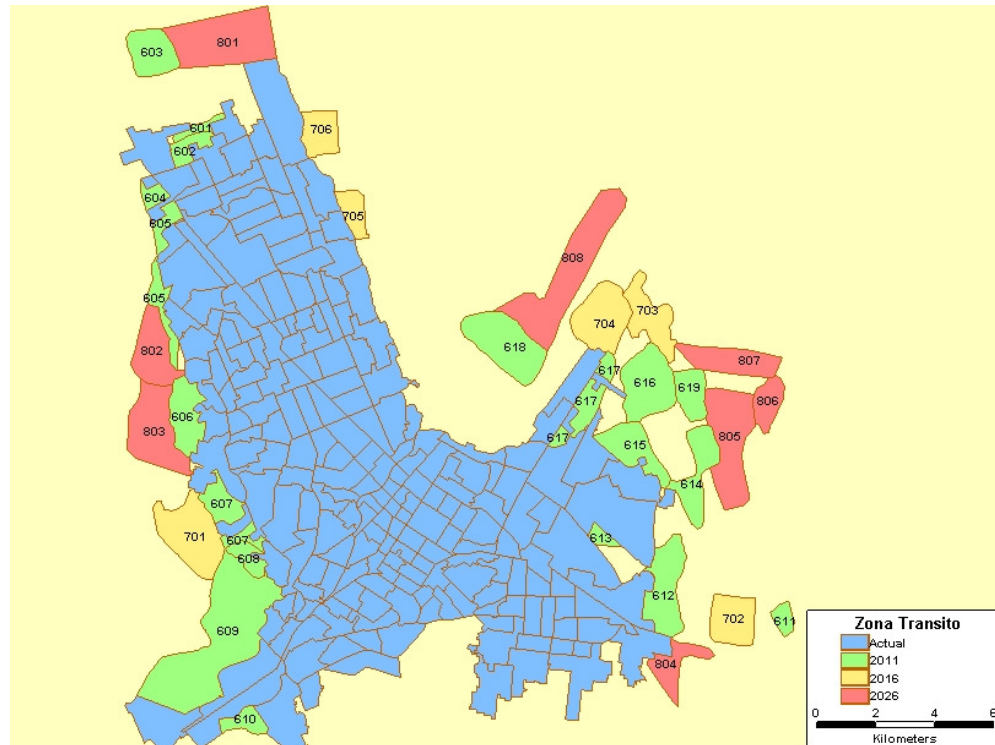
Tabla 7-1. Códigos de zonas incorporadas

Zonas de Expansión			
2011		2016	2026
601	611	701	801
602	612	702	802
603	613	703	803
604	614	704	804
605	615	705	805
606	616	706	806
607	617		807
608	618		808
609	619		
610			

Fuente: elaborado por C&M

En el año 2011 conforme a la expansión urbana se incorporaran 19 zonas y para 2026 se adicionarán 8 zonas más quedando un total de 273 zonas de tránsito.

Figura 7-2. Nuevas zonas en la periferia de la ciudad



Fuente: elaborado por C&M

En la Figura 7-2 se aprecia las zonas de tránsito que se incorporaron en cada uno de los horizontes proyectados y responden al crecimiento previsto para la ciudad.

- **Red vial de transporte**

La red vial representa la infraestructura definida por los principales atributos físicos y operativos (número de carriles, volúmenes vehiculares, capacidades, funciones de volumen/demora, tiempos de recorrido), que representan la malla de la ciudad y los accesos/salidas hacia los municipios vecinos.

La red para modelación consta de 640 km, de los cuales 243 km corresponden a red primaria (66 km de vías rápidas, 87 km de ejes viales y 90 km de vías principales), 65 km de vías secundarias, 219 km de vías locales y 113 km de carreteras. Esta red toma referencia el plano digital proporcionado por la subdivisión de catastro municipal con la actualización de la ciudad al año 2005.



En primer lugar se simplificó la red con el fin de incluir en el modelo las vías principales y secundarias y las vías locales sobre las cuales circula transporte público. Mediante la funcionalidad de las vías y sus características físicas obtenidas en campo, se clasificó la red como se observa en la Tabla 7-2.

Tabla 7-2. Clasificación vial

Código	Tipo de vía
1	Conector de centroide
2	Vías de acceso controlado
3	Ejes viales
4	Vías primarias de un sentido de circulación
5	Vías primarias de dos sentidos de circulación
6	Vías secundarias de un sentido de circulación
7	Vías secundarias de dos sentidos de circulación
8	Vías locales de un sentido de circulación
9	Vías locales de dos sentidos de circulación
10	Carreteras federales libres
11	Conector de centroide zona suburbana, zona de expansión y zona externa

Fuente: elaborado por C&M

Realizado este proceso, se digitalizaron los arcos seleccionados y se determinaron en función de información existente las características básicas asociadas a esta red, específicamente los sentidos de circulación, número de carriles y su capacidad.

Para estimar la capacidad de los enlaces de la red de modelación, se partió de una capacidad ideal de 1,500 veh/hora/carril. Para encontrar un factor de equivalencia de esta capacidad ideal con respecto a los tres diferentes tipos de vías que se consideraron en el proyecto (principal, secundaria y local), se utilizaron datos¹⁷ soportados en mediciones realizadas por tipo, ubicación y número de carriles en vías americanas. En la Tabla 7-3 e muestran las capacidades por hora obtenidas.

¹⁷ Mobile Source Emissions Inventory Protocol PM10 SIP Development.



