

Corredor de Transporte Público Lincoln - Ruiz Cortines



ANALISIS COSTO BENEFICIO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD

Desarrollado por el Consejo Estatal del Transporte y Vialidad (CETyV)

13 DE DICIEMBRE DEL 2010

Tabla de contenido

I. RESUMEN EJECUTIVO	6
1. Problemática presentada en el área metropolitana de Monterrey (AMM)	6
2. Planeación de Movilidad Urbana	6
3. Principales Características del proyecto	7
4. Análisis de Alternativas	8
5. Montos de Inversión y sus componentes	8
6. Rentabilidad del proyecto	10
7. Riesgos del proyecto	11
II. SITUACIÓN SIN PROYECTO Y POSIBLES SOLUCIONES	12
a. Diagnostico de la situación actual	12
1. Antecedentes	12
2. Origen del proyecto	12
2.1 Evolución de la Mancha Urbana	12
2.2 Evolución de la Saturación Vial	13
2.3 Evolución del Sistema de Transporte Público	14
3. Oferta actual de servicio.	16
4. Demanda y Equilibrio en la situación actual	22
b. Descripción de Situación actual optimizada	23
1. Medidas para la eficiencia del sistema actual	23
2. Optimización operacional de la situación actual	24
c. Análisis de oferta y demanda sin proyecto	25
1. Oferta sin proyecto	25
2. Demanda y equilibrio sin proyecto	26
3. Tarifas aplicadas por el transporte público	27
d. Alternativas de solución	28
III. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	30
a. Objetivo	30
b. Propósito	32
c. Componentes	32
d. Calendario de actividades	44
e. Tipo de proyecto de inversión	47
f. Localización y zona de influencia	47
g. Vida útil y horizonte de evaluación	48
h. Capacidad instalada del proyecto	48
i. Metas anuales y totales	48
j. Beneficios esperados del proyecto	48
k. Resumen de las evaluaciones técnica, legal y ambiental	49
l. Derecho de vía e impacto ambiental	49
m. Costo total del proyecto	49
m1. Etapa de ejecución	50
m2. Etapa de operación	50
n. Fuentes de los recursos	51
o. Descripción de los supuestos técnicos y socioeconómicos	52
p. Afectaciones provocadas por el proyecto	53
IV. SITUACIÓN CON PROYECTO	54
1. Oferta	54
2. Demanda y equilibrio	61
3. Comparación entre las situaciones sin y con proyecto	63



V. EVALUACIÓN DEL PROYECTO	65
1. Metodología	65
3. Criterios de decisión	67
4. Identificación, cuantificación y valoración de beneficios sociales	67
4.1 Identificación de beneficios sociales	68
4.2 Cuantificación y Valoración de beneficios sociales	69
5. Identificación, cuantificación y valoración de costos sociales	80
6. Evaluación social del proyecto	84
VI. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y RIESGOS	87
VII. CONCLUSIONES	90
1. Conclusiones	90
2. Recomendaciones	90
3. Limitaciones	90
VIII. ESQUEMA DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA	91
Organización Institucional	91
Descripción de la organización de concesiones y fideicomiso	94
Tarifa	96
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
X. ÍNDICE DE ANEXOS	98

Contenido de tablas

Tabla 1. Participación por Grupos en el Transporte Urbano del AMM.....	16
Tabla 2. Velocidad promedio de las rutas en la situación actual.....	22
Tabla 3. Demanda y parámetros de equilibrio en la situación actual.....	23
Tabla 4. Demanda y parámetros de equilibrio en situación sin proyecto.....	26
Tabla 5. Indicadores promedio de la situación sin proyecto.....	27
Tabla 6. Reestructuración a rutas troncales.....	40
Tabla 7. Reestructuración a rutas alimentadoras.....	40
Tabla 8. Descripción del tipo de autobús actual y propuesto.....	42
Tabla 9. Calendario de actividades (parte I).....	45
Tabla 10. Calendario de actividades (parte II).....	46
Tabla 11. Demanda por tipo de ruta (Metas Anuales).....	48
Tabla 12. Costo total del proyecto.....	50
Tabla 13. Costo de operación del proyecto (miles de pesos).....	51
Tabla 14. Fuentes de la Inversión.....	51
Tabla 15. Supuestos básicos para la evaluación.....	52
Tabla 16. Cálculo del valor del tiempo de los usuarios.....	53
Tabla 17. Velocidades promedio de un BRT.....	60
Tabla 18. Demanda y parámetros de equilibrio con Proyecto.....	62
Tabla 19. Indicadores promedio de la situación con proyecto.....	63
Tabla 20. Demanda en situación sin y con proyecto.....	63
Tabla 21. Autobuses en situación sin y con proyecto.....	64
Tabla 22. Kilómetros recorridos en el corredor en situación sin y con proyecto.....	64
Tabla 23. Indicadores con compensación a la baja con proyecto.....	66
Tabla 24. Indicadores con compensación a la alza sin proyecto.....	67
Tabla 25. Cálculo del CGV con compensación de demanda a la baja sin proyecto.....	70
Tabla 26. Cálculo del CGV con compensación de demanda a la baja con proyecto.....	71
Tabla 27. Ahorro del CGV con compensación de demanda a la baja.....	72
Tabla 28. Cálculo del CGV con compensación de demanda al alza sin proyecto.....	73
Tabla 29. Cálculo del CGV con compensación de demanda al alza con proyecto.....	74
Tabla 30. Ahorro del CGV con compensación de demanda al alza.....	75
Tabla 31. Costo de Operación, escenario de demanda a la baja sin proyecto.....	76
Tabla 32. Costo de Operación, escenario de demanda a la baja con proyecto.....	77
Tabla 33. Costo de Operación, escenario de demanda al alza sin proyecto.....	78
Tabla 34. Costo de Operación, escenario de demanda al alza con proyecto.....	79
Tabla 35. Costos de inversión.....	81
Tabla 36. Configuración de costos de conservación sin proyecto.....	81
Tabla 37. Configuración de costos de conservación con proyecto.....	82
Tabla 38. Costos de conservación y mantenimiento.....	83
Tabla 39. Costos de molestias por la construcción.....	83
Tabla 40. Costos y beneficios del proyecto y el flujo de efectivo para el Escenario a la Baja.....	84
Tabla 41. Costos y beneficios del proyecto y el flujo de efectivo para el Escenario al a Alza.....	85
Tabla 42. Resultado de rentabilidad del proyecto sin servicio exprés.....	85
Tabla 43. Resultado de rentabilidad del proyecto con servicio exprés.....	86
Tabla 44. Resultados de los indicadores de rentabilidad de acuerdo a los escenarios de sensibilidad..	87

Contenido de figuras

Figura 1. Evolución de la Mancha Urbana del Área Metropolitana de Monterrey.....	13
Figura 2. Participación Modal y Crecimiento Vehicular en el AMM	13
Figura 3. Evolución de la Saturación Vial en el AMM	14
Figura 4. Evolución del Transporte Público en el AMM	15
Figura 5. Antigüedad de la flota.	17
Figura 6. Rutas involucradas con los corredores Lincoln y Ruíz Cortines.....	18
Figura 7. Ubicación de la Av. Abraham Lincoln.	19
Figura 8. Ubicación de la Av. Adolfo Ruíz Cortines.	20
Figura 9. Situación actual de la avenida Lincoln.....	21
Figura 10. Situación actual de la avenida Adolfo Ruíz Cortines.....	21
Figura 11. Evolución de las tarifas del transporte	28
Figura 12. Corredores Troncales del Sistema Integrado de Transporte Metropolitano SITME.....	31
Figura 13. Resultados de TRANUS con Escenarios de Crecimiento Tendencial y Alternativo.....	32
Figura 14. Vialidad con 3 carriles y BRT con carril de rebase	33
Figura 15. Diseño de los Carriles Exclusivos del Corredor de Transporte.....	34
Figura 16. Diseño de paso a desnivel (Conchello y Ruíz Cortines)	35
Figura 17. Ubicación de pasos a desnivel y terminales de integración.....	36
Figura 18. Diseño de Terminales de Integración.....	36
Figura 19. Terminal de transferencia con la estación del Metro “Mitras”	37
Figura 20. Ascensos y Descensos en las Estaciones para el año 2030 Con Proyecto.....	38
Figura 21. Diseño de paradero de cuatro posiciones	38
Figura 22. Ejemplo de módulo de paradero climatizado.....	39
Figura 23. Ejemplo de autobús de piso bajo.....	41
Figura 24. Saturación y Capacidad del Carril Exclusivo	42
Figura 25. Componentes del Centro de Control Operacional.....	44
Figura 26. Ubicación geográfica del proyecto.....	47
Figura 27. Ejemplo de fusión de la ruta 38.	55
Figura 28. Rutas troncales principales en Lincoln.	56
Figura 29. Rutas alimentadoras del corredor Abraham Lincoln.....	56
Figura 30. Derroteros de las rutas secundarias en Abraham Lincoln.	57
Figura 31. Rutas troncales principales, alimentadoras y secundarias en Lincoln.....	57
Figura 32. Ruta troncal principal en Adolfo Ruíz Cortines	58
Figura 33. Rutas alimentadoras del corredor Adolfo Ruíz Cortines.....	58
Figura 34. Derroteros de las rutas secundarias en Ruíz Cortines.	59
Figura 35. Derroteros de rutas troncales principales, alimentadoras y secundarias en Ruíz Cortines.	59
Figura 36. Esquema del Centro de Control Inteligente.....	92
Figura 37. Esquema de Concesiones para el Corredor Lincoln – Ruíz Cortines.....	93
Figura 38. Descripción de la organización.	94
Figura 39. Relación existente entre las concesiones.....	95
Figura 40. Fideicomiso regulador de infraestructura.....	95
Figura 41. Lógica de pago de transportista.	96

i. Resumen Ejecutivo

1. Problemática presentada en el área metropolitana de Monterrey (AMM)

El Área Metropolitana de Monterrey (AMM) la conforman 9 municipios conurbados donde habitan alrededor de 4 millones de personas, el equivalente al 85% de la población de todo el Estado de Nuevo León.

El crecimiento de la mancha urbana del AMM en los últimos cuarenta años se ha dado cada vez con mayor dispersión, provocando el alargamiento de los viajes de las personas y un mayor costo para la provisión de los servicios públicos entre ellos el transporte. Esto se ve reflejado en una disminución de la densidad de población, que de 1970 al 2007 disminuyó de 90 a 48 habitantes por hectárea.

La distribución de los viajes entre los distintos modos de transporte, denota que en diez años (de 1995 al 2005) el automóvil incrementó su participación en poco más de 14 puntos porcentuales, sobre todo debido a la caída en la participación del transporte urbano de más de 18 puntos y a las elevadas tasas de crecimiento del parque automotor que al finalizar el año 2009 superó el millón 700 mil vehículos.

Al crecimiento desproporcionado del número de autos le sumamos una ineficiente estructura del Sistema de Transporte Público Urbano que sigue un patrón radial, donde las rutas van de la periferia al centro, lo cual resultaba racional en 1967 con una ciudad de un millón de habitantes y el 60% de los viajes con destino en el centro de la ciudad, en la actualidad se tiene una ciudad cuatro veces más poblada y con menos del 18 % de los viajes con destino en el centro, por lo que esa misma estructura radial ya no es eficiente.

Como cada vez tenemos una ciudad más dispersa, para el Transporte Público implica una reducción en el Índice de Pasajeros por Kilómetro (IPK) pasando de 4.04 en 1967 hasta 2.47 en 2003, y que en la actualidad se sitúe en esos mismos niveles incluso manteniendo una flota de transporte estable desde hace más de diez años. Lo anterior significa que si continúa la tendencia de un crecimiento urbano cada vez menos denso y cada vez menor productividad en la flota de transporte público, para mantenerse con calidad estable se requerirán tarifas reales más altas o subsidiadas.

2. Planeación de Movilidad Urbana

En el Plan Estatal de Desarrollo 2010-2015 y el Plan Sectorial de Transporte y Vialidad del área metropolitana de Monterrey 2008-2030 (PSTV), se establece una estrategia de prioridad del transporte público mediante la conformación del Sistema Integrado de Transporte Metropolitano (SITME), con altos estándares de calidad, sistema de prepago y corredores troncales con vía reservada al transporte público, integrado con la red del Metro como una opción atractiva frente al uso excesivo del automóvil particular, lo cual es congruente con el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 en su apartado 2.10 Telecomunicaciones y transportes.

El PSTV propone el desarrollo de 10 corredores de transporte masivo entre los cuales el corredor troncal Lincoln - Ruiz Cortines es el que presenta mayor demanda después de los corredores por donde están las dos líneas de Metrorrey.

3. Principales Características del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un Corredor Troncal con vía reservada al transporte público que cruza la zona metropolitana de Monterrey de oriente a poniente por las avenidas Lincoln y Ruíz Cortines, con una longitud de 24.8 km de terminal a terminal, y con sus rutas alimentadoras.

Infraestructura del corredor:

- Corredor con dos carriles centrales de concreto hidráulico pigmentado, reservados para el transporte público a lo largo de los 24.8 km, el cual contará con carril de rebase en cada una de las estaciones.
- 3 pasos a desnivel reservados para los autobuses, en los cruces de Lincoln con Gonzalitos, Ruiz Cortines con José Ángel Conchello y el tercero en Manuel L. Barragán y Universidad.
- Dos terminales de integración, terminal poniente en la calle Puerta de Hierro por Av. Lincoln, y la terminal oriente en la calle Modesto Alanís por Av. Ruiz Cortines.
- Estación de transferencia con la línea 1 del Metrorrey en su estación Mitras.
- 34 paraderos, la mitad de 4 posiciones por sentido y la otra mitad de 6 posiciones por sentido, todos con carril de rebase.

Reestructuración de rutas, equipo de transporte y tecnología:

- Reestructuración de 47 rutas, racionalizando sus recorridos con un sistema de 5 rutas troncales, 14 alimentadoras y 17 rutas secundarias. Además 21 rutas transversales modifican su recorrido para no pasar por el corredor.
- Adquisición de 112 nuevos autobuses de piso bajo de 100 pasajeros para las rutas troncales.
- Sistemas de recaudo electrónico con tarjeta de prepago,
- Sistema de información para el usuario.
- Centro de control para la gestión de la flota y semaforización inteligente para dar prioridad vial al transporte público.

Demanda

En base a un estudio de demanda con encuestas origen destino en los hogares y de ascenso y descenso a bordo de las unidades, se desarrolló un modelo de asignación para redes de transporte público con objeto de estimar las demandas de las rutas que conforman el corredor Lincoln - Ruiz Cortines en situación actual optimizada y en situación con proyecto, explicación incluida en el **Anexo II Estudio de estimación de demanda del corredor Lincoln - Ruiz Cortines.**

En el escenario de la situación actual optimizada sin considerar la demanda inducida por el proyecto, las rutas troncales moverán 132,870 pasajeros diarios, las rutas alimentadoras moverán un 24,080 pasajeros diarios, y las secundarias moverán 216,380 pasajeros.

Para el escenario actual considerando además la demanda inducida por el proyecto, las rutas troncales moverán 160,480 pasajeros diarios, las rutas alimentadoras moverán 24,080 pasajeros diarios, y las secundarias moverán 221,050 pasajeros.

4. Análisis de Alternativas

Antes de determinar llevar a cabo un corredor de transporte público abierto como el que se está proponiendo, se analizaron alternativas a este proyecto propuesto donde se trata de definir el nivel de integración física y el tipo de material rodante a emplear en el corredor.

Se analizaron las alternativas de un sistema troncal cerrado con autobuses articulados, la alternativa de un sistema ferroviario tipo tren ligero o metro, y la alternativa que resultó favorecida de un sistema de corredor abierto (mixta) con unidades con capacidad menor a los 150 pasajeros. Adicionalmente se analizó la alternativa de alargar el corredor para minimizar los transbordos.

Concluyendo que el sistema BRT de operación mixta planteado no sólo demuestra ser una alternativa costo-efectiva para atender la necesidad de transporte en el área de influencia del proyecto, sino que también posee ventajas cualitativas importantes respecto a las otras alternativas estudiadas.