Tabla 7-3. Capacidades por tipo de vía PSMUS

Carreteras federales libres	Capacidad (Veh por carril por hora)		
	Límite urbano	Suburbano	Urbano
Vías de acceso controlado	1,500	1,500	1,500
Ejes viales	1,500	1,500	1,500
Vías primarias de un sentido de circulación	778	722	663
Vías primarias de dos sentidos de circulación	692	635	577
Vías secundarias de un sentido de circulación	722	663	606
Vías secundarias de dos sentidos de circulación	635	577	519
Vías locales de un sentido de circulación	663	606	606
Vías locales de dos sentidos de circulación	577	519	519
Carreteras federales libres	778	778	778

Fuente: elaborado por C&M

Establecida la capacidad de los enlaces, se estimó la reducción en la capacidad por efecto del transporte público y de camiones. Para el primer tipo de congestión se estimó el número de unidades de transporte público equivalentes que circulan por la red vial en el periodo de simulación. Lo anterior se hizo con base en la información de frecuencias de las rutas que operan en el área. El cálculo de vehículos equivalentes toma 2.50 como factor de equivalencia para autobuses y para camiones.

Con los volúmenes de vehículos de transporte de carga obtenidos para cada periodo a partir de los resultados de campo, fueron estimadas precargas continuas de estos vehículos sobre los principales corredores de la red vial.

Para complementar la caracterización de la red vial, se asociaron a la base los siguientes campos de información:

- Número de carriles
- Separador central
- Sentido de circulación
- Tipo de pavimento
- Estado del pavimento

En cuanto a la información de volúmenes vehiculares, se cargaron por sentido de circulación para cada periodo de modelación. De manera similar, a partir de los resultados de los estudios de frecuencia y ocupación visual, se obtuvieron aforos de pasajeros en transporte público.

Los tiempos de recorrido, que determinan las velocidades medias de recorrido de los automóviles, fueron alimentados a la base de datos de la red vial. Los tiempos



de cada recorrido se depuraron para obtener una velocidad media, la cual se cargó en el sistema para cada uno de los enlaces.

- **Red de rutas de transporte público**

La red de transporte público corresponde a la utilizada por los vehículos de transporte colectivo urbano, sobre las rutas definidas por las autoridades competentes con sus respectivas características operacionales.

El itinerario del recorrido de las rutas de transporte público fue inventariado directamente en campo, para las 71 rutas que prestan el servicio de transporte urbano e intermunicipal.

Mediante recorridos realizados con tecnología GPS a bordo de las unidades, se configuró el posicionador con los mismos parámetros de proyección que tiene la red vial y todas las coberturas utilizadas en el estudio. A medida que se desarrolla el recorrido se va generando automáticamente una línea de trazado, la cual al final del proceso fue migrada para cada ruta al formato de archivo geográfico (de rutas).

La base de datos de la red de rutas de transporte público fue caracterizada con los intervalos de paso resultantes de los estudios de frecuencia y ocupación visual. Adicionalmente con base en los resultados de los estudios de ascenso y descenso, se obtuvieron para cada periodo de modelación, las velocidades promedio en cada uno de los arcos de la red vial que son utilizados por las rutas sobre las cuales se efectuaron recorridos.

- **Estructura del modelo de transporte.**

El software utilizado fue el EMME/3 que es un software orientado a la planificación de transporte multimodal urbano y regional, este paquete ofrece al planificador un conjunto detallado y flexible de herramientas para análisis y modelación de la demanda, así como para análisis y evaluación de redes.¹⁸

- **Modelo de transporte público**

A continuación se describen los principales elementos que componen el banco de datos del sistema de transporte público de la ciudad, elaborado sobre EMME/3 en el estudio del PSMUS del año 2007.

¹⁸ El software EMME/2 se utilizó en la modelación del 2006; en la modelación del 2009 se actualizó la licencia del programa a EMME/3, que se menciona en el resto del informe.



- **Modos de transporte (definición de modos)**

Se consideró dos modos de transporte público: líneas urbanas y líneas interurbanas.

- **Red vial (nodos y enlaces)**

La red vial para simular transporte público se basa conceptualmente en la descrita para el transporte privado.

- **Rutas de transporte público**

El sistema de transporte está conformado por la totalidad de las rutas que prestan el servicio urbano e intermunicipal.

- **Matrices de demanda**

Las matrices de viajes en transporte público se segmentan de la siguiente manera:

- Viajes con motivo trabajo de usuarios de nivel de ingreso bajo.
- Viajes con motivo trabajo de usuarios de nivel de ingreso medio.
- Viajes con motivo trabajo de usuarios de nivel de ingreso alto.
- Viajes con motivo estudio de usuarios de nivel de ingreso bajo.
- Viajes con motivo estudio de usuarios de nivel de ingreso medio.
- Viajes con motivo estudio de usuarios de nivel de ingreso alto.
- Viajes con otros motivos diferentes a trabajo y estudio.

El análisis del PSMUS del año 2007 arrojó el pronóstico de viajes para el sistema que se aprecia en la Tabla 7-4

Tabla 7-4. Pronóstico de viajes diarios en el sistema

Demanda por periodo		
Año	Periodo AM	Periodo PM
2011	59,088	49,197
2026	83,034	66,028

Fuente: elaborado por C&M

De acuerdo la información proporcionada del INEGI el crecimiento poblacional entre el año 2011 y 2026 se observa en la Tabla 7-5.



Tabla 7-5. Estimación de población

Crecimiento poblacional			
Año	Zonas actuales	Zonas de expansión	Total poblacional
2011	839,906	11,402	851,308
2016	869,577	71,775	941,352
2026	912,888	216,141	1,129,029

Fuente: elaborado por C&M

- **Funciones de costo**

El algoritmo de EMME/3 para asignar transporte público supone que los usuarios buscan una serie de combinaciones entre los diversos modos y servicios disponibles para realizar sus viajes con el menor costo generalizado posible.

Si bien el tiempo de viaje a bordo de las unidades de transporte hace parte del costo generalizado de la estrategia, este concepto permanece constante a lo largo del proceso de asignación del modo público. Por esta razón, las funciones que estiman el tiempo de viaje a bordo de la unidad se dividieron en dos:

En el primero, se consideró la red sobre la cual se realizaron los estudios de tiempos de recorrido a bordo de las unidades. En este caso las rutas que transitan sobre esta red toman el tiempo promedio de viaje estimado para cada tramo a partir de los estudios de campo.

En el segundo, en aquellos segmentos en los cuales no se tuvieron tiempos de recorrido por falta de cobertura de la muestra de rutas seleccionada, se asumen valores para asignar el tiempo de viaje a los vehículos del transporte público. En este caso el tiempo de viaje a bordo de las unidades de transporte público se determina en función de los tiempos de los automóviles. Los supuestos se establecen de manera diferencial de acuerdo con la aproximación radial hacia el centro de la ciudad y otras áreas de congestión.

- **Periodo de modelación**

Se modeló para los periodos de máxima demanda de la mañana y de la tarde. Para determinar estos periodos pico, se construyeron histogramas acumulados de volúmenes vehiculares y de pasajeros a partir de los resultados de conteos de tráfico y de ocupación visual y frecuencias de paso.

Se establecieron las horas de máxima demanda, tal como se menciona en el estudio del PSMU: “Se determinó no limitar el análisis a una sola hora,



comprometiendo la exclusión de patrones de movilidad importantes que se presentan en las inmediaciones de la hora de máxima demanda. Se precisó entonces considerar los periodos de dos horas con mayor movilización de pasajeros en transporte privado y público así:

- Periodo de la mañana: de las 7:15 horas a las 9:15 horas.
- Periodo de la tarde: de las 16:00 horas a las 18:00 horas.

• **Calibración situación actual año base**

Esta sección se refiere a la calibración de la etapa de asignación de la demanda a la red vial y de transporte de los modelos desarrollados.

El modelo de transporte refleja el equilibrio de demanda con oferta. El resultado de este proceso produce indicadores de accesibilidad entre zonas, denominados costo de transporte, los cuales a su vez afectan la interacción entre actividades.

La metodología empleada por el modelo de simulación inicia con la introducción de los datos indispensables, tales como la red vial y sus atributos, red de transporte público con sus respectivas frecuencias y tarifas, entre otros. Posteriormente, se establecen valores iniciales para los diversos elementos que determinan el desempeño de los modelos, tales como los valores de las funciones volumen-demora y de tránsito. El ajuste de estos parámetros busca reproducir la situación actual observada.

El transporte particular y el transporte público se calibran por separado, iniciando con el transporte particular en el cual se definen los niveles de congestión que condicionan la operación del transporte público.

• **Modelo de transporte privado**

El proceso de calibración es iterativo sobre el principio de ensayo-error, comparando tanto las cifras de autos arrojadas por el modelo con las cifras obtenidas de aforos sobre la vía, así como los tiempos o velocidades de operación simuladas con respecto a las obtenidas en campo en los recorridos sobre la red de transporte.

La calibración consiste en reproducir los tiempos de recorrido observados sobre los principales corredores de la red vial, manteniendo el nivel de representación obtenido para los volúmenes vehiculares al final del proceso de corrección de las matrices.



El proceso se realiza variando los parámetros de las funciones volumen-demora en los enlaces de la red vial, hasta lograr un nivel de calibración satisfactorio.

- **Pronóstico de la demanda**

A continuación se describe la metodología aplicada para la estimación de matrices de demanda en los sistemas de transporte privado y público en los años del horizonte de evaluación: 2011 y 2026.

- **Modelos de demanda**

Los modelos de proyección de demanda se basan en técnicas econométricas fundamentadas en el comportamiento esperado de variables socioeconómicas específicas para la zona metropolitana de Chihuahua.

- **Modelos de generación y atracción de viajes**

El objetivo de estos modelos es permitir una estimación de las demandas totales producidas y atraídas por cada zona de tránsito del área de estudio, en un determinado periodo de tiempo.

En el presente estudio, se establecieron modelos de regresión múltiple para agrupaciones por periodo de máxima demanda (AM o PM); tipo de vehículo (automóvil particular o transporte público) y motivo de viaje (trabajo, escolar u otro).

La forma funcional de los modelos de generación y atracción de viajes se representa de la siguiente forma:

$$V_i = \alpha \lambda_i^\beta$$

$\mathcal{G}$: Viajes generados o atraídos por la zona i

α : Parámetro constante a estimar

λ_i : Valor de la variable socioeconómica seleccionada en la zona i

β : Parámetro asociado a la variable explicativa a estimar.

La ecuación anterior puede ser expresada en logaritmos con el fin de introducirla en un modelo de regresión lineal:



$$\ln(V_i) = \alpha + \beta \ln(\lambda_i)$$

Al estimar el modelo en logaritmos el coeficiente β se convierte directamente en la elasticidad de la variable seleccionada con respecto al número de viajes producidos o consumidos por la zona i . Es decir β proporciona directamente la relación de crecimiento entre la variable socioeconómica y la generación o atracción de viajes de la zona. Por ejemplo, si en un periodo determinado la variable elegida crece 10% y el valor de β es de 0.5, el crecimiento en los viajes producidos o consumidos debido a este incremento en el indicador socioeconómico debería ser 5%.

Los modelos seleccionados para este estudio se desagregan por modo de transporte y motivo de viaje, obteniendo un mínimo de cinco modelos diferentes, como resultado del ajuste realizado al combinar las distintas variables socioeconómicas seleccionadas con los viajes observados para cada categoría considerada. Las variables utilizadas en cada modelo se fundamentaron en que tuvieran una explicación cualitativa del viaje.

Se evalúan las variables explicativas de acuerdo con una serie de criterios estadísticos con el fin de validar la confiabilidad de los modelos empleados. La vivienda particular habitada (VIVIENDA) presentó los mejores estadísticos tanto individuales como globales y su coeficiente obtuvo el signo esperado (positivo).

- **Modelos de distribución de viajes**

Los modelos utilizados en esta etapa adoptaron las estimaciones de generaciones y atracciones por cada una de las zonas de tránsito e información sobre la estructura de la distribución de la demanda. El resultado de la aplicación de este tipo de modelo es una matriz de demanda donde cada celda contiene una medida de la intensidad del intercambio entre un determinado par de zonas.