5. Montos de Inversión y sus componentes

Los costos identificados fueron:

- La inversión en la construcción de la obra.
- Los costos de mantenimiento en los carriles exclusivos del corredor, los cuales se desglosan en el interior del documento.
- El costo por desviación del tránsito por construcción (\$ 34,657,071 pesos).

La inversión total del proyecto se estima en \$1,637.50 millones de pesos, de los cuales \$1,340.40 millones son inversión para infraestructura del corredor y \$297.10 millones para el equipo de transporte troncal (112 nuevos autobuses con su equipamiento de control y prepago).

DESCRIPCION DE LA INVERSION	MDP
INFRAESTRUCTURA TOTAL	<u>1,340.40</u>
INFRAESTRUCTURA DEL CORREDOR	
PPS Estatal de Infraestructura	888.50
PROYECTO EJECUTIVO Y SUPERVISION DE OBRA	24.10
CORREDOR CON CARRILES RESERVADOS (24.8 KM)	491.40
OBRAS INDUCIDAS	45.30
PASOS A DESNIVEL (3) INTERSECCIONES (60)	198.90
SEMAFORIZACION Y SEÑALIZACION	46.90
RENOVACION URBANA	81.90
RENOVACION URBANA	49.60
MOVILIDAD NO MOTORIZADA	32.30
TERMINALES, PARADEROS Y CONTROL	
Concesión Estatal de Infraestructura	<u>451.90</u>
TERMINAL	281.60
TERRENOS	112.20
TERMINALES DE INTEGRACIÓN (2)	156.70
ESTACION DE TRANSFERENCIA (1)	7.60
PATIOS Y TALLERES	5.10
PARADEROS	159.60
PARADEROS (34)	111.30
ACCESIBILIDAD	20.40
TECNOLOGIA PARA INFORMACIÓN AL USUARIO	27.90
SISTEMA DE CONTROL	10.70
EQUIPO RODANTE	
Concesión de Transporte	<u>297.10</u>
AUTOBUSES TRONCAL	262.10
SISTEMA DE PREPAGO	35.00
TOTAL (millones de pesos)	<u>1,637.50</u>

Estructura de financiamiento

La estructura de financiamiento que se propone considera el 54.26% de recursos públicos para el Proyecto, que se destinarán a la infraestructura, compuestos por \$610 millones de pesos del Fondo y \$278.50 millones del GENL que se complementaría con \$451.9 millones de inversión privada en infraestructura para realizarse a través de una concesión estatal, y \$297.10 millones de inversión privada en el equipo de transporte, de tal forma que los recursos del sector privado son por el 45.74%.

FINANCIAMIENTO DE LA INVERSIÓN							
	TOTAL (miles de pesos)	RECURSOS PÚBLICOS (miles de pesos)			RECURSOS PRIVADOS (miles de pesos)		
COMPONENTE		APOYO FONADIN	PPS ESTATAL	TOTAL PÚBLICO	CONCESIÓN DE INFRAESTRUCTURA	CONCESIÓN DE TRANSPORTE	TOTAL PRIVADOS
Infraestructura Vial del Corredor	888,527	610,000	278,527	888,527	-	-	-
Terminales, Estaciones y Centro de Control	451,884	-	-	-	451,884	-	451,884
Equipo Rodante	297,103	-	-	-	-	297,103	297,103
TOTAL	1,637,515	610,000	278,527	888,527	451,884	297,103	748,987
PARTICIPACIÓN	100%	37.25%	17.01%	54.26%	27.60%	18.14%	45.74%

Se propone un esquema de Asociación Pública Privada a través de tres procesos:

- Contrato PPS estatal para Infraestructura** del *Corredor con vía reservada* al transporte público, asignadas mediante licitación pública.
- Concesión estatal para Infraestructura** de *terminales, paraderos y control del transporte público del Corredor*, asignadas mediante licitación pública.
- Concesiones para el Servicio de Transporte Público** mediante rutas troncales y alimentadoras reestructuradas con compromisos de modernización y pago por uso de infraestructura, asignadas a las empresas concesionarias actuales.

6. Rentabilidad del proyecto

Beneficios

Los beneficios de este proyecto son los siguientes:

- Aumentar las velocidades de operación en el corredor de 19 Km / hora sin proyecto a 25 Km /hora con proyecto en las rutas normales y a 40 km/h en las rutas exprés.
- Disminuir los tiempos de viaje de los usuarios.
- Disminuir los costos de operación de las unidades de transporte público.
- Ofrecer seguridad y confort a los usuarios.
- Reducir la posibilidad de accidentes al eliminar las maniobras de rebase.
- Mejorar los niveles de servicio.
- Frenar la tendencia a incrementar las tarifas en términos reales.
- Disminuir la contaminación.

De los beneficios mencionados solo se consideran dos de estos para la medición de los beneficios sociales: la disminución en los tiempos de viaje de los usuarios y la disminución de los costos de operación de las unidades de transporte público.

Rentabilidad

Utilizando precios sociales, una tasa de descuento social del 12% anual¹ y un horizonte de 30 años, el resultado de la evaluación indica que, sin considerar la introducción de un servicio exprés, el Valor Actual Neto (VAN) según el escenario mínimo es de \$674.62 millones de pesos y en el escenario más probable el VAN es de \$1,468.62 millones, según estos mismos escenarios la Tasa Interna de Retorno (TIR) se encuentra entre 16.29% y 21.27% y la Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI) entre 16.81% y 21.90%.

El análisis costo - beneficio del proyecto: **“Corredor de Transporte Público Lincoln – Ruiz Cortines”**, indica un Valor Actual Neto mínimo de \$674.62 millones de pesos, una Tasa Interna de Retorno mínima de 16.29%, y una Tasa de Rendimiento Inmediato de 16.81% por lo que se recomienda su realización.

7. Riesgos del proyecto

Los principales riesgos que este tipo de proyecto tiene que enfrentar son los de la demanda y los implicados en la negociación con los actuales transportistas:

Respecto a los riesgos de demanda podemos considerar que estos son mínimos ya que no se supone cambio modal a favor del transporte público, y los que tienen que ver con la implementación de la reestructuración de las rutas también se minimizan por los acuerdos que ya se han alcanzado con los transportistas.

Otros riesgos asociados al proyecto que se atienden para su minimización son los siguientes:

- Relativos al diseño y construcción del corredor, correrán a cargo de los ganadores de la licitación de construcción.
- Relativos a la conservación y mantenimiento del corredor, la responsabilidad cae sobre el gobierno del estado de Nuevo León.
- Lograr la participación de la inversión público privada (capital y deuda)
- Relativos a incrementos en los costos de las obras y suministros
- Que la inversión del sector privado sea por un monto menor
- Incremento en los costos de operación y mantenimiento del corredor.

¹ Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos.

ii. Situación sin proyecto y posibles soluciones

a. Diagnostico de la situación actual

1. Antecedentes

El Área Metropolitana de Monterrey (AMM) es la tercera ciudad del país por tamaño de población, se caracteriza por tener una economía industrial y financiera orientada a la exportación, con grandes centros comerciales y de servicios, principalmente de educación y salud. Se localiza a 220 Km. de la frontera con Estados Unidos, con un ingreso per cápita de alrededor de 10 mil dólares anuales, y una desigual distribución del ingreso.

El Área Metropolitana de Monterrey (AMM) la conforman 9 municipios conurbados donde habitan alrededor de 4 millones de personas, el equivalente al 85% de la población de todo el Estado de Nuevo León.

Actualmente presenta una problemática de movilidad urbana debido a que el crecimiento en la mancha urbana en los últimos 30 años cada vez se ha dado con mayor dispersión, provocando el alargamiento de los viajes de las personas y un mayor costo para la provisión de servicios, sumado a lo anterior, la saturación vial debido al crecimiento del parque vehicular ha provocado una disminución considerable en la velocidad de operación de los distintos tipos de vehículos que circulan en el AMM, lo cual se traduce en incrementos de los Costos Generalizados de Viaje (CGV) para los habitantes de esta ciudad.

2. Origen del proyecto

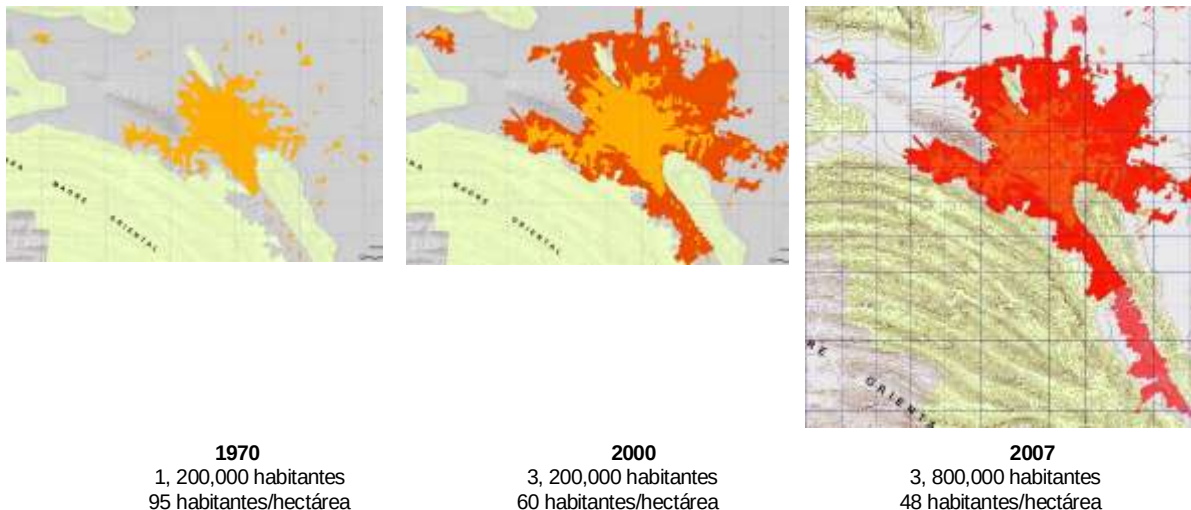
A continuación se describe la problemática que ha venido presentando el área metropolitana de Monterrey en los últimos años para determinar qué es lo que origina a llevar a cabo el proyecto planteado en este estudio.

2.1 Evolución de la Mancha Urbana

El crecimiento de la mancha urbana del AMM en los últimos cuarenta años se ha dado cada vez con mayor dispersión, provocando el alargamiento de los viajes de las personas y un mayor costo para la provisión de los servicios públicos entre ellos el transporte. Esto se ve reflejado en el número de habitantes por hectárea, que de 1970 al 2007 disminuyó de 90 a 48. La morfología de la ciudad es muy diferente a la de la Ciudad de México y otras grandes capitales de Latinoamérica donde la densidad poblacional sigue siendo superior a los 100 habitantes por hectárea.

La figura 1 muestra gráficamente la evolución de la mancha urbana en el AMM de 1970 al 2007, en la que se aprecia como se ha ido extendiendo de manera horizontal en el periodo antes mencionado.

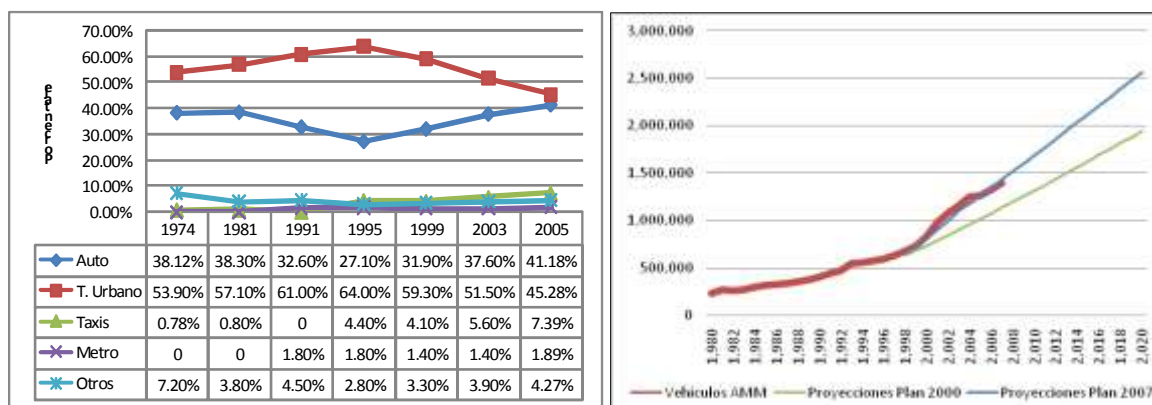
Figura 1. Evolución de la Mancha Urbana del Área Metropolitana de Monterrey



2.2 Evolución de la Saturación Vial

La distribución de los viajes que se realizan en el AMM entre los distintos modos de transporte, denota que en diez años (de 1995 al 2005) el automóvil incrementó su participación en poco más de 14 puntos porcentuales, sobre todo debido a la caída en la participación del transporte urbano de más de 18 puntos y a las elevadas tasas de crecimiento del parque automotor que al finalizar el año 2009 superaron el millón 700 mil vehículos. La figura 2 representa la evolución de la participación modal, en la que se observa la caída en la participación del transporte urbano y el incremento de la participación del automóvil.

Figura 2. Participación Modal y Crecimiento Vehicular en el AMM



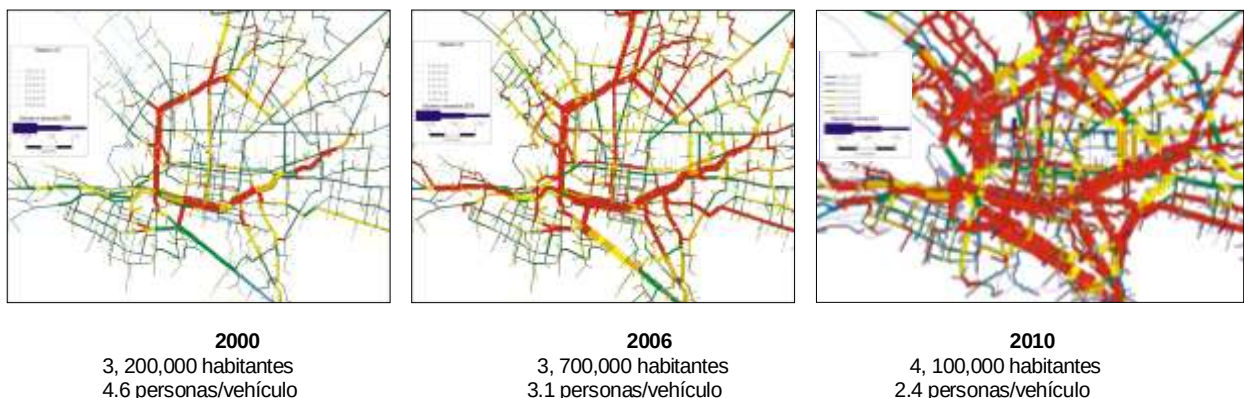
Fuente: Plan Sectorial de Transporte y Vialidad

Los diagramas de saturación vial que se tenían para el año 2000 implicaban que solo un porcentaje menor de la red vial principal se encontraba saturada (en rojo según las gráficas de la figura 3), ya para el año 2006 se encontraban segmentos saturados por toda la ciudad, y

con el crecimiento del parque vehicular en la actualidad prácticamente toda la red vial principal se encuentra rebasada en la hora pico, esto aun cuando cada año se invierte más en las obras viales necesarias según los Planes de Desarrollo Urbano, inversiones que cuestan más de 6 mil millones de dólares, recursos muy superiores a los disponibles en los presupuestos municipales y estatal.

Figura 3. Evolución de la Saturación Vial en el AMM

(Los segmentos saturados se marcan en rojo, el grosor indica el aforo en hora pico)



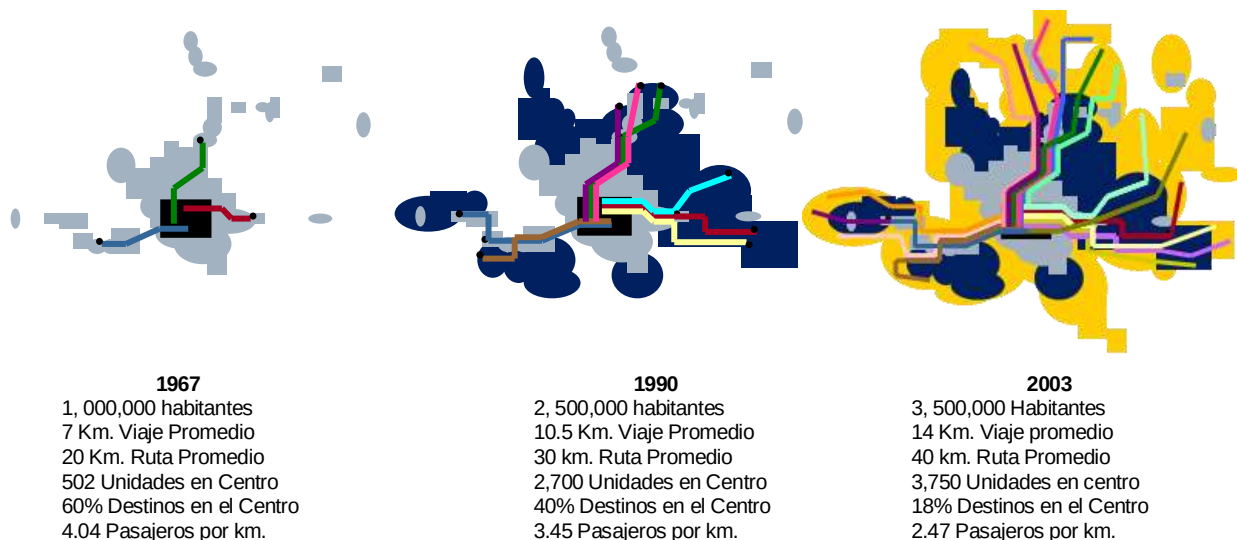
Fuente: Plan Sectorial de Transporte y Vialidad

Como un dato a resaltar es que el número de habitantes por vehículo en el AMM es uno de los más bajos de toda Latinoamérica, pasando de 4.6 en el año 2000 a 2.4 en la actualidad.

2.3 Evolución del Sistema de Transporte Público

El Sistema de Transporte Público Urbano en 1967, con una ciudad de un millón de habitantes y el 60% de los viajes con destino en el centro de la ciudad, seguía un patrón radial en las rutas el cual resultaba eficiente dadas estas características, pero en la actualidad la ciudad tiene 4 veces mas población y menos del 18 % de los viajes con destino en el centro de la ciudad, de tal forma que esa misma estructura radial ahora resulta ineficiente, la figura 4 muestra la evolución del Sistema de Transporte Público que ha tenido el AMM de 1967 al 2003.

Figura 4. Evolución del Transporte Público en el AMM



Como cada vez la ciudad es más dispersa, para el Transporte Público Urbano implica una reducción en el Índice de Pasajeros por Kilómetro (IPK) el cual en 1967 era de 4.04 y para el año 2003 se redujo hasta 2.47, se estima que actualmente se sitúa en esos niveles incluso manteniendo una flota de transporte estable desde hace más de diez años. Lo anterior significa que si continúa la tendencia de menor densificación y caída del IPK, y si se desea un sistema de transporte público con calidad estable, cada vez se requerirán tarifas reales más altas o subsidiadas.

El principal motivo por el cual las personas cambian de modo de transporte es el tiempo de viaje, por lo que de continuar con la misma tendencia en el transporte público el panorama de movilidad en la ciudad por este modo de transporte presenta un panorama muy desalentador.

En resumen, los problemas a resolver en el área metropolitana de Monterrey son los siguientes:

- ❖ Que se deje de usar en forma excesiva el uso del automóvil lo que está provocando un gran congestionamiento y por ende una disminución de la velocidad de circulación del tráfico, principalmente el transporte público.
- ❖ El crecimiento horizontal de la mancha urbana ha derivado en una disminución del índice de pasajeros por kilómetros (IPK), por lo tanto el transporte público cada vez es menos rentable.
- ❖ Por el cambio en la morfología de la mancha urbana del AMM actualmente se realizan traslados más largos, las rutas tienen una mayor longitud, y los tiempos de recorrido son mayores.
- ❖ Por lo tanto el costo generalizado de viaje se ha incrementado principalmente a los usuarios de transporte público.

3. Oferta actual de servicio.

Oferta total actual en el área metropolitana de Monterrey.

Es importante conocer la oferta de servicio de transporte público con la que actualmente se cuenta en el área metropolitana de Monterrey, la cual se define como el total de rutas que operan y dan servicio en el área metropolitana de Monterrey, así como la infraestructura con la que se cuenta, en este caso las condiciones de vialidades por donde circulan tales rutas, las cuales definen en conjunto la velocidad de operación de las mismas.

Actualmente las rutas operan bajo las siguientes condiciones de servicio:

- Rutas fijas de transporte con nivel de servicio aceptable.
- Paradas fijas de transporte identificadas con cobertizos y señales de poste.
- Pavimento en buen estado

El padrón vehicular de transporte público en el área metropolitana de Monterrey se estima en 4,795 unidades², con un total de 247 rutas en operación, las cuales son administradas y operadas por 14 grupos transportistas. La tabla 1 presenta información de los grupos transportistas que operan las rutas en el AMM, la cantidad de rutas que operan, el total de empresas que operan por grupo, el total de unidades, así como su participación porcentual respecto al total.

Tabla 1. Participación por Grupos en el Transporte Urbano del AMM.

GRUPO	RUTAS	EMPRESAS	UNIDADES	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL EN LA FLOTA
CARDENAS	1	1	14	0,29%
CROC	9	2	196	4,09%
CTM - FEAT	95	4	1.731	36,10%
CTM - GPE	23	31	523	10,91%
CTM - SNAT	20	10	406	8,47%
HUINALA	4	8	79	1,65%
LAZCANO	18	1	368	7,67%
MARTINEZ GARCIA	18	4	335	6,99%
MARTINEZ GARZA	7	7	113	2,36%
RUTA 201	2	1	40	0,83%
TIERRA Y LIBERTA	5	2	84	1,75%
TRANSREGIO	43	10	860	17,94%
URBAN	1	1	26	0,54%
VIAS INTERREGIONALES	1	1	20	0,42%
TOTAL	247	83	4.795	100,00%

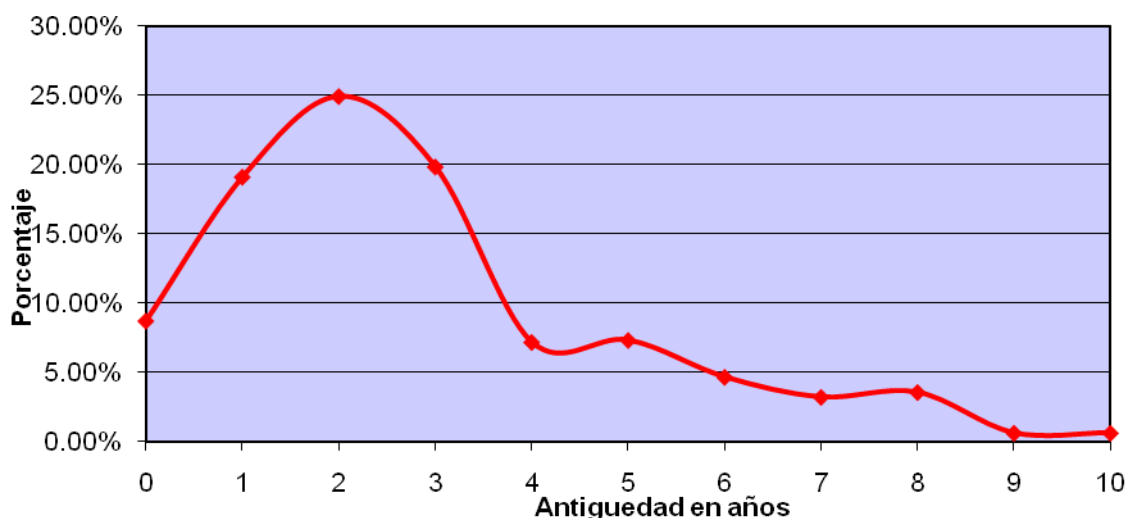
Fuente: Consejo Estatal del Transporte y Vialidad (CETyV).

² Consejo Estatal del Transporte y Vialidad.

Varios grupos transportistas de la entidad cuentan con sistemas de despacho y monitoreo de sus autobuses en tiempo real con tecnología de punta, lo que les permite ajustar su oferta de servicio a la demanda de usuarios. Estas modernas tecnologías penetran cada vez más en los grupos transportistas de la entidad como una estrategia para tratar de contrarrestar la caída de los índices de productividad IPK.

El 100% de los autobuses son del tipo “panorámico”, desapareciendo los denominados “trompudos” y “boxers”. El 29% de la flota cuenta con aire acondicionado, esperándose que en 5 años toda la flota cuente con este beneficio. Se tiene la flota más moderna de Latinoamérica con una inversión de 356 millones de dólares en los últimos cuatro años. La figura 5 presenta en forma gráfica la antigüedad de la flota, en la que se puede apreciar que la mayoría tiene menos de 3 años de antigüedad.

Figura 5. Antigüedad de la flota.



Fuente: Consejo Estatal del Transporte y Vialidad (CETyV).

El 100% de los operadores son empresas, desapareciendo el último hombre camión en el 2004.

El 100% de los chóferes ha tomado al menos un curso de capacitación práctico y con simuladores de al menos 120 horas, los accidentes han bajado un 50% en 6 años.

Las empresas cuentan con 55 hectáreas dedicadas a talleres y encierros, significando un promedio de 115 metros cuadrados por autobús y una inversión que supera los 2 mil millones de pesos.

Oferta en el área de estudio

Actualmente por el corredor Lincoln - Ruiz Cortines operan 47 rutas, de las cuales 9 son rutas principales, 17 son rutas secundarias y 21 son rutas transversales.

La figura 6 representa los recorridos de las 47 rutas en corredor Lincoln y Ruiz Cortines, para más información sobre los recorridos individuales por tipo de ruta se puede consultar el **Anexo I, Oferta de transporte público en el corredor Lincoln y Ruiz Cortines**.

Figura 6. Rutas involucradas con los corredores Lincoln y Ruíz Cortines



Fuente: Informe fase 1a de la Estructuración Técnica, Legal y Financiera de los corredores Lincoln y Ruiz Cortines del CETyV.

El siguiente paso es establecer las rutas objeto de estudio en este análisis, a continuación se presentan las definiciones de cada una de estas y la forma en que participan en este proyecto.

Ruta principal o primaria: es la ruta que tiene un porcentaje mayor de su longitud total de su recorrido por los avenidas Lincoln o Ruiz Cortines, por lo tanto pertenecen al corredor. De acuerdo a esta clasificación en Lincoln existen 7 rutas principales y en Ruiz Cortines existen 2.

Ruta secundaria: es una ruta que tiene más de 4 km de longitud de su recorrido dentro en las avenidas Lincoln o Ruiz Cortines, estas son consideradas que pertenecen a otros corredores de transporte público. Existen 17 rutas secundarias en el corredor Lincoln - Ruiz Cortines.

Ruta transversal: es una ruta con menos de 4 km de longitud de su recorrido dentro del corredor o es una ruta que solo utiliza el corredor para incorporarse a otra vialidad. En total se detectaron 21 rutas transversales en el corredor Lincoln - Ruiz Cortines.

Las rutas objeto de estudio para este proyecto son las rutas principales, las cuales serán fusionadas y se convertirán en rutas troncales y rutas alimentadoras en ambos corredores, y las rutas secundarias que no sufren cambios en sus recorridos, pero si podrán utilizar los carriles exclusivos. Las rutas transversales tienen cambios en sus recorridos, para limpiar el corredor Lincoln - Ruiz Cortines de unidades de transporte público, pero se considera que los cambios que sufren no afectan la rentabilidad del proyecto.

Condiciones actuales de los corredores Lincoln – Ruiz Cortines

La avenida Lincoln, ubicada al nor - poniente de la ciudad, en uno de sus extremos se comunica con el municipio de García y en el otro con la avenida Rodrigo Gómez en el municipio de Monterrey, tiene una longitud aproximada de 16 kilómetros (de Rodrigo Gómez al Periférico Monterrey - Reynosa) y cuenta con 8 carriles en total, 4 en sentido nor - poniente al sur – oriente y 4 en sentido sur – oriente al nor - poniente. Existen vías principales paralelas a ella como son Aztlán, en el norte, y Adolfo Ruíz Cortines y Paseo de los Leones en el sur. Las vías perpendiculares que las comunican son Agamí, Raúl Rangel Frías, José Eleuterio González y Rodrigo Gómez. Ver figura 7.

Figura 7. Ubicación de la Av. Lincoln.



Fuente: Informe fase 1b de la Estructuración Técnica, Legal y Financiera de los corredores Lincoln y Ruiz Cortines elaborado por la empresa Logit México para el CETyV.

La avenida Ruíz Cortines, que comunica al oriente y al poniente de la ciudad, permite la comunicación entre las vías perpendiculares a ella, tiene una longitud aproximada de 29 kilómetros (de Abraham Lincoln a la Carretera a Dulces Nombres) y cuenta con 6 carriles en total, 3 en sentido oriente – poniente y 3 en sentido poniente - oriente.

Existen vías paralelas a la avenida Ruíz Cortines que comunican parcialmente al poniente y al oriente como son, al sur, las avenidas Cristóbal Colón y Francisco I. Madero, la primera con sentido hacia el poniente y la segunda con sentido al oriente; y al norte, las avenidas Los Ángeles y Fidel Velázquez ambas con los dos sentidos de circulación. Ver figura 8.

Figura 8. Ubicación de la Av. Ruíz Cortines.



Fuente: Informe fase 1b de la Estructuración Técnica, Legal y Financiera de los corredores Lincoln y Ruíz Cortines elaborado por la empresa Logit México para el CETyV.

Las figuras 9 y 10 representan las avenidas Abraham Lincoln y Adolfo Ruiz Cortines, respectivamente, en estas se aprecia que la avenida Lincoln actualmente tiene 8 carriles de asfalto, 4 por sentido. A su vez se puede apreciar que esta vialidad tiene un camellón en medio para la división de los carriles por sentido.

En cuanto a Ruíz Cortines, esta vialidad cuenta actualmente con 6 carriles de asfalto, 3 por sentido. Del mismo modo, en la figura 10 se puede ver un camellón en medio para la división de los carriles por sentido.

Figura 9. Situación actual de la avenida Lincoln.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Situación actual de la avenida Adolfo Ruiz Cortines.



Fuente: Elaboración propia.

La velocidad promedio de las rutas principales y secundarias en el corredor Lincoln - Ruiz Cortines se representa en la tabla 2, datos obtenidos del Estudio de estimación de demanda en el corredor Lincoln Ruiz Cortines, el cual se adjunta al presente estudio como Anexo II.

Tabla 2. Velocidad promedio de las rutas en la situación actual

Ruta	Velocidad (Km/H)
Principales	20.59
Secundarias	20.23

Fuente: Estudio de estimación de demanda en corredor LRC, Dr. Oscar Sánchez

4. Demanda y Equilibrio en la situación actual

En base a un estudio de demanda con encuestas origen destino en los hogares y de ascenso y descenso a bordo de las unidades, se desarrolló un modelo de asignación para redes de transporte público con objeto de estimar las demandas de las rutas que conforman el corredor Lincoln - Ruiz Cortines en situación actual y en situación con proyecto, explicación incluida en el **Anexo II Estudio de estimación de demanda del corredor Lincoln Ruiz Cortines**.

La demanda en un proyecto de transporte público está constituida por los usuarios o pasajeros que utilizan las rutas que circulan por los corredores de transporte público, en este caso el corredor Lincoln - Ruiz Cortines, y que utilizan estas vialidades para trasladarse entre un origen y un destino.

La demanda inicial (año 0) en el corredor Lincoln - Ruiz Cortines se obtuvo con la suma de las demandas de las rutas principales y secundarias, la tabla 3 muestra las demandas de pasajeros para estas rutas, así como el total en el corredor. En esta tabla se puede ver que la demanda estimada para las rutas de este corredor es de 356,250 pasajeros diarios.

El punto de equilibrio en todo mercado se encuentra en la intersección de la oferta y la demanda, en términos más claros es donde los parámetros operacionales de las rutas están en equilibrio con la demanda de usuarios. La tabla 3 también muestra los parámetros operacionales en el equilibrio de la situación actual.