El modelo utilizado para esta etapa fue el modelo gravitacional. La fuente principal de información para conformar los modelos gravitacionales fue la Encuesta de Hogares de Origen y Destino de Chihuahua (EHODCH), en la cual, se obtuvieron datos por motivo de viaje y niveles ingreso, suficientes para la caracterización adecuada de los viajes para diversos rangos de distancia en cada tipo de transporte.

Los modelos de gravedad se fundamentan en el principio básico de que el flujo entre dos zonas, es proporcional a la generación de la zona origen y a la atracción de la zona destino, pero decrece con la distancia que las separa o con el costo de transporte entre ellas. La estructura de estos modelos elaborados es:



$$N_{ij} = \alpha g_i \cdot a_j e^{-\beta \cdot C_{ij}}$$

Donde:

N_{ij} : flujo esperado entre las zonas i y j.

g_i : generación de la zona i

a_j : atracción de la zona j

C_{ij} : costo del transporte entre i y j

α , β : parámetros ajustados durante la calibración de los modelos

Los modelos gravitacionales desarrollados para estimar la distribución de los viajes que se espera generen y atraigan las nuevas zonas de expansión urbana, reproducen el patrón de movilidad observado a través de la encuesta de hogares, en zonas de tránsito actualmente consolidadas.

Con los modelos de gravedad calibrados, se procede a estimar la distribución de las submatrices por segmento de demanda, del grupo de zonas de expansión que se espera esté asentado en cada año de evaluación.

- **Modelación de las rutas de transporte público**

Las rutas propuestas en el modelo de transporte público desarrollado en el estudio del PSMUS 2007, para el escenario con proyecto, contempló la implementación de 48 rutas para el nuevo sistema de transporte, de las cuales 19 son rutas alimentadoras, 17 convencionales y 9 troncales. Se consideran, además, 3 rutas interprovinciales. En la Tabla 7-6 se aprecian las rutas previstas en este modelo.



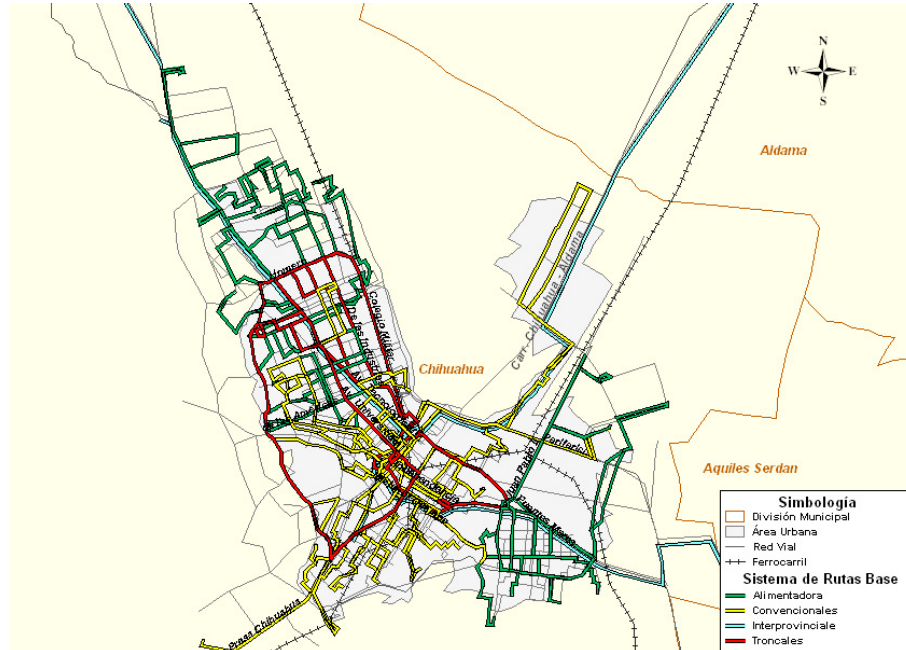
Tabla 7-6. Rutas del modelo base en la situación con proyecto

Rutas alimentadoras		Rutas convencionales		Rutas troncales		Rutas interprovinciales	
Línea	Descripción	Línea	Descripción	Línea	Descripción	Línea	Descripción
51	RA-1.01c	13	RC-2.01c	61	RT-1.01.i	91	Aldama
52	RA-1.02c	15	RC-2.03c	62	RT-1.01.v	93	Sauz
53	RA-1.03c	49	RC-2.05c	63	RT-1.02i	92	Serdan
54	RA-1.04c	19	RC-2.07c	64	RT-1.02v		
55	RA-1.05c	29	RC-3.09c	65	RT-1.03c		
56	RA-1.06c	47	RC-3.12c	68	RT-1.05c		
85	RA-1.07c	31	RC-4.01c	77	RT-1.06c		
82	RA-1.08c	32	RC-4.03c	78	RT-1.07c		
73	RA-2.01c	34	RC-4.05c	81	RT-1.09c		
74	RA-2.02c	50	RC-4.06c	79	RT-3.01c		
83	RA-2.03c	35	RC-4.07c	60	RT-5.01c		
57	RA-3.01c	36	RC-4.08c				
69	RA-3.03c	37	RC-4.09c				
70	RA-3.04c	38	RC-4.10c				
71	RA-3.05c	42	RC-5.04c				
72	RA-3.06c	44	RC-5.06c				
80	RA-3.07c	45	RC-5.07c				
59	RA-5.01c						
76	RA-5.02c						

Fuente: elaborado por C&M

Cabe indicar que las líneas 61 y 62 se consideran como una sola ruta troncal (RT-1.01) con dos sentidos de circulación (ida y vuelta), del mismo modo las líneas 63 y 64 es una ruta troncal (RT-1.02). En la siguiente figura se aprecia las rutas propuestas en el modelo base del estudio de PSMUS

Figura 7-3. Rutas del modelo base en la situación con proyecto



Fuente: elaborado por C&M

Es importante mencionar que para la evaluación socioeconómica del corredor UTF de la ciudad, se tuvo que recategorizar algunas de las rutas troncales, pues el análisis inicial había incluido el sistema de transporte. En la sección siguiente se detalla los criterios adoptados para el cambio de dichas rutas.