Tabla 3. Demanda y parámetros de equilibrio en la situación actual

Cons	Ruta	Intervalo inicial (Min)	No. Unidades	Velocidad inicial (Km/h)	Longitud (Km)	Demanda diaria	Pasajeros por unidad	KM Diarios
1	107VA	6	34	23,00	78,18	12.030	354	12.512
2	82CB	6	20	21,17	40,53	18.240	912	6.774
3	38L	7	24	18,60	51,34	11.590	483	7.142
4	21S	8	18	19,72	45,15	15.980	888	5.679
5	38S	8	16	19,52	41,11	7.250	453	4.997
6	38A	5	32	17,91	46,32	17.890	559	9.170
7	82VS	6	21	21,96	44,71	15.520	739	7.379
8	35MP	15	7	19,88	34,22	5.530	790	2.227
9	21BS	7	18	23,00	46,55	31.500	1.750	6.624
Sub Total Principales			190	20,53		135.530	713	62.504
1	116CU	15	9	17,79	37,01	2.250	250	2.562
2	116SV	15	8	17,81	35,58	1.280	160	2.280
3	122EV	15	8	20,30	39,18	4.320	540	2.598
4	122N	5	36	18,67	55,60	15.000	417	10.754
5	216	4	44	20,97	60,51	23.660	538	14.763
6	210	11	12	17,66	38,20	6.440	537	3.391
7	2L	15	8	23,84	45,20	3.670	459	3.052
8	25A	8	15	20,36	38,17	14.720	981	4.886
9	27V	15	8	22,25	43,79	4.290	536	2.848
10	35RC	15	7	20,05	31,62	2.220	317	2.246
11	215	5	32	20,29	53,04	19.910	622	10.388
12	122PSI	3	56	19,01	52,95	28.440	508	17.033
13	201	13	17	18,69	66,91	8.640	508	5.084
14	216R	5	35	20,94	60,45	24.630	704	11.726
15	25V	9	14	19,60	39,96	26.320	1.880	4.390
16	35L	7	14	19,73	30,52	15.350	1.096	4.420
17	202	8	29	23,64	90,40	19.580	675	10.969
Sub Total Secundarias			352	20,09		220.720	627	113.389
TOTAL			542			356.250	657	175.894

Fuente: Estudio de Estimación de demanda corredor Lincoln – Ruiz Cortines, del Dr. Oscar Sánchez

b. Descripción de Situación actual optimizada

1. Medidas para la eficiencia del sistema actual

El proceso de modernización del transporte público data de una década atrás (1999-2009), el conjunto de intervenciones por parte de la autoridad ha tenido un elevado costo económico, de la misma forma como lo han tenido los prestadores del servicio, los cuales han contribuido en gran parte al desarrollo del transporte colectivo. Sin embargo, la contribución de ambos entes en un escenario optimizado de la situación actual sin dar continuidad a las acciones de infraestructura del Plan Sectorial de Transporte y Vialidad, reflejada en la preferencia y prioridad para el transporte público sería de la siguiente manera:

Si no se llegara a dar continuidad a los proyectos de infraestructura establecidos en el Plan Sectorial de Transporte y Vialidad del Estado, se requiere por lo menos, optimizar la situación actual con las siguientes acciones:

- Implementación de un sistema de pago de tarifa ágil y sin fugas de dinero.
- Propuestas de solución o reducción de congestionamiento en zonas plenamente identificadas con este problema.
- Revisión de las vueltas izquierdas para impedir o reducir el bloqueo del carril extremo izquierdo por parte de vehículos que realizan la maniobra.
- Gestión y supervisión del servicio por parte de la autoridad con métodos tradicionales.
- Frecuencia de servicio adaptada a las variaciones de la demanda.

En términos generales un escenario optimizado buscaría mejorar la calidad de circulación en las zonas congestionadas con poca o nula contribución de la disminución del tiempo de viaje de las rutas. Una optimización en la operación del transporte, con la implementación de sistemas de prepago, contribuiría a una reducción de costos operacionales por rápido acceso al transporte público, pero difícilmente mejoraría la velocidad de operación de las unidades de transporte, debido al contacto con el tránsito general, posiblemente la inclusión de vehículos con mejor tecnología que optimizaría ahorros de combustibles.

La consideración de ahorros mediante un sistema de semáforos gestionado desde un sistema central³ (SINTRAM), tanto para el transporte público como el privado, se vería con un costo elevado desde la perspectiva de muchos municipios, podría hacer aconsejable que se aborde por etapas y sectores de la ciudad, comenzando con el progresivo reemplazo de los semáforos obsoletos, por otros que soporten la tecnología necesaria. Sin embargo, esta optimización se vería afectada por las siguientes razones:

- Crecimiento de la población acompañado de urbanización acelerada y procesos de expansión de la ciudad.
- Incremento de la motorización elevando los índices de saturación y congestionamiento vial.
- Altos precios de los combustibles de origen petrolero, y
- Un incremento significativo en la contaminación.

2. Optimización operacional de la situación actual

Para evaluar un proyecto, la situación base a partir de la cual se compara la situación con proyecto no siempre coincide con la situación que prevalece actualmente. Antes de evaluar, es preciso aplicar medidas administrativas y/o inversiones de bajo costo que mejoren la operación vehicular respecto a la situación actual. De esta forma, se evita atribuir al

³ Sistema Integral de Transporte Metropolitano.

proyecto bajo evaluación beneficios que no le corresponden, ya que tales beneficios pueden lograrse a través de un costo menor al del proyecto que se pretende realizar.

En esta ocasión, al escenario actual se le realizó una optimización operativa del servicio de transporte público de superficie que actualmente operan en el eje vial formado por las avenidas Lincoln y Ruíz Cortines. Esta optimización se describe en el **Anexo II Estudio de estimación de demanda del corredor Lincoln - Ruiz Cortines**.

La optimización en términos operativos consiste en hacer corresponder la demanda del transporte público de superficie (autobuses) con la oferta del servicio (número de unidades e intervalo de paso).

Dado que la eventual reducción del número de unidades afecta el intervalo de paso y por lo tanto de espera y de traslado se tendrá reasignación de usuarios del sistema de superficie actual.

Por consiguiente, la demanda en cada una de las rutas se modificará por lo que el número de unidades en circulación debería ser menor al actual.

Esta disminución del parque vehicular se traduce, por un lado, en eventuales aumentos de tiempo de recorrido para los usuarios que continúen empleando el transporte de superficie debido principalmente a que el intervalo de paso será mayor y por otro lado, en una disminución de los vehículos-kilómetros diarios que se traduce en un ahorro de costos de operación, consumo de combustible y emisión de contaminantes pero sobre todo en la disminución de tiempos de recorrido de los usuarios del auto particular debido al descongestionamiento de la vialidad al retirar de la circulación el excedente de unidades de transporte público.

c. Análisis de oferta y demanda sin proyecto

Una vez optimizada la situación actual se puede decir que ésta ahora corresponde a la **situación sin proyecto (situación actual optimizada)** de la cual partiremos para la realización del análisis costo beneficio.

1. Oferta sin proyecto

La oferta sin proyecto (situación actual optimizada) no varía respecto a la situación actual es decir siguen siendo las mismas rutas, lo que si cambian son los parámetros operacionales, los cuales se describen en el siguiente punto donde se habla de los parámetros de equilibrio.

2. Demanda y equilibrio sin proyecto

Una vez optimizada la situación actual se obtuvieron los nuevos datos de demanda pero ahora en situación sin proyecto (situación actual optimizada), la cual esta representada en la tabla 5 que a continuación se presenta.

Los datos donde interactúan la oferta y la demanda son presentadas en la misma tabla 4, estos parámetros de equilibrio fueron obtenidos del **Anexo II Estudio de estimación de demanda del corredor Lincoln - Ruiz Cortines**.

Tabla 4. Demanda y parámetros de equilibrio en situación sin proyecto

Ruta	Velocidad de la ruta	Velocidad en el corredor	Longitud Total	Longitud corredor	Longitud de viaje en corredor	Tiempo de recorrido en corredor	Unidades	Intervalo de paso	Demanda Diaria	Pasajeros por unidad diarias	IPK Diario	Kilómetros recorridos en corredor
PRINCIPALES												
107VA	23.00	21.00	78	24	7.1	68.57	17	12	11,790	694	2.01	1,800
82CB	21.17	19.17	41	30	9.5	93.90	23	5	17,880	777	2.45	5,406
38L	18.60	16.60	51	25	7.1	90.36	18	9	11,370	632	2.26	2,445
21S	19.72	17.72	45	24	7.7	81.26	21	7	15,660	746	2.52	3,302
38S	19.52	17.52	41	16	4.4	54.79	10	13	7,110	711	2.43	1,140
38A	17.91	15.91	46	16	5.0	60.34	25	6	17,530	701	2.61	2,320
82VS	20.06	19.96	45	43	12.9	129.26	21	6	15,220	725	2.41	6,077
35MP	19.88	17.88	34	20	5.6	67.11	7	15	5,430	776	2.60	1,220
21BS	23.00	21.00	47	24	8.0	68.57	39	3	30,880	792	2.30	6,937
							181		132,870	734	2.38	30,648
SECUNDARIAS												
116CU	17.79	15.79	37	7	2.5	26.60	5	25	2,210	442	1.66	252
116SV	17.81	15.81	36	7	0.9	26.57	3	40	1,260	420	1.57	158
122EV	20.30	18.30	39	10	2.3	32.79	6	19	4,240	707	2.32	466
122N	18.67	16.67	56	10	2.7	35.99	22	8	14,700	668	2.39	1,108
216	20.97	18.97	61	6	1.4	18.98	44	4	23,200	527	1.68	1,372
210	17.66	15.66	38	9	2.9	34.48	12	11	6,320	527	1.99	749
2L	23.84	21.84	45	4	0.4	10.99	8	14	3,590	449	1.25	253
25A	20.36	18.36	38	4	0.9	13.07	20	6	14,420	721	2.36	640
27V	22.25	20.25	44	10	2.7	29.63	8	15	4,210	526	1.58	610
35RC	20.05	18.05	32	15	4.2	49.86	5	19	2,180	436	1.45	713
21S	20.29	18.29	53	11	1.8	36.09	32	5	19,510	610	2.00	2,020
122PSI	19.01	17.01	53	10	2.7	35.27	56	3	27,880	498	1.75	3,016
201	18.69	16.69	67	10	2.6	35.95	16	13	8,460	529	1.89	670
216R	20.94	18.94	60	6	1.7	19.01	35	5	24,150	690	2.20	1,091
25V	19.60	17.60	40	4	1.1	13.64	30	4	25,800	860	2.93	883
35L	19.73	17.73	31	13	3.7	43.99	20	5	15,050	753	2.54	2,521
202	23.64	21.64	90	26	3.4	72.09	29	8	19,200	662	1.87	2,958
							351		216,380	616	2.03	19,481
TOTAL							532		349,250	656	2.15	50,129

Fuente: Estudio de estimación de demanda en corredor LRC, Dr. Oscar Sánchez

Los indicadores promedio de las rutas principales y las secundarias en la situación sin proyecto optimizada para todo el horizonte de evaluación se presenta en la tabla 5.

Tabla 5. Indicadores promedio de la situación sin proyecto

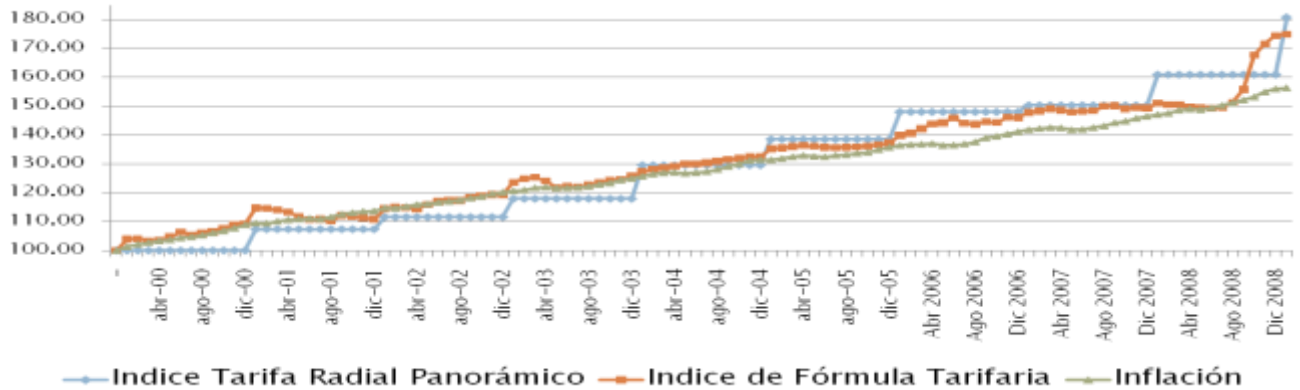
Año	Unidades HMD	Pas X Unidad HMD	Demanda Diaria	Pasajeros X Unidad Diarios	IPK Diario	Kilómetros recorridos diarios en el corredor	Velocidad promedio ruta	Velocidad promedio en corredor	Crecimiento quinquenal en demanda
Principales									
2010	181	73	132,870	734	2.38	30,648	20.59	18.81	
2015	200	70	139,646	698	2.38	32,134	19.59	17.81	5.10%
2020	221	66	146,768	664	2.38	33,693	18.60	16.81	5.10%
2025	244	63	154,254	632	2.39	35,289	17.60	15.82	5.10%
2030	272	60	162,120	596	2.39	37,102	16.60	14.82	5.10%
2035	304	56	170,389	560	2.39	39,016	15.61	13.82	5.10%
2040	341	53	179,078	525	2.40	40,932	14.61	12.83	5.10%
Secundarias									
2010	351	62	216,380	616	2.03	19,481	20.23	18.23	
2015	389	58	227,415	585	2.03	20,543	19.23	17.23	5.10%
2020	431	55	239,014	555	2.03	21,571	18.23	16.23	5.10%
2025	480	52	251,203	523	2.03	22,743	17.22	15.22	5.10%
2030	536	49	264,015	493	2.02	23,925	16.22	14.22	5.10%
2035	600	46	277,479	462	2.03	25,112	15.22	13.22	5.10%
2040	676	43	291,631	431	2.02	26,392	14.22	12.22	5.10%

Se supone un crecimiento anual de la demanda de transporte público de un 1%, el cual está por debajo del crecimiento tendencial de toda el Área Metropolitana de Monterrey que es del 1.2%, y del crecimiento de la población en las zonas de influencia del corredor que es del 3.5% anual (**ver Anexo VI Plan Sectorial de Transporte y Vialidad del AMM**).

3. Tarifas aplicadas por el transporte público

En Nuevo León las tarifas del servicio de transporte público desde el año 2000 por Ley siguen una fórmula escalatoria dependiente de los niveles que tomen los precios del Diesel, la tasa de los CETES a 28 días, el índice nacional de precios al consumidor, los salarios mínimos, y el tipo de cambio del dólar. En muchas ocasiones esta fórmula de costos ha arrojado resultados superiores que la inflación y las tarifas se han respetado. La Figura 11 muestra la evolución de la fórmula, la inflación y las tarifas hasta el año 2008, a partir del 2009 con la introducción de tarifas diferenciadas entre pago en efectivo y prepago con tarjeta, ha sido posible mantener las tarifas de prepago congelada a cambio de una tarifa en efectivo de \$10.00.

Figura 11. Evolución de las tarifas del transporte



d. Alternativas de solución

Antes de determinar llevar a cabo un corredor de transporte público abierto como el que se está proponiendo, se analizaron alternativas a este proyecto propuesto donde se trata de definir el nivel de integración física y el tipo de material rodante a emplear en el corredor, a continuación se muestran estas alternativas:

- ❖ *BRT Troncal*. Considera una longitud del corredor similar a la propuesta por el proyecto LRC operando en carril confinado a una velocidad comercial de 25 km/h con vehículos de 150 pax/unidad
- ❖ *BRT Troncal Ext.* Considera una longitud del corredor ampliado a ambos extremos con respecto a la propuesta en el proyecto LRC. Esta variante opera con carril confinado a una velocidad comercial de 25 km/h con vehículos de 150 pax/unidad.
- ❖ *Tren Troncal*. Considera una longitud del corredor similar a la del proyecto LRC operando como sistema ferroviario urbano con un grupo de vagones que alcanza una capacidad de 1000 pax/vehículo y una velocidad comercial de 35 km/h.
- ❖ *Tren Troncal Ext.* Considera una longitud del corredor ampliado a ambos extremos con respecto a la propuesta en el proyecto LRC. La variante opera como un sistema ferroviario urbano con un grupo de vagones que alcanza una capacidad de 1000 pax/vehículo y una velocidad comercial de 35 km/h.