- **Criterios para cambio de categoría de rutas**

El sistema propuesto en el PSMUS, que propone una serie de rutas alimentadoras, convencionales, troncales e interprovinciales; se tomó como base para el proyecto actual, este proponía 9 rutas troncales, tal como se apreciaba en la Tabla 7-7.

Efectuado el análisis se observó que 3 de las 9 rutas propuestas (RT-1.01; RT-1.09; RT-3.01) tienen recorridos en el corredor en estudio, los recorridos de las otras 6 rutas (RT-1.02; RT-1.03; RT-1.05; RT-1.06; RT-1.07 y RT-5.01) no comprenden el corredor o comprendían sólo un tramo, por lo que se procedió a redefinir su categoría, convirtiéndolas en convencionales, alimentadoras o recortándolas hasta donde no se traslape con el corredor. Los criterios de redefinición aplicados en el proceso de conversión fueron los siguientes:



- Las rutas troncales cuyos recorridos no coinciden con el corredor, se convirtieron en convencionales.
- Las rutas cuyo recorrido coinciden parcialmente con el corredor, se fraccionan, convirtiéndose en ruta alimentadora la parte que no circula por el corredor y en ruta troncal el tramo coincidente.
- La ruta cuyo recorrido abarca sólo un tramo del corredor, se convierte en convencional, y se recorta el recorrido hasta el tramo donde se traslapa con el corredor.
- Las características operativas de las rutas redefinidas mantienen los mismos valores del modelo base, el cual definió, entre otras características, los intervalos de paso, tales como: para rutas alimentadoras un intervalo de 8, para las convencionales un intervalo de 10 y para las troncales de 5 minutos.

Tabla 7-7. Rutas troncales con cambio de categoría

Rutas troncales			Rutas con cambio de categoría		
Línea	Descripción	Headway (minutos)	Línea	Descripción	Headway (minutos)
61	RT-1.01.i	5			
62	RT-1.01.v	5			
63	RT-1.02i	5	63c	RC-1.02i	10
64	RT-1.02v	5	64c	RC-1.02v	10
65	RT-1.03c	5	65c	RC-1.03c	10
68	RT-1.05c	5	68c	RC-1.05c	10
77	RT-1.06c	5	77c	RC-1.63c	10
78	RT-1.07c	5	78c	RC-1.07c	10
81	RT-1.09c	5			
79	RT-3.01c	5			
60	RT-5.01c	5	60ai	RA-5.06a	8
			60aw	RA-5.07a	8
			60t	RT-5.01c	5

Fuente: Elaborado por C&M

La Tabla 7-7 contiene las rutas troncales previstas en el modelo e identifica aquellas que cambian de categoría e intervalo de paso. Allí se aprecia las rutas troncales que se redefinen y que a continuación se explica: y se muestran en las imágenes

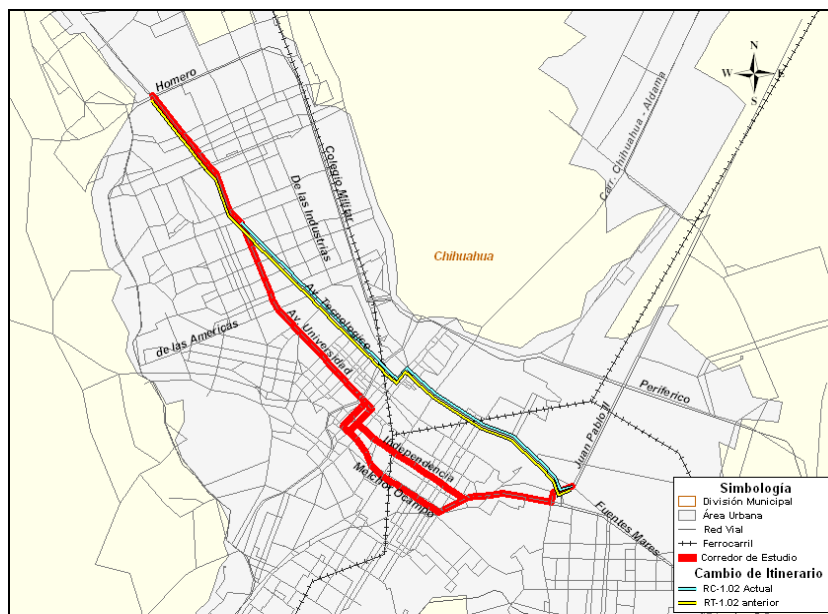
- Ruta troncal RT-102 (líneas 63 y 64), se convirtió en ruta convencional RC-1.02 (línea 63c y 64c), y se recortó su recorrido hasta el tramo donde superpone con el Corredor
- Las rutas troncales RT-1.03, RT-1.05, RT-106 y RT-107, se convirtieron a rutas convencionales RC-1.03, RC-1.05, RC-106 y RC-107, pues sus recorridos no comprendían el Corredor en estudio. y respectivamente.

- |

Es importante, mencionar que los intervalos de paso se adecuaron a la nueva categorización.