Las conclusiones que se pueden obtener de los resultados son:

- La extensión del eje troncal del corredor no aporta mejoras sustanciales en términos de la captación por lo que es recomendable mantener la longitud propuesta inicial de extensión
- El cambio de vehículo para las alternativas analizadas no aporta mejoras sustanciales en términos de captación por lo que es conveniente evaluar la posibilidad de utilizar vehículos menores a una capacidad de 150 pax/unidad con la finalidad de mejorar la frecuencia de paso de las unidades al aumentar el número de unidades que presta el servicio y con ello reducir los tiempos de espera.
- Adicionalmente el Centro de Transporte Sustentable CTS realizó un análisis comparativo de las posibilidades tecnológicas que podrían ser utilizadas en el corredor de transporte Lincoln – Ruiz Cortines, donde concluye que el sistema BRT de operación mixta planteado no sólo demuestra ser una alternativa costo-efectiva para atender la necesidad de transporte en el área de influencia del proyecto, sino que también posee ventajas cualitativas importantes respecto a las otras alternativas estudiadas.

Por lo tanto se determinó solo llevar a cabo el costo beneficio con la comparativa, que se propuso desde un inicio y que a continuación se describe.

Para más información sobre el análisis de estas alternativas consultar el **Anexo II Estimación de demanda del corredor Lincoln – Ruiz Cortines**, elaborado por el Dr. Oscar Sánchez, y el **Anexo VIII Análisis de Alternativas Tecnológicas** elaborado por el CTS.

iii. Descripción del proyecto

a. Objetivo

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 en el apartado 2.10 Telecomunicaciones y transportes y el Objetivo 14, establece lo siguiente:

“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 en todo el país y con el mundo, así como hacer más eficiente el transporte de mercancías y las telecomunicaciones hacia el interior y el exterior del país, de manera que estos sectores contribuyan a aprovechar las ventajas comparativas con las que cuenta México”

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) es el documento que integra todas las acciones que contempla llevar a cabo el gobierno del estado de Nuevo León del 2010 al 2015, en este documento en el punto **7.3.11 Modernización y racionalización del transporte público**, en la página 80, contempla lo siguiente: “*Gestionar la provisión de infraestructura exclusiva para la operación de los nuevos modelos de diseño de las redes de servicios con esquemas tronco – alimentadoras*”, pretendiendo dar solución al problema de movilidad de pasajeros en sus diferentes orígenes y destinos por lo que contribuye a lograr el Objetivo 14 del PND 2007-2012.

Por otro lado, el Plan Sectorial de Transporte y Vialidad del Área Metropolitana de Monterrey 2008-2030 (PSTV), refiere que es necesario detener el crecimiento del uso del automóvil particular, y para eso se requiere un Sistema Integrado de Transporte Metropolitano (SITME) con altos estándares de calidad, sistema de prepago e infraestructura especializada para el transporte público, que lo hagan competitivo en tiempo de traslado y calidad respecto al auto.

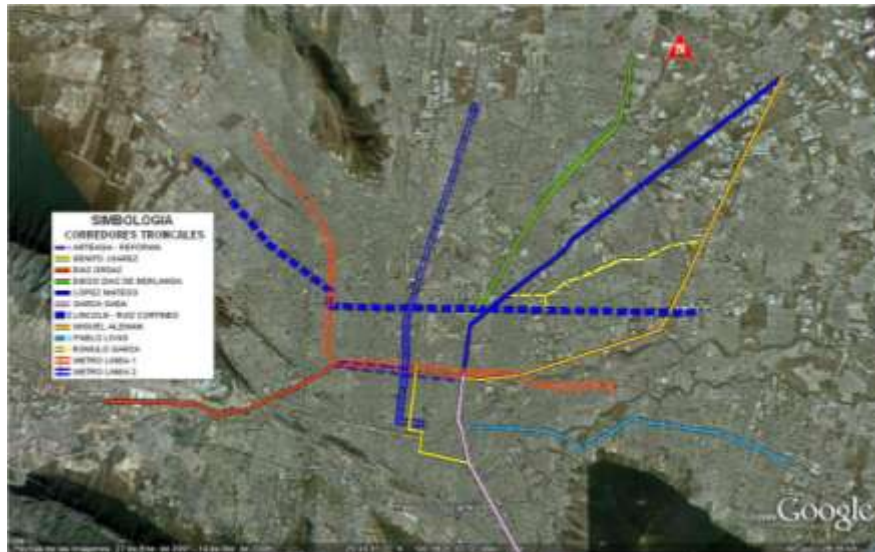
El PSTV tiene una visión de fondo e incluyente, con iniciativas para incentivar un modelo de desarrollo urbano basado en usos de suelo mixto y alta densidad poblacional orientada al transporte público, que incorpore medios no motorizados a las redes de transporte, manejo del tránsito y medidas de carácter ambiental.

El documento analiza dos posibles políticas públicas de movilidad: una basada en medios individuales y otra en colectivos. Para hacer esta valoración se utilizó el software conocido como TRANUS (acrónimo de Transporte y Usos de Suelo), lo cual permitió cuantificar los efectos que sobre la movilidad producirán distintas combinaciones de inversiones en vialidad o transporte público, junto con acciones en desarrollo urbano, manejo del tránsito y medios no motorizados.

De entre las acciones propuestas la más importante, por la generación de beneficios, es la construcción del Sistema Integrado de Transporte Metropolitano SITME.

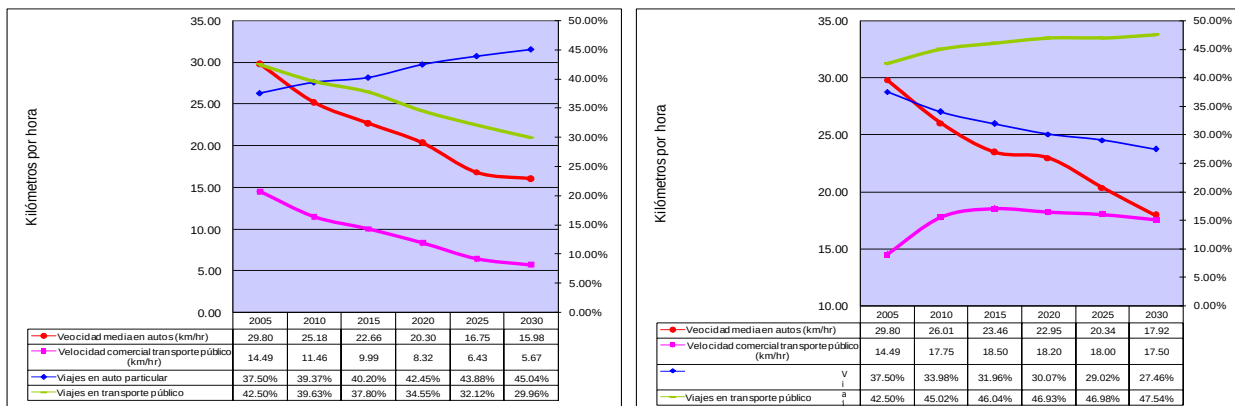
El PSTV propone el desarrollo de 10 corredores de transporte masivo entre los cuales el corredor troncal Lincoln - Ruiz Cortines es el que presenta mayor demanda después de los corredores por donde están las dos líneas de Metrorrey.

Figura 12. Corredores Troncales del Sistema Integrado de Transporte Metropolitano SITME



En el modelo TRANUS el escenario tendencial arroja pronósticos muy preocupantes, indica que si seguimos con la tendencia actual de mayor uso del auto y menos uso del transporte público, en el 2030 la velocidad media del auto habrá caído hasta 15.98 Km./h, y la del transporte hasta 5.67 Km./h. El mismo modelo en el escenario alternativo de aplicar las estrategias del Plan Sectorial de Transporte y Vialidad, indica que se revertiría la tendencia de mayor uso del auto y menos uso del transporte público, en el 2030 la velocidad media del auto no caería tanto llegando a 17.92 Km./h, y la del transporte se incrementaría a 17.50 Km./h.

Figura 13. Resultados de TRANUS con Escenarios de Crecimiento Tendencial y Alternativo



Los datos de la situación actual y los del futuro permiten concluir que la estrategia alternativa de movilidad basada en el SITME y sus ligas con el Desarrollo Urbano arrojan resultados positivos.

b. Propósito

La reestructuración de las rutas y la implementación de carriles exclusivos para el transporte público en el corredor Lincoln - Ruiz Cortines, tiene como propósito disminuir el tiempo de traslado de los usuarios, y así lograr un sistema de transporte más eficiente que desincentive el uso del automóvil en la zona y con ello evitar el congestionamiento vial.

Así mismo, se pretende que este corredor sea un ejemplo para replicar el proyecto en otros corredores del área metropolitana de Monterrey que presentan una problemática similar.

c. Componentes

El proyecto consiste en la construcción de un Corredor Troncal con vía reservada al transporte público que cruza la zona metropolitana de Monterrey de oriente a poniente por las avenidas Lincoln y Ruíz Cortines, con una longitud de 24.8 km de terminal a terminal, variando de la longitud contemplada inicialmente en el **Anexo I. Oferta de transporte público en el corredor Lincoln - Ruiz Cortines** debido a que cambió la ubicación de las terminales por haber caducado las cartas compromiso para adquirir los predios), con sus rutas alimentadoras.

a) Infraestructura del corredor:

- Corredor con dos carriles centrales de concreto hidráulico pigmentado, reservados para el transporte público a lo largo de los 24.8 km, el cual contará con carril de rebase en cada una de las estaciones.

- 3 pasos a desnivel reservados para los autobuses, en los cruces de Lincoln con Gonzalitos, Ruiz Cortines con José Ángel Conchello y el tercero en Manuel L. Barragán y Universidad.
- Dos terminales de integración, terminal poniente en la calle Puerta de Hierro por Av. Lincoln, y la terminal oriente en la calle Modesto Alanís por Av. Ruiz Cortines.
- Estación de transferencia con la línea 1 del Metrorrey en su estación Mitras.
- 34 paraderos, la mitad de 4 posiciones por sentido y la otra mitad de 6 posiciones por sentido, todos con carril de rebase.

Diseño de carriles centrales

Las figuras 14 y 15 muestran el diseño de los carriles exclusivos del corredor de centrales de concreto hidráulico pigmentado, reservados para el transporte público a lo largo de los 24.8 km, el cual contará con carril de rebase en cada una de las estaciones. En la figura 15 se aprecia en el diseño de los carriles exclusivos en Lincoln y Gonzalitos y en Rodrigo Gómez y Lincoln.

Figura 14. Vialidad con 3 carriles y BRT con carril de rebase

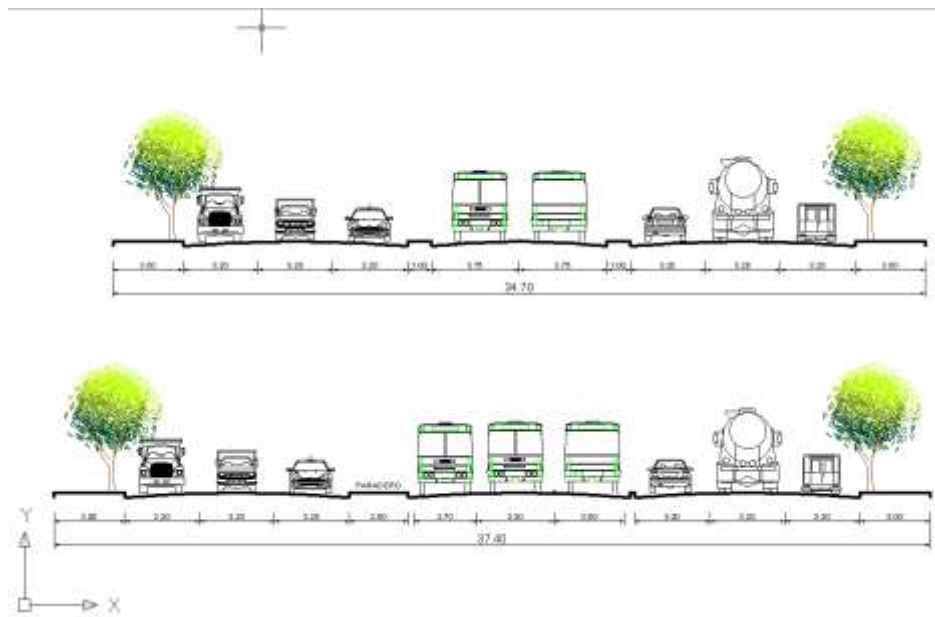


Figura 15. Diseño de los Carriles Exclusivos del Corredor de Transporte



(Lincoln y Gonzalitos, vista de oriente a poniente)



(Rodrigo Gómez y Lincoln)

Fuente: Estudios de Análisis operacional del sistema de Bus Rapid Transit (BRT) Lincoln Ruiz Cortines, Ingeniería Civil, UANL.

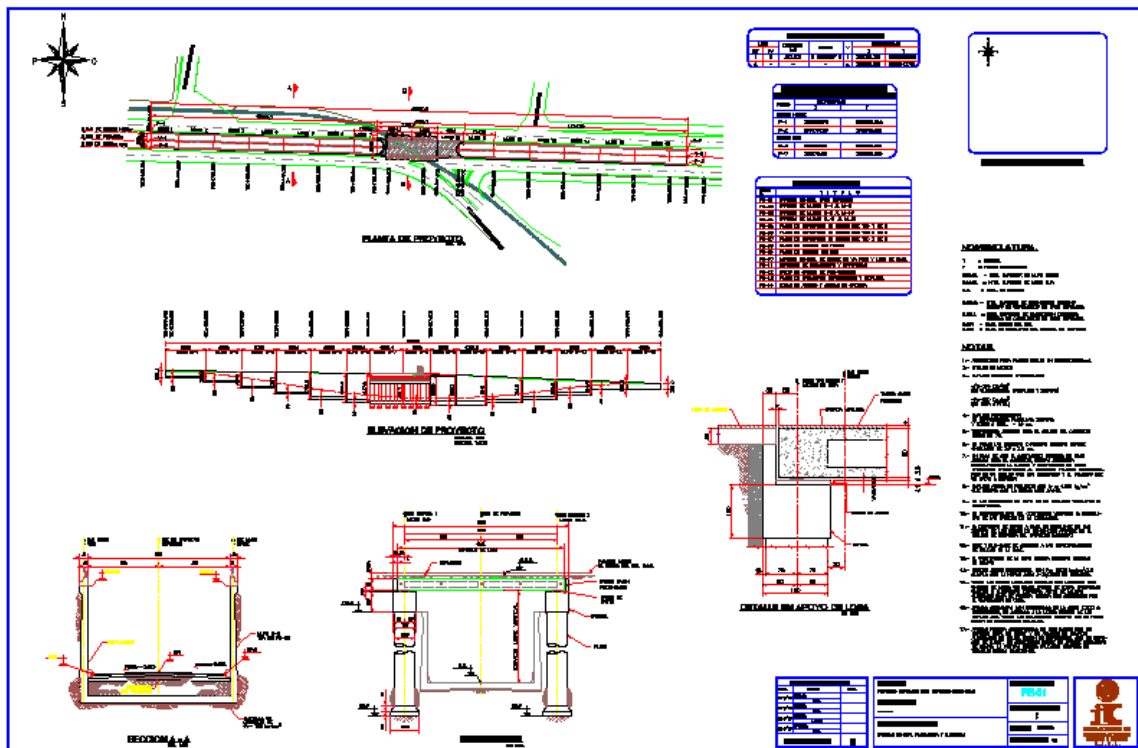
Pasos a desnivel en el corredor

Se tiene contemplado construir tres pasos a desnivel exclusivos para el transporte público involucrado en este proyecto en los siguientes cruces: Lincoln y Gonzalitos, Ruiz Cortines y José Ángel Conchello y el tercero en Manuel L. Barragán y Ruiz Cortines.

También se tiene contemplado la construcción de 3 pasos a desnivel adicionales para el tráfico en general que no están incluidos en los costos del proyecto, uno por parte de la SCT en el cruce de Anillo Vial Metropolitano y Ruiz Cortines y dos más por parte del municipio de Monterrey en Lincoln y Ruiz Cortines y en el cruce de Félix. U. Gómez y Ruiz Cortines, el costo aproximado de estos pasos a desnivel adicionales es superior a los \$ 270 millones de pesos.

La figura 16 muestra el diseño de uno de los pasos a desnivel, específicamente el que se ubicaría en Av. Conchello y Ruiz Cortines.

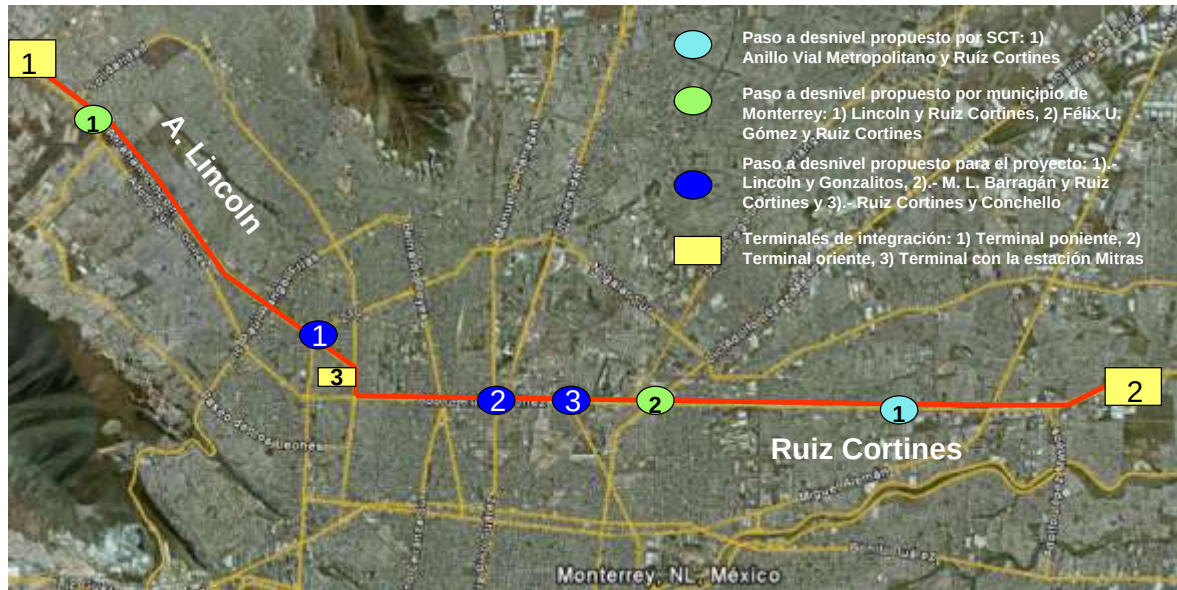
Figura 16. Diseño de paso a desnivel (Conchello y Ruiz Cortines)



Fuente: Ingenierías a detalle del BRT Lincoln Ruiz Cortines, Ingeniería Civil, UANL.

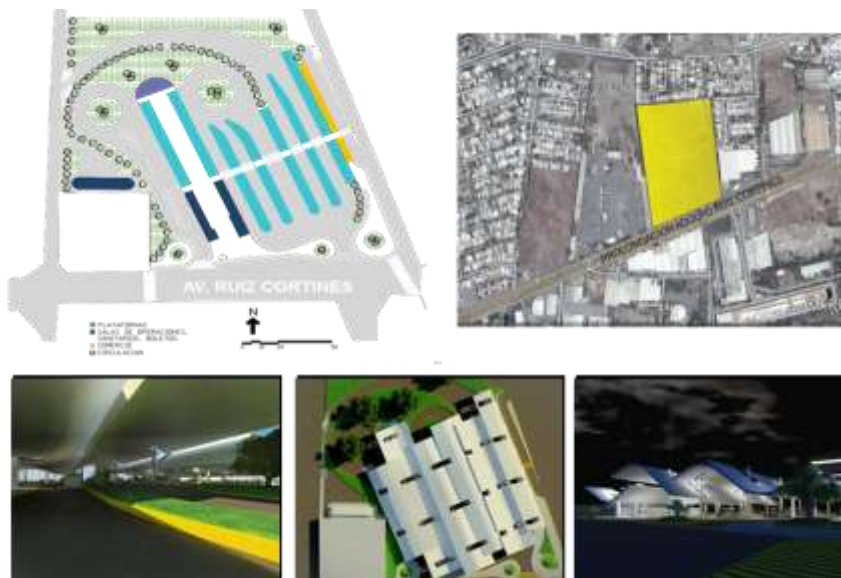
En la figura 17 se puede observar las ubicaciones de los pasos a desnivel propuestos para el proyecto, así como los que tienen contemplados construir la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y el municipio de Monterrey, en esta figura también se puede apreciar las terminales de integración.

Figura 17. Ubicación de pasos a desnivel y terminales de integración



El proyecto incluye la construcción de dos terminales de integración: la terminal poniente ubicada en la calle Puerta de Hierro por Av. Lincoln, y la terminal oriente ubicada en la calle Modesto Alanís por Av. Ruiz Cortines. La figura 17 muestra los diseños de las terminales de integración.

Figura 18. Diseño de Terminales de Integración



Estación de transferencia

Otro componente de la infraestructura contemplado en el corredor es una estación de transferencia en la estación del Metro “Mitras”, la figura 19 muestra el diseño de cómo quedaría la integración de los carriles exclusivos con el Metro.

Figura 19. Terminal de transferencia con la estación del Metro “Mitras”

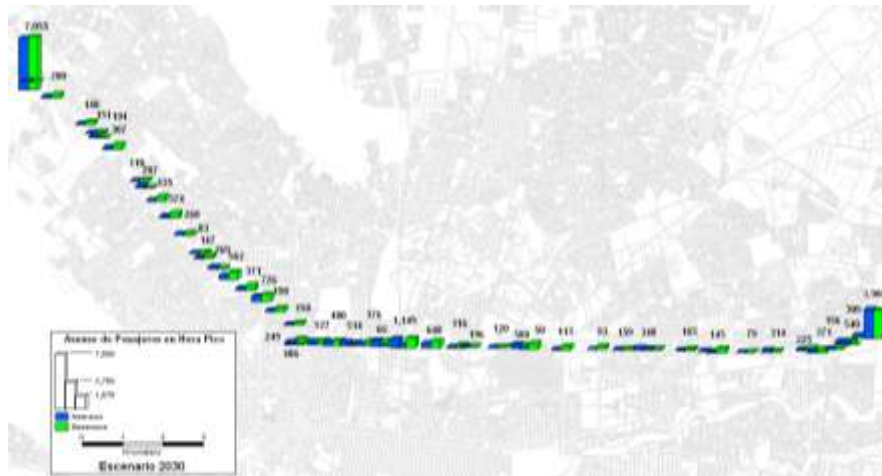


Fuente: Estudios de Análisis operacional del sistema de Bus Rapad Transit (BRT) Lincoln Ruiz Cortines, Ingeniería Civil, UANL.

Paraderos

Es importante el dato de ascensos y descensos en las paradas, para determinar el número de posiciones de autobús que se requieren en cada una de las estaciones intermedias, la figura 20 muestra el dato de ascenso y descenso obtenido por el Consejo Estatal del Transporte y Vialidad con información del **Anexo II Estimación de en el corredor Lincoln - Ruiz Cortines.**

Figura 20. Ascensos y Descensos en las Estaciones para el año 2030 Con Proyecto



En función de los ascensos y descensos se contemplan dos tamaños de paraderos, los habrá con posiciones para 4 y 6 autobuses por sentido, los figuras 21 y 22 muestran el diseño de un paradero con cuatro posiciones y estación cerrada.

Figura 21. Diseño de paradero de cuatro posiciones

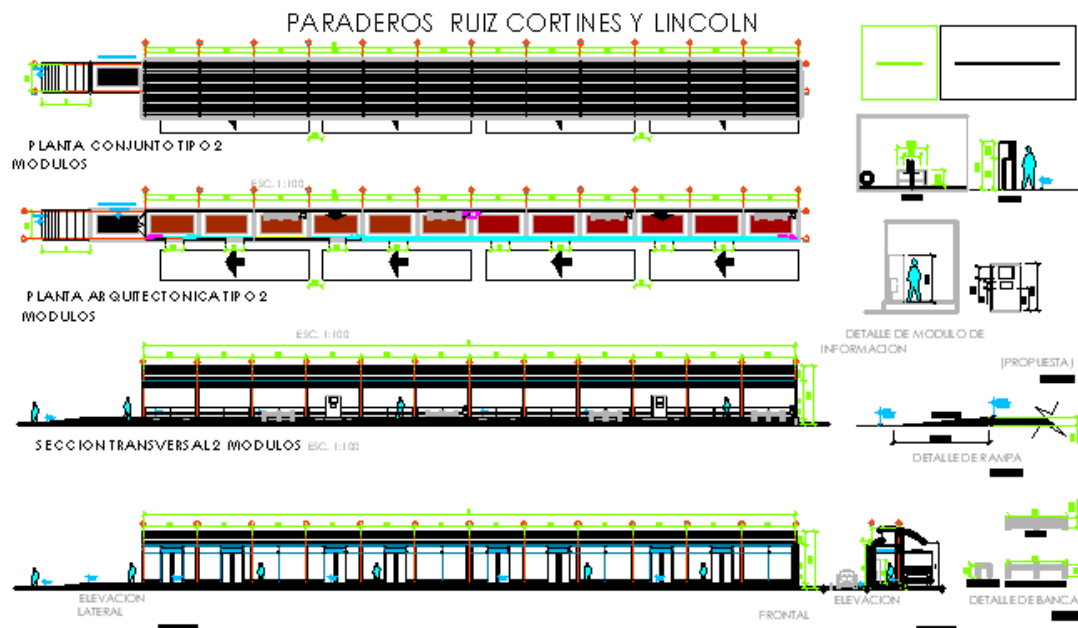


Figura 22. Ejemplo de módulo de paradero climatizado



Es importante señalar que nunca se ha considerado dentro de los costos del proyecto la climatización de las estaciones, esta será pagada por grandes empresas de la localidad que cada una “apadrine” varias estaciones (por el corredor están ubicadas las empresas TERNIUM, CEMEX, VITRO, FEMSA, GRUMA, CYDSA, SORIANA, IMMSA, BANORTE Y VILLACERO entre otras).

b) Reestructuración de rutas, equipo de transporte y tecnología:

- Reestructuración de 47 rutas, racionalizando sus recorridos con un sistema de 5 rutas troncales, 14 alimentadoras y 17 rutas secundarias. Además 21 rutas transversales modifican su recorrido para no circular a lo largo del corredor.
- Adquisición de 112 nuevos autobuses de piso bajo de 100 pasajeros para las rutas troncales.
- Sistemas de recaudo electrónico con tarjeta de prepago,
- Sistema de información para el usuario.
- Centro de control para la gestión de la flota y semaforización inteligente para dar prioridad vial al transporte público.

Reestructuración de rutas

Los siguientes cuadros muestran las rutas en su situación actual y cómo cambiarían estas en la situación con proyecto.

Tabla 6. Reestructuración a rutas troncales

Rutas en el Sistema actual	Rutas con el Sistema propuesto
RUTAS PRINCIPALES	TRONCALES
21 BARRIO ACERO	RUTA PARQUE FUNDIDORA
21 BARRIO SANTA ISABEL	
35 VILLAS DEL PONIENTE	RUTA CENTRAL DE AUTOBUSES
107 GARCIA - VALLE VERDE	
38 ALIANZA	RUTA ALAMEDA
38 LIBRAMIENTO	
38 SOLIDARIDAD	
82 CASA BLANCA	RUTA RUIZ CORTINES
82 VALLE SOLEADO	
SIN RUTA EQUIVALENTE	LINCOL - RUIZ CORTINES

Tabla 7. Reestructuración a rutas alimentadoras

Rutas en el Sistema actual	Rutas con el Sistema propuesto
	ALIMENTADORAS
82 CASA BLANCA	CASA BLANCA
82 VALLE SOLEADO	VALLE SOLEADO
228	HACIENDA MARGARITAS
228 DULCES NOMBRES	DULCES NOMBRES
228CVIVIENDA DIGNA	VIVIENDA DIGNA
228 VIVIENDA DIGNA	BOSQUES DE SAN MIGUEL
228 L. DE LA PAZ - CAMPANARIO	LOMAS DE LA PAZ
310	VALLE DE SAM MARTIN
38 ALIANZA	LA ALIANZA
35 VILLAS DEL PONIENTE	VILLAS DEL PONIENTE
38 LIBRAMIENTO	LA UNIDAD
107 GARCIA - VALLE VERDE	GARCIA
310	MISION SAN JUAN

El listado de las rutas reestructuradas incluye 5 rutas troncales, 14 rutas alimentadoras y 17 rutas secundarias, las cuales se listan según las vialidades por donde circularán.

5 Rutas Troncales:

- 3 rutas troncales principales que entran y salen de Lincoln: Parque Fundidora, Alameda y Central de Autobuses.
- 1 ruta troncal principal que entra y sale de Ruiz Cortines: Ruta Ruiz Cortines.

- 1 ruta troncal principal en todo el corredor.

14 Rutas Alimentadoras:

- 7 rutas alimentadoras en Lincoln: La Unidad, Misión de San Juan, La Alianza, Villas del Poniente, Valle de San Martín, Balcones de San Bernabé y García.
- 7 rutas alimentadoras en Ruiz Cortines: Jardines de Casa Blanca, Valle Soleado, Hacienda Margaritas, Vivienda Digna, Bosques de San Miguel, Lomas de la Paz y Dulces Nombres.

17 Rutas Secundarias:

- 5 rutas secundarias en Lincoln: 27 Valle Verde, 35 Lincoln, 2 Larga, 25 Álvaro Obregón y 25 Villa Mitras.
- 12 rutas secundarias en Ruiz Cortines: 215 Penitenciaria, 201, 122 Estancia, 222 Noria, 222 Pueblo Nuevo – San Isidro, 210 Pueblo Nuevo – Exposición Guadalupe, 116 Calzada Unión – Y Griega, 116 Talavera – Y Griega – Centro, 216 Guadalupe – San Nicolás, 216 Rancho Viejo, 35 Ruiz Cortines, ruta 202 Santa Catarina Vivienda Digna.

Autobuses de piso bajo

Se contempla la adquisición de 112 vehículos nuevos de piso bajo para mayor comodidad del usuario como el mostrado en la Figura 23, los cuales estarán operando en las rutas troncales, en el caso de las rutas alimentadoras y secundarias se utilizaran las mismas unidades que actualmente operan en esas rutas.

Más adelante en la tabla 8 también se muestra la descripción del tipo de autobús actual y el propuesto.

Figura 23. Ejemplo de autobús de piso bajo.