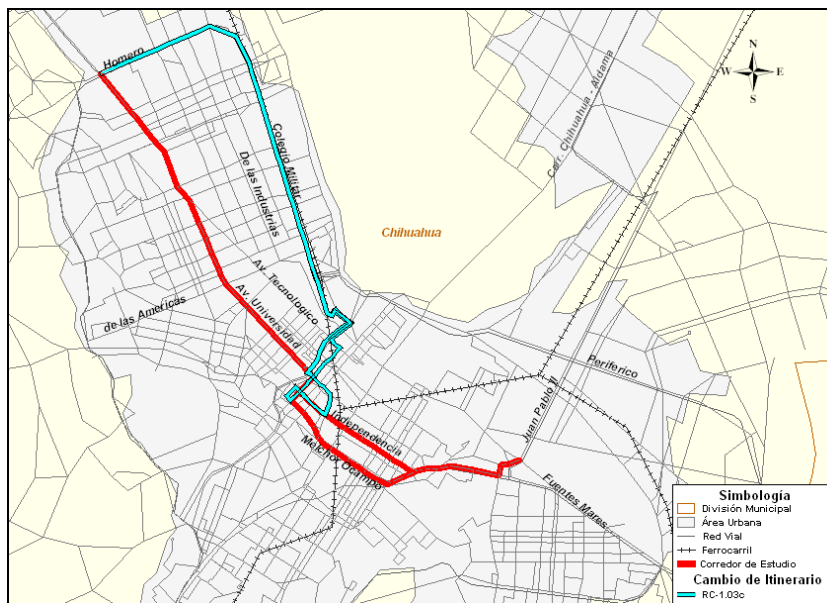
La ruta 93 Sauz sólo cambia de nombre de línea, para este efecto pasa de 93 (originario) a 93C.