Tabla 8. Descripción del tipo de autobús actual y propuesto

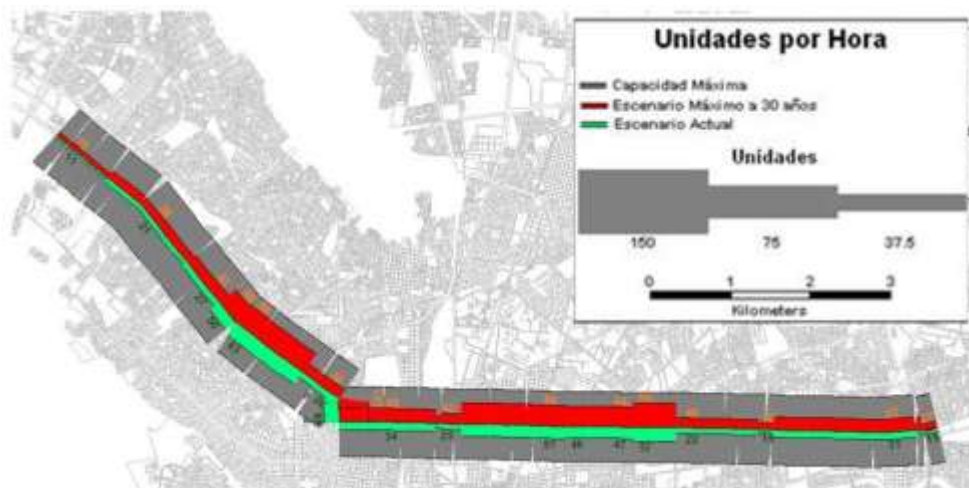
Tipo de autobús	Largo	Aplicación	Capacidad	Tiempo de ascenso y descenso	Beneficios
SITUACIÓN SIN PROYECTO					
Actual	10 mts	Transporte urbano convencional	Sentados 35, de pie 25, total 60 pasajeros	4-6 segundos	Los actuales
SITUACIÓN CON PROYECTO					
De entrada baja	12,30 mts largo x 3,10 mts de altura y 2,50 mts de ancho	Ideal para corredores de transporte urbano semimasivo con demanda entre 2, 500 y 4, 500 pasajeros por hora dirección	Sentados 33, de pie 67, total 100 pasajeros (con 1 espacio para silla de ruedas)	1-2 segundos	Disminuyen un 67% los tiempos de ascenso y descenso en comparación a autobuses de piso normal. Ofrece un viaje rápido, cómodo y seguro en sus interiores amplios y de gran visibilidad

Fuente: VOLVO y Mercedes Benz

Saturación y capacidad del carril exclusivo

Con información del **Anexo II Estimación de demanda en el corredor Lincoln Ruiz Cortines** el Consejo Estatal del Transporte y Vialidad realizó los diseños de la infraestructura, ya que la demanda nos determina el número de autobuses que circularán por el carril exclusivo, se debe tomar en cuenta el número de autobuses que pueden circular por este tipo de facilidad sin que se pierdan las ventajas de alcanzar cierta velocidad comercial en un escenario a 30 años, la figura 24 muestra que la infraestructura es del tamaño adecuado para soportar la demanda esperada de autobuses.

Figura 24. Saturación y Capacidad del Carril Exclusivo



Fuente: Cetyv.

Sistema de recaudo

Existen 74 empresas poseedoras del 92.37% de la flota, la cuales forman la empresa de Enlaces Inteligentes S.A., la cual tiene una concesión para operar el prepago, por lo que más de 4,500 autobuses tienen rastreo satelital y control de ascensos y descensos. Las inversiones del sistema de prepago que ha realizado la empresa Enlaces Inteligentes S.A. Rondan los 50 millones de dólares. Los grupos que representan estas 74 empresas son: CTM FEAT, TRANSREGIO, CTM GUADALUPE, CTM SNAT, LAZCANO, MARTINEZ GARCIA, MARTINEZ GARZA, HUINALA Y CARDENAS.

Este sistema de prepago emprendido por los transportistas está funcionando al 100%, por lo que no hay ningún inconveniente en que este corredor funcione con el mismo sistema que es el más moderno y de mayores dimensiones de todo México.

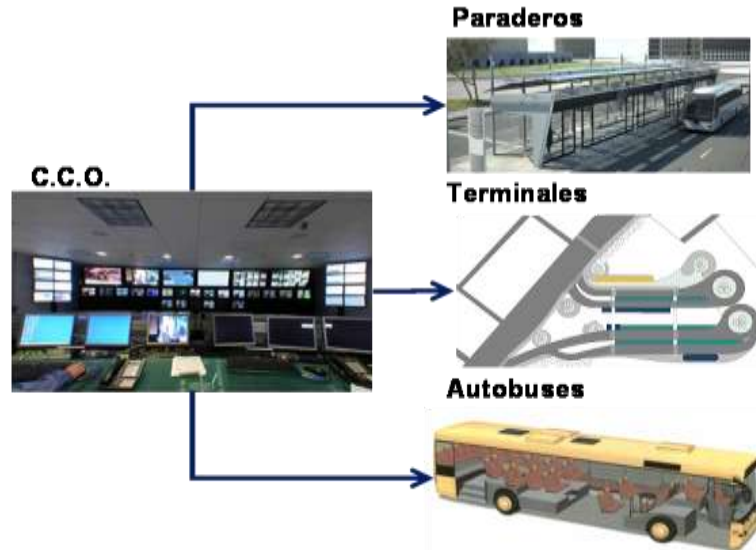
Centro de control para la gestión de la flota y semaforización inteligente

El proyecto contempla la construcción de un Centro de Control Inteligente (CCI) que incluye el Centro de Control de Tránsito (CCT) SINTRAM, el Centro de Control de Operación y Monitoreo (CCO) y el Centro de Control del Prepago (CCP).

Desde el SINTRAM se dará prioridad total a los autobuses que circulen por el carril exclusivo, como controla en tiempo real los semáforos de la ciudad será posible otorgar prioridad al transporte público utilizando incluso los semáforos que se encuentran distantes del corredor. Este sistema es operado por una empresa particular mediante un contrato de 10 años pagándole en función de resultados, dicho contrato termina en Marzo del 2011, por lo que el nuevo operador también deberá encargarse de la prioridad al transporte.

Desde este Centro de Control también se vigilará el cumplimiento de las órdenes de servicio que están comprometidas en las concesiones de los transportistas, y las modificaciones de estas órdenes de despacho que emite la autoridad en función de la demanda de cada ruta y que también se obligará en los mismos contratos de concesión. También desde este Centro de Control se administrará el Sistema de Información al Usuario.

Figura 25. Componentes del Centro de Control Operacional



d. Calendario de actividades

El calendario de actividades para la implementación de este corredor Lincoln – Ruiz Cortines es el que se describe en las tablas 9 y 10, en la que se puede ver que en un periodo de 14 meses se desarrollaría completamente este proyecto.

Tabla 9. Calendario de actividades (parte I).

CONCEPTO	Mes -4	Mes -3	Mes -2	Mes -1	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3
1. PROYECTOS Y SUPERVISION EXTERNA								
1.1 REALIZACION DE PROYECTO EJECUTIVO	5.554.809	5.554.809	5.554.809	5.554.809				
1.2 SUPERVISION EXTERNA DE IMPLANTACIÓN						185.390	185.390	185.390
2. CARRILES CONFINADOS						61.431.151	61.431.151	61.431.151
3. TERMINALES								
3.1 TERMINALES						26.121.448	26.121.448	26.121.448
3.2 ADQUISICION DE TERRENOS PARA TERMINALES		56.100.000	56.100.000					
4. ESTACIONES								
4.1 ESTACIONES (PARADEROS)								15.895.991
4.2 ESTACION DE TRANSFERENCIA								
4.3 ACCESIBILIDAD A ESTACIONES								
5. ACCESIBILIDAD Y MOVILIDAD A LO LARGO DEL CORREDOR								
6. OBRAS INDUCIDAS DE INFRAESTRUCTURA								
6.1 ENTERRADO DE REDES, ELÉCTRICIDAD Y TELEFONÍA						2.505.929	2.505.929	2.505.929
6.2 DRENAJE PLUVIAL (VIALIDAD)						2.424.045	2.424.045	2.424.045
6.3 ILUMINACIÓN PUBLICA EN PASILLOS O ACERAS								
7. OBRAS VIALES O ADECUACIONES GEOMETRICAS								
7.1 PASOS A DESNIVEL (3 PASOS A DESNIVEL)						17.948.239	17.948.239	17.948.239
7.2 LOGÍSTICA DE INTERSECCIONES (60 INTERSECCIONES)							2.431.250	2.431.250
8. URBANISMO Y COMPENSACIÓN AMBIENTAL								
8.1 RENOVACIÓN Y EMBELLECIMIENTO URBANO								
8.2 COMPENSACIÓN AMBIENTAL Y PAISAJISMO								
8.3 MDL (BONOS DE CARBONO)			399.039	399.039	399.039			
8.4 REVISIÓN, ACTUALIZACIÓN Y COMPATIBILIDAD DE TECNOLOGÍAS						299.279	299.279	299.279
9. SEMAFORIZACIÓN								
9.1 TECNOLOGÍA EN CORREDOR (FIBRA ÓPTICA, CFTV, RADARES, SEMÁFOROS DE CRUCE, ETC)								
9.2 INTEGRACIÓN SEMAFÓRICA - CTA								
10. SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y SEÑALIZACION								
10.1 INFORMACIÓN AL USUARIO								
11. OFICINAS, PATIOS, TALLERES Y ENCIERROS								
11.1 INSPECCIÓN VEHICULAR DE AUTOBUSES Y ESTACIONAMIENTOS								
11.2 INSPECCIÓN TÉCNICA DE INGENIERÍA VEHICULAR								
12. CENTROS DE CONTROL Y TELECOMUNICACIONES								
12.1 TERMINAL - CCT								
12.2 SISTEMA LÓGICO Y FÍSICO ENTRE GOBIERNO Y CONCESIONARIOS								
13. TECNOLOGIA PARA EL CORREDOR								
13.1 INVERSIONES EN TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN AL USUARIO								
TOTAL	5.554.809	61.654.809	62.053.848	5.953.848	399.039	110.915.481	113.346.731	129.242.722

Tabla 10. Calendario de actividades (parte II).

CONCEPTO	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA
1. PROYECTOS Y SUPERVISION EXTERNA								
1.1 REALIZACION DE PROYECTO EJECUTIVO								22.219.234
1.2 SUPERVISION EXTERNA DE IMPLANTACIÓN	185.390	185.390	185.390	185.390	185.390	185.390	185.390	1.853.900
2. CARRILES CONFINADOS	61.431.151	61.431.151	61.431.151	61.431.151	61.431.151			491.449.206
3. TERMINALES								
3.1 TERMINALES	26.121.448	26.121.448	26.121.448					156.728.688
3.2 ADQUISICION DE TERRENOS PARA TERMINALES								112.200.000
4. ESTACIONES								
4.1 ESTACIONES (PARADEROS)	15.895.991	15.895.991	15.895.991	15.895.991	15.895.991	15.895.991		111.271.936
4.2 ESTACION DE TRANSFERENCIA		2.543.956	2.543.956	2.543.956				7.631.867
4.3 ACCESIBILIDAD A ESTACIONES	3.402.348	3.402.348	3.402.348	3.402.348	3.402.348	3.402.348		20.414.086
5. ACCESIBILIDAD Y MOVILIDAD A LO LARGO DEL CORREDOR	5.378.072	5.378.072	5.378.072	5.378.072	5.378.072	5.378.072		32.268.433
6. OBRAS INDUCIDAS DE INFRAESTRUCTURA								
6.1 ENTERRADO DE REDES, ELÉCTRICIDAD Y TELEFONÍA	2.505.929	2.505.929	2.505.929	2.505.929	2.505.929			20.047.433
6.2 DRENAJE PLUVIAL (VIALIDAD)	2.424.045	2.424.045	2.424.045					14.544.267
6.3 ILUMINACIÓN PÚBLICA EN PASILLOS O ACERAS	1.796.197	1.796.197	1.796.197	1.796.197	1.796.197	1.796.197		10.777.180
7. OBRAS VIALES O ADECUACIONES GEOMETRICAS								
7.1 PASOS A DESNIVEL (3 PASOS A DESNIVEL)	17.948.239	17.948.239	17.948.239	17.948.239	17.948.239	17.948.239	17.948.239	179.482.394
7.2 LOGÍSTICA DE INTERSECCIONES (60 INTERSECCIONES)	2.431.250	2.431.250	2.431.250	2.431.250	2.431.250	2.431.250		19.450.000
8. URBANISMO Y COMPENSACIÓN AMBIENTAL								
8.1 RENOVACIÓN Y EMBELLECIMIENTO URBANO		7.141.085	7.141.085	7.141.085	7.141.085	7.141.085	7.141.085	42.846.510
8.2 COMPENSACIÓN AMBIENTAL Y PAISAJISMO				1.093.250	1.093.250	1.093.250	1.093.250	4.373.000
8.3 MDL (BONOS DE CARBONO)								1.197.117
8.4 REVISIÓN, ACTUALIZACIÓN Y COMPATIBILIDAD DE TECNOLOGÍAS	299.279							1.197.117
9. SEMAFORIZACIÓN								
9.1 TECNOLOGÍA EN CORREDOR (FIBRA ÓPTICA, CFTV, RADARES, SEMÁFOROS DE CRUCE, ETC)		3.798.198	3.798.198	3.798.198	3.798.198	3.798.198	3.798.198	22.789.190
9.2 INTEGRACIÓN SEMAFÓRICA - CTA			4.673.701	4.673.701	4.673.701	4.673.701	4.673.701	23.368.507
10. SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y SEÑALIZACION								
10.1 INFORMACIÓN AL USUARIO					221.193	221.193	221.193	663.578
11. OFICINAS, PATIOS, TALLERES Y ENCIERROS								
11.1 INSPECCIÓN VEHICULAR DE AUTOBUSES Y ESTACIONAMIENTOS				850.587	850.587	850.587	850.587	3.402.348
11.2 INSPECCIÓN TÉCNICA DE INGENIERÍA VEHICULAR				425.294	425.294	425.294	425.294	1.701.174
12. CENTROS DE CONTROL Y TELECOMUNICACIONES								
12.1 TERMINAL - CCT		1.160.660	1.160.660	1.160.660	1.160.660	1.160.660	1.160.660	6.963.961
12.2 SISTEMA LÓGICO Y FÍSICO ENTRE GOBIERNO Y CONCESIONARIOS				928.528	928.528	928.528	928.528	3.714.112
13. TECNOLOGIA PARA EL CORREDOR								
13.1 INVERSIONES EN TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN AL USUARIO		4.642.641	4.642.641	4.642.641	4.642.641	4.642.641	4.642.641	27.855.843
TOTAL	139.819.338	158.806.599	163.480.300	138.232.466	135.909.703	71.972.623	43.068.766	1.340.411.081

e. Tipo de proyecto de inversión

Se trata de un proyecto de infraestructura económica en particular de infraestructura vial, en este caso enfocada a un corredor vial de transporte público, con la finalidad de volver más eficiente la movilización de pasajeros de una zona a otra.

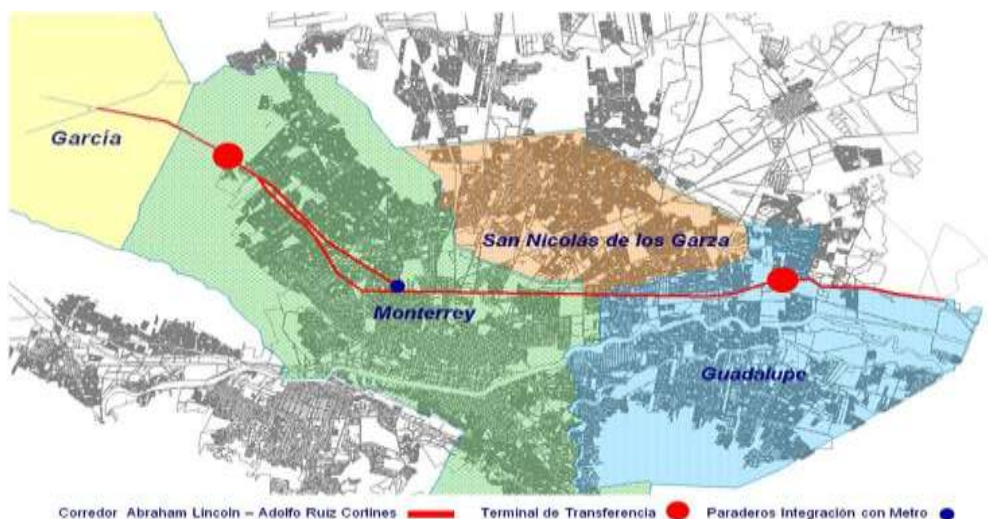
El proyecto se puede catalogar como un activo fijo para la producción de bienes y servicios en el sector de comunicaciones y transportes.

f. Localización y zona de influencia

El Proyecto del Corredor Lincoln – Ruíz Cortines se localiza en diferentes proporciones dentro de cuatro municipios pertenecientes al Área Metropolitana de Monterrey, los cuales conforme al porcentaje de utilización del espacio urbano se enumeran de la siguiente manera Monterrey, Guadalupe, García y San Nicolás de los Garza.