Figura 7-4. Ruta troncal RT-1.02 convertida en ruta convencional RC-1.02



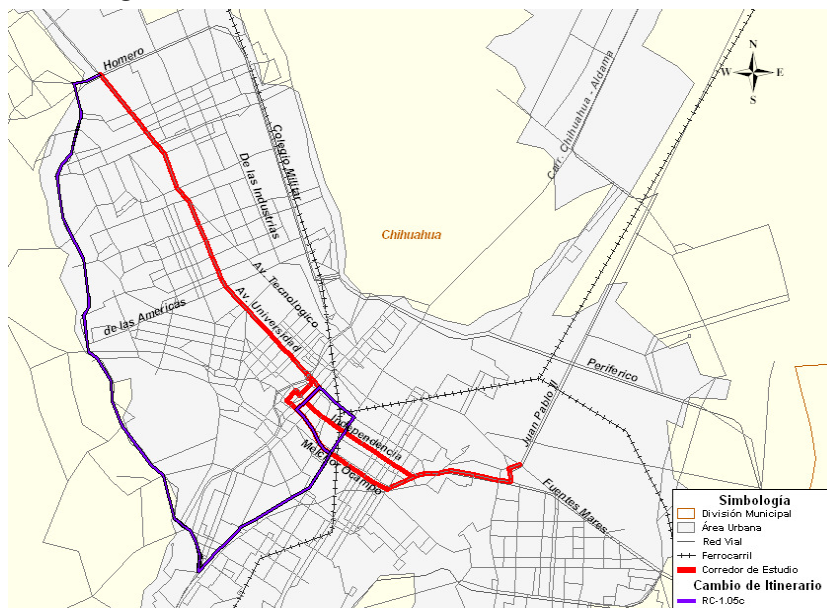
Fuente: Elaborado por C&M

Figura 7-5. Recorrido de la ruta convertida RC-1.03c



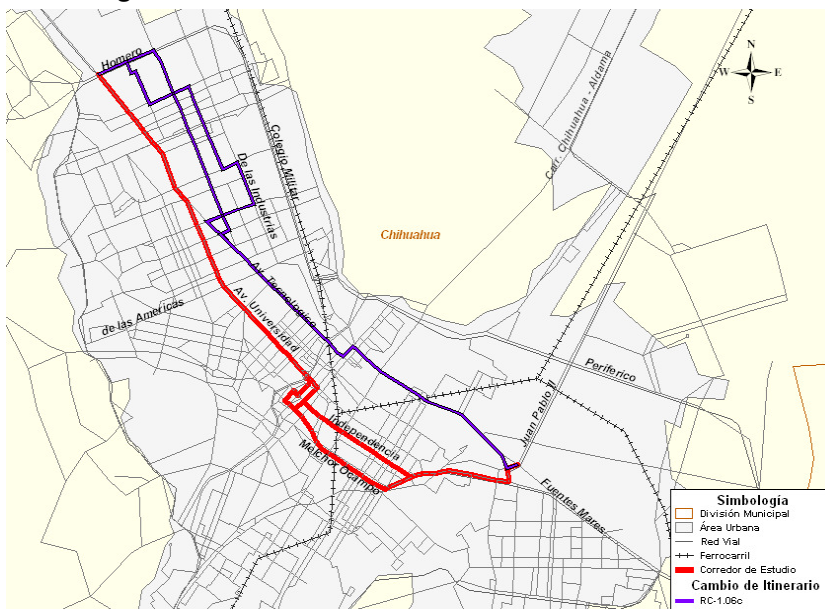
Fuente: Elaborado por C&M

Figura 7-6. Recorrido de la ruta convertida RC-1.05c



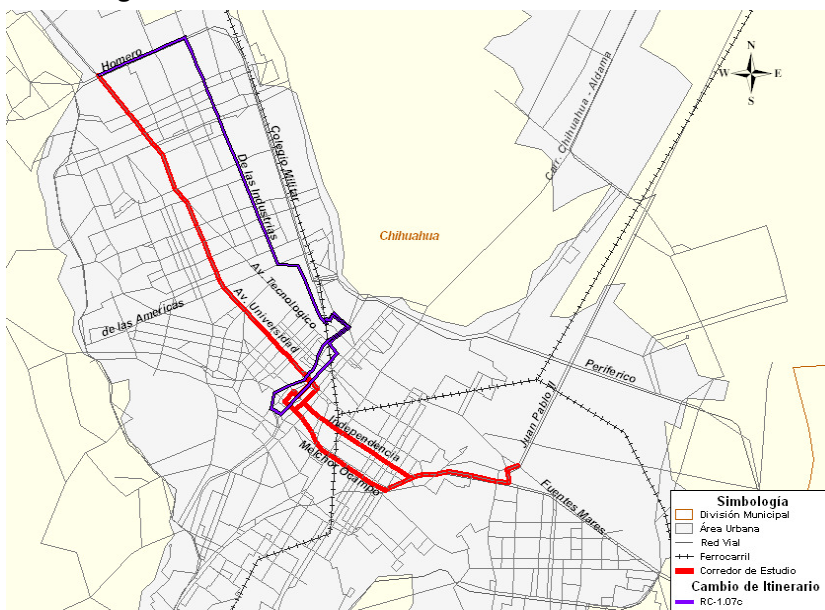
Fuente: elaborado por C&M

Figura 7-7. Recorrido de la ruta convertida RC-1.06c



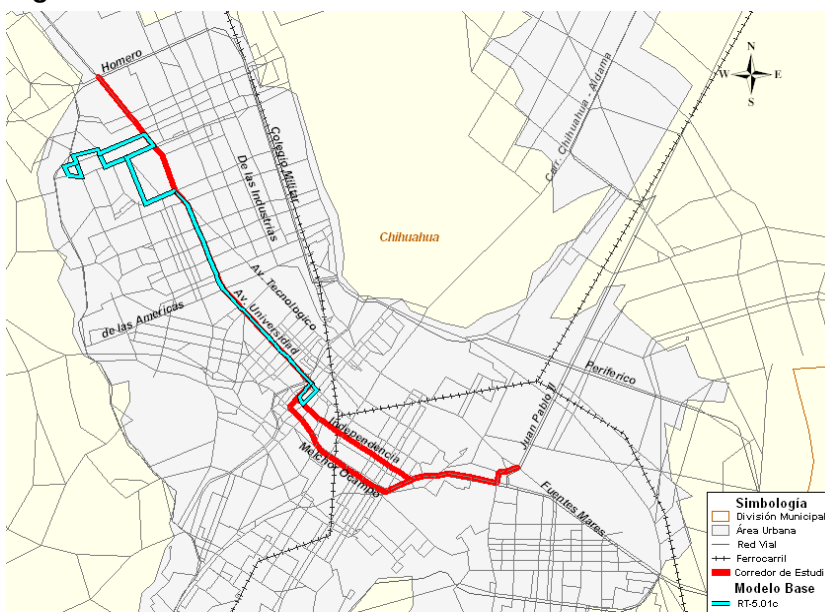
Fuente: elaborado por C&M

Figura 7-8. Recorrido de la ruta convertida RC-1.07c



Fuente: elaborado por C&M

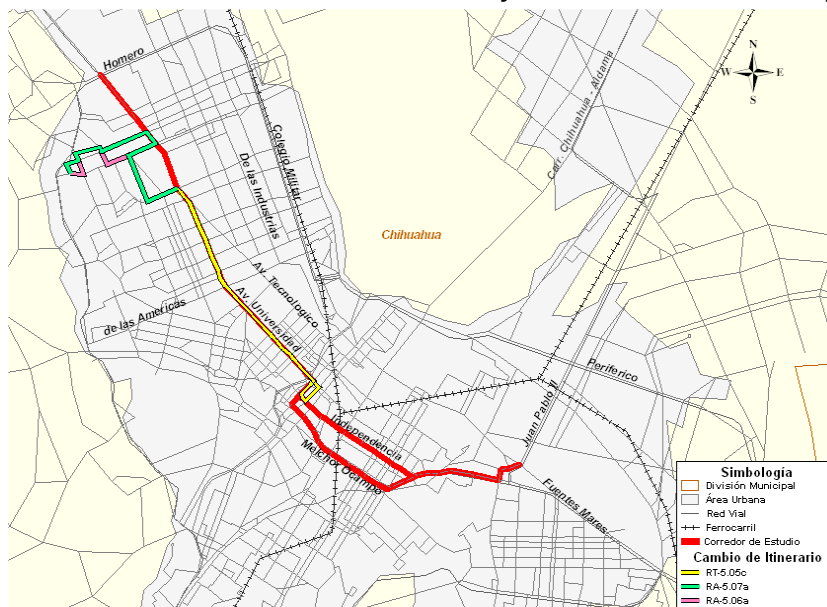
Figura 7-9. Recorrido de la ruta troncal RT-5.01c del modelo base



Fuente: elaborado por C&M

La Figura 7-6 muestra la ruta troncal RT-5.01c prevista en el modelo base del estudio realizado en 2006. Allí un tramo al noroeste del recorrido de la ruta no hace parte del Corredor, por lo que se fraccionó en 2 rutas: Para el tramo donde no circula por el corredor, se convirtió en ruta alimentadora, y se cambió su denominación a RA-5.06a para la ida, y RA-5.07a para la vuelta del recorrido de la ruta. Para el tramo que se traspone al Corredor, se dejó como ruta troncal, el cual para efectos de diferenciación se cambió su denominación a RT-5.05.

Figura 7-10. Ruta fraccionada: troncal RT-5.05c y alimentadoras RA-506c y RA-507c



Fuente: elaborado por C&M

Tabla 7-8. Rutas previstas modelo actual

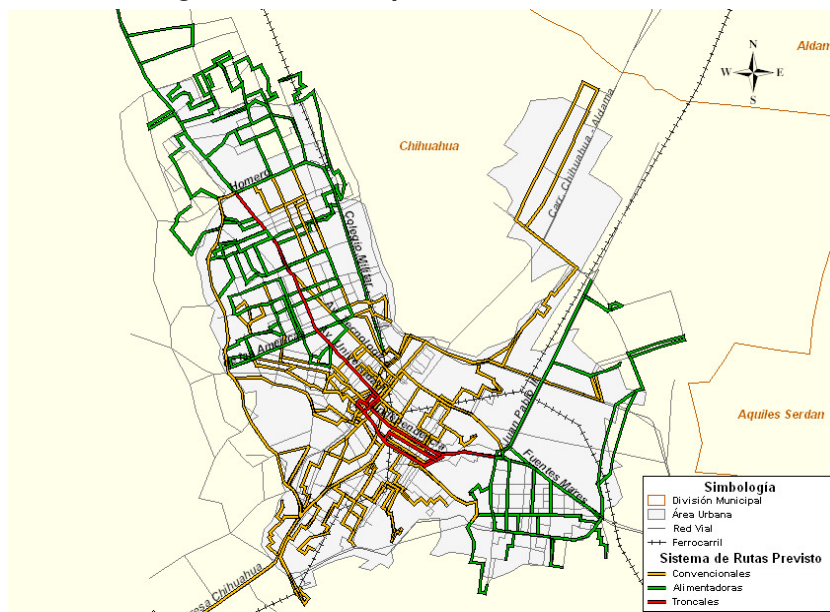
Rutas alimentadoras		Rutas convencionales		Rutas troncales		Rutas interprovinciales	
Línea	Descripción	Línea	Descripción	Línea	Descripción	Línea	Descripción
51	RA-1.01c	13	RC-2.01c	61	RT-1.01.i	91	Aldama
52	RA-1.02c	15	RC-2.03c	62	RT-1.01.v	92	Serdan
53	RA-1.03c	49	RC-2.05c	81	RT-1.09c	93	Sauz
54	RA-1.04c	19	RC-2.07c	79	RT-3.01c		
55	RA-1.05c	29	RC-3.09c	60t	RT-5.01c		
56	RA-1.06c	47	RC-3.12c				
85	RA-1.07c	31	RC-4.01c				
82	RA-1.08c	32	RC-4.03c				
73	RA-2.01c	34	RC-4.05c				
74	RA-2.02c	50	RC-4.06c				
83	RA-2.03c	35	RC-4.07c				
57	RA-3.01c	36	RC-4.08c				
69	RA-3.03c	37	RC-4.09c				
70	RA-3.04c	38	RC-4.10c				
71	RA-3.05c	42	RC-5.04c				
72	RA-3.06c	44	RC-5.06c				
80	RA-3.07c	45	RC-5.07c				
59	RA-5.01c	63c	RC-1.02i				
76	RA-5.02c	64c	RC-1.02v				
60ai	RA-5.06a	65c	RC-1.03c				
60aw	RA-5.07a	68c	RC-1.05c				
		77c	RC-1.63c				
		78c	RC-1.07c				

Fuente: elaborado por C&M

Luego de las modificaciones con los criterios explicados, Chihuahua queda conformada por 49 rutas de transporte público de las cuales: 20 son alimentadoras; 22 convencionales, 4 troncales y 3 interprovinciales. En la Figura 7-7 se aprecian las rutas definidas para el presente estudio.

La Figura 7-11 muestra, sombreadas, las rutas que cambian de categoría o denominación.

Figura 7-11. Rutas previstas modelo actual

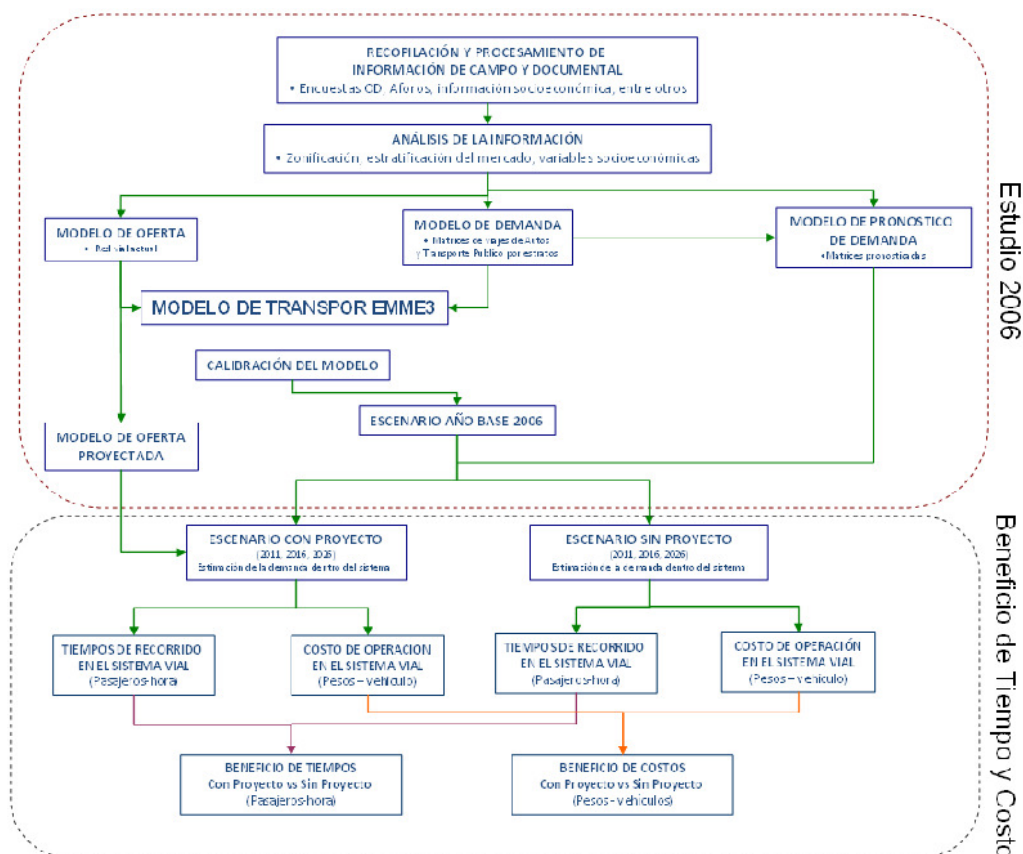


Fuente: elaborado por C&M

- **Metodología del proceso de modelación para la actualización**

El presente estudio considera la determinación de beneficios de tiempo y costos a partir del modelo del año 2006. Para determinar los beneficios de tiempo y costo se utilizó la asignación del modelo de transporte para obtener tiempos de recorrido en la red y costo de operación para automóviles y transporte público (Ver Figura 7-12).

Figura 7-12. Esquema del proceso de modelación



Fuente: elaborado por C&M