El proyecto comienza al sureste del Municipio de García sobre la Avenida Lincoln y el Libramiento Noroeste, continuando por dicha Avenida en dirección sureste hasta la Calle Rodrigo Gómez dentro del Municipio de Monterrey, esta calle es la unión entre ambos corredores continua por la Avenida Adolfo Ruíz Cortines que se desenvuelve en dirección oriente de manera transversal hasta la Carretera Villa Juárez y Carretera a Dulces Nombres en el Municipio de Guadalupe. Ver figura 26.

Figura 26. Ubicación geográfica del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

g. Vida útil y horizonte de evaluación

La vida útil y el horizonte de evaluación del proyecto, para fines de análisis se consideró para un periodo de 30 años, sin embargo, su vida útil puede prolongarse en función de la aplicación de un mantenimiento adecuado.

h. Capacidad instalada del proyecto

La infraestructura del proyecto está dimensionado para poder atender los incrementos en la demanda a lo largo de los 30 años del horizonte de evaluación, incluso suponiendo la demanda inducida y un cambio modal a favor del transporte público de un 20%, tal como se presentó en el punto de dimensionamiento de la infraestructura.

i. Metas anuales y totales

Las metas anuales tienen que ver con el número de usuarios atendidos en los distintos servicios contemplados en el proyecto, a continuación se presenta una tabla con las demandas esperados en el escenario mínimo y mas probable para las rutas troncales, alimentadoras y secundarias cada 5 años a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 11. Demanda por tipo de ruta (Metas Anuales)

Año	Demanda Diaria de Usuarios			
	Troncales	Secundarias	Alimentadoras	Total
Mínimo				
2010	132.870	216.380	24.080	373.330
2015	139.646	227.415	25.308	392.370
2020	146.768	239.014	26.599	412.381
2025	154.254	251.203	27.955	433.412
2030	162.120	264.015	29.381	455.516
2035	170.389	277.479	30.879	478.747
2040	179.078	291.631	32.454	503.164
Más Probable				
2010	160.480	221.050	24.080	405.610
2015	168.664	232.324	25.308	426.296
2020	177.266	244.172	26.599	448.037
2025	186.307	256.625	27.955	470.887
2030	195.809	269.713	29.381	494.902
2035	205.795	283.468	30.879	520.142
2040	216.290	297.925	32.454	546.670

j. Beneficios esperados del proyecto

Los beneficios esperados al llevar a cabo este proyecto son: disminución de Costos Generalizados de Viaje por dos motivos, 1. Por la disminución del tiempo de viaje de los usuarios al trasladarse de un punto a otro al utilizar el corredor (por ahorro de tiempo de recorrido, por tiempo de espera, por el tiempo de ascenso-descenso de los autobuses y por tiempo de transbordo, que en realidad este último se supone como un costo porque con el

proyecto se obliga a los usuarios a realizar transbordos que antes no hacían) y 2. Por disminución de los costos de operación de las unidades al tener una vialidad más rápida y en mejores condiciones físicas. Estos beneficios se presentan en el capítulo V Evaluación del proyecto.

k. Resumen de las evaluaciones técnica, legal y ambiental

El Consejo Estatal del Transporte y Vialidad (CETyV) en su carácter de promotor de un transporte de calidad, licitó y contrató estudios técnicos con la empresa Logit de México para contar con los elementos que sirvieran de base para determinar la factibilidad técnica, legal y de mercado de este proyecto.

A su vez, en reuniones sostenidas con los representantes de las empresas de transporte público que prestan servicio en estos corredores se determinó que estaban de acuerdo en la reestructuración de las rutas que utilizan o atraviesan el corredor. Por otra parte, la Ley de Transporte para la Movilidad Sustentable del Estado de Nuevo León y su Reglamento le otorgan el fundamento legal a este proyecto.

La Manifestación de Impacto Ambiental fue evaluada y autorizada el 3 de mayo de 2010 por la Subsecretaría de Protección al Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Nuevo León y conforme al Manual de Salvaguardas Ambiental y Social (MASTU) están elaborados los Planes de Gestión Ambiental y Social. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales emitió su no objeción al proyecto mediante Oficio No. DGFAUT/612/0401 de fecha 15 de julio del presente

l. Derecho de vía e impacto ambiental

No existen afectaciones por derecho de vía solamente será necesario en algunos casos reconfigurar en ancho de las banquetas, como se puede observar en el proyecto geométrico que se adjunta. **Anexo IX Proyecto geométrico del corredor.**

Respecto a las evaluaciones ambientales, se puede señalar que con la implementación de este corredor de transporte público, se dará una disminución de contaminantes, como se muestra en el **Anexo V Estudio de tránsito y simulación microscópica del corredor Lincoln Ruíz Cortines**. Así mismo, se ha cumplido con la manifestación de impacto ambiental que se requiere por Ley.

m. Costo total del proyecto

Los costos del proyecto se descomponen en los que tienen que ver con las inversiones de la etapa de ejecución, y los relativos a la operación y mantenimiento durante todo el horizonte temporal del mismo.

m1. Etapa de ejecución

El costo total del proyecto es de \$1,637,514,522 pesos, esta inversión incluye la infraestructura necesaria para el corredor, \$1,340,411,081 pesos y el equipamiento de unidades y tecnología para el prepago por parte del concesionario de las rutas que participan en el corredor, \$297,103,441 pesos, información mostrada en la tabla 12. **Ver Anexo III. Descripción General de la Inversión.**

Tabla 12. Costo total del proyecto

DESCRIPCIÓN DE LA INVERSIÓN	PESOS
INFRAESTRUCTURA TOTAL	1.340.411.081
INFRAESTRUCTURA DEL CORREDOR	888.527.066
PPS Estatal de Infraestructura	
PROYECTO EJECUTIVO DE SUPERVISIÓN DE OBRA	24.073.134
CORREDOR CON CARRILES RESERVADOS (24.8 KM)	491.449.206
OBRAS INCLUIDAS	45.368.880
PASOS A DESNIVEL (3) INTERSECCIONES (60)	198.932.394
SEMAFORIZACIÓN Y SEÑALIZACIÓN	46.821.275
RENOVACIÓN URBANA	81.882.177
RENOVACIÓN URBANA	49.613.744
MOVILIDAD NO MOTORIZADA	32.268.433
TERMINALES Y PARADEROS Y CONTROL	451.884.015
Concesión Estatal de Infraestructura	
TERMINAL	281.664.077
TERRENOS	112.200.000
TERMINALES DE INTEGRACIÓN (2)	156.728.688
ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA (1)	7.631.867
PATIOS Y TALLERES	5.103.522
PARADEROS	159.541.865
PARADEROS (34)	111.271.936
ACCESIBILIDAD	20.414.086
TECNOLOGÍA PARA LA INFORMACIÓN DEL USUARIO	27.855.843
SISTEMA DE CONTROL	10.678.073
EQUIPO RODANTE	297.103.441
Concesión de Transporte	
AUTOBUSES TRONCAL	262.080.000
SISTEMA DE PREPAGO	35.023.441
TOTAL	1.637.514.522

Fuente: Consejo Estatal de Transporte y Vialidad.

m2. Etapa de operación

Los principales rubros de los costos de operación se muestran en la tabla 13 para los primeros 10 años, ya que en ese lapso de tiempo aparecen todos los conceptos incluso los relacionados con el mantenimiento mayor. Para el detalle de dichos costos ver **Anexo X Modelo financiero.**

Las reinversiones en equipos de las rutas alimentadoras y secundarias (autobuses panorámicos de 70 pasajeros que cuestan \$1,381,406 pesos) se contemplan hacerlas cuando las unidades tengan un uso medio de 5 años, en el caso de los autobuses de las rutas troncales, que cuestan \$2,554,500 pesos por ser de piso bajo y para 100 pasajeros, el cambio se plantea a los 10 años de uso, ver **Anexo XI. Cálculos del análisis costo beneficio.**

Tabla 13. Costo de operación del proyecto (miles de pesos)

COSTOS DE OPERACIÓN	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Recursos Humanos										
Administración	2.146	2.221	2.299	2.379	2.463	2.549	2.638	2.730	2.826	2.925
Ingeniería y operaciones	2.865	2.965	3.069	3.177	3.288	3.403	3.522	3.645	3.773	3.905
Terminal 1	4.866	5.037	5.213	5.395	5.584	5.780	5.982	6.191	6.408	6.632
Terminal 2	3.556	3.681	3.810	3.943	4.081	4.224	4.372	4.525	4.683	4.847
Centro de Control	1.395	1.444	1.495	1.547	1.601	1.657	1.715	1.775	1.837	1.902
Mantenimiento de Herramientas y Equipos	-	-	569	-	7.857	631	-	-	700	10.389
Servicios (luz, agua, tel)	3.627	3.754	3.885	4.021	4.162	4.307	4.458	4.614	4.776	4.943
Fianza Concesión	515	552	571	591	612	633	656	679	702	727
Supervisión y Auditoría de Ingresos	393	421	436	451	467	483	500	518	536	554
Mantenimiento de Infraestructura	1.151	1.191	1.233	1.276	1.321	1.367	1.415	1.464	1.516	11.448
Seguros Varios	155	166	171	177	184	190	197	204	211	218
ORGANISMO GESTOR	5.158	5.349	5.549	5.762	5.978	6.201	6.438	6.681	6.932	7.195
TOTAL COSTOS	25.827	26.780	28.300	28.720	37.596	31.425	31.891	33.026	34.898	55.684

n. Fuentes de los recursos

El Gobierno del Estado de Nuevo León elaboró una propuesta en la cual Gobierno Federal a través de FONADIN y el Gobierno del Estado de Nuevo León suscriben un acuerdo para la implementación de las inversiones por un total de \$1,637,514,522 pesos, desglosando las siguientes aportaciones. Ver tabla 14.

Tabla 14. Fuentes de la Inversión

COMPONENTE	TOTAL	RECURSOS PÚBLICOS			RECURSOS PRIVADOS		
		APOYO FONADIN	PPS ESTATAL	TOTAL PÚBLICO	CONCESIÓN DE INFRAESTRUCTURA	CONCESIÓN DE TRANSPORTE	TOTAL PRIVADOS
Infraestructura Vial del Corredor	888,527,066	610,000,000	278,527,066	888,527,066	-	-	-
Terminales, Estaciones y Centro de Control	451,884,015	-	-	-	451,884,015	-	451,884,015
Equipo Rodante	297,103,441	-	-	-	-	297,103,441	297,103,441
TOTAL	1,637,514,522	610,000,000	278,527,066	888,527,066	451,884,015	297,103,441	748,987,456
PARTICIPACIÓN	100.00%	37.25%	17.01%	54.26%	27.60%	18.14%	45.74%

El concesionario que obtenga la concesión de la infraestructura, tendrá la obligación de realizar una inversión por \$451,884,015 pesos que junto con las aportaciones públicas se destinará a la construcción de toda la infraestructura especializada, así como en tecnología para el cobro de los peajes de las autobuses que recorran el corredor y el acceso a las terminales, aunado a la obligación de realizar el mantenimiento y conservación, tanto a los inmuebles como a la superficie de rodamiento.

En contraparte, el concesionario tendrá como derechos:

- El cobro de los peajes por kilómetro recorrido.
- El cobro por los ingresos a las terminales.
- Derechos de explotación de publicidad dentro de las instalaciones.
- Cobro de renta de los locales existentes dentro de las instalaciones.

El plazo de concesión para la operación y mantenimiento del Corredor Lincoln – Ruiz Cortines, será por 20 años, conforme al marco jurídico del Estado de Nuevo León.

Para la administración de los recursos de esta concesión, tanto en la etapa de construcción como en la de operación, se constituirá un fideicomiso de administración para garantizar la transparencia en el manejo de los recursos.

o. Descripción de los supuestos técnicos y socioeconómicos

Los principales supuestos para el desarrollo y análisis de este corredor, están representados en la tabla 15 y el cálculo del valor del tiempo en la tabla 16.

Tabla 15. Supuestos básicos para la evaluación.

Estudio costo beneficio del proyecto: Corredor de Transporte Lincoln - Ruiz Cortines		
Análisis base		
Datos básicos de evaluación		
(Pesos de noviembre 2010)		
Longitud del corredor	24,8 kilómetros	
Horizonte de evaluación del proyecto	30 años	
Tasa de descuento social ¹	12% Anual	
Inversión total del proyecto (no incluye IVA)	\$ 1.637.515 miles de pesos	
Tiempo para construcción del proyecto	12 meses	
CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO VIALIDAD:		
Asfalto ² :		
Conservación Normal (anualmente)	\$ 30.000	\$/km/carril
Riego de sello (cada 4 años)	\$ 100.000	\$/km/carril
Sobre carpeta (cada 8 años)	\$ 350.000	\$/km/carril
Reconstrucción total (cada 15 años)	\$ 1.000.000	\$/km/carril
Carriles sin y con proyecto	2	
Concreto ³ :		
	0	
Conservación Normal (anualmente)	\$ 38.000	\$/km/carril
Reposición (cada 10 años, al 10 % del corredor)	\$ 435	\$/m ²
Metros de ancho por carril	3,5 Metros	
Total de metros cuadrados en todo en corredor	173.600 m ²	
DATOS DE LAS RUTAS ⁴		
Promedio de días laborados por las unidades de transporte público	324 días	
Vel. carril exclusivo 25 km/h, y con servicio express 28.75 km/h	25 km/h	
Tiempo para transbordo CON PROYECTO	2 Minutos	
Disminución tiempo de ascenso y descenso por piso bajo	0,17 Minutos	
Tipo de Unidad en el corredor ⁵		
Panoramico de 70 plazas	\$ 1.381.406	Pesos
Cama baja de 100 plazas	\$ 2.554.500	Pesos
Equipo para tarjeta inteligente	\$ 70.000	Pesos
Tipo de cambio pesos/dólar	\$ 13,00	Pesos / dólar

Notas y fuentes:

¹Fuente: Tasa que establece la unidad de inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

² Fuente: SCT.

³Fuente: Sistema de Caminos de Nuevo León y de la SCT.

⁴ Fuente: Estudios de la estructuración técnica, legal y financiera de los corredores Lincoln y Ruiz Cortines. Logit México. (Todas las carpetas con los estudios llevados a cabo por Logit México, se encuentran concentradas en el Consejo Estatal del Transp

⁵ Fuente: Volvo y Torino

Tabla 16. Cálculo del valor del tiempo de los usuarios.

3,1	Salarios mínimos zona B, donde se ubica Monterrey
\$ 55,84	Salario Mínimo General de la zona B
\$173,10	Salario Mínimo General Diario
8	Horas Diarias Laboradas
\$ 21,64	Valor de una hora de tiempo de los usuarios en el AMM
60	Minutos por hora
\$ 0,36	Valor de un minuto de tiempo de los usuarios en el AMM

p. Afectaciones provocadas por el proyecto

La afectación principal son las molestias y desviaciones de tráfico por la construcción de dos carriles de concreto en los corredores Lincoln y Ruiz Cortines, los cuales en situación sin proyecto son utilizados por los vehículos particulares y por los propios autobuses, en los cálculos se considera que estas afectaciones son iguales a \$34,657,071. **Ver Anexo VII Estimación del Impacto en Construcción Proyecto BRT Monterrey.**

No se consideran afectaciones por molestias de desviaciones de tráfico en los años en que se realizará mantenimiento del pavimento del concreto hidráulico (cada 10 años) porque estas molestias son muy inferiores a las causadas por el mantenimiento del pavimento asfáltico.

Se cuenta con un estudio que demuestra que una vez elaborado el proyecto, los automóviles particulares no tendrán mayores demoras por la operación de los carriles exclusivos de transporte, ver **Anexo V Estudio de tránsito y simulación microscópica del corredor Lincoln Ruíz - Cortines.**

iv. Situación con proyecto

La oferta y la demanda en situación Con Proyecto (C/P) se derivan de las rutas que participan en esa situación, es decir, las rutas troncales, las rutas alimentadoras y las rutas secundarias.

Cabe mencionar que la situación con proyecto también se optimizó en el modelo de demanda con la finalidad de ajustar la demanda de usuarios con la oferta o la cantidad de unidades que operan en este sistema.

1. Oferta

La oferta está directamente relacionada con la cantidad de rutas que existen en la situación con proyecto la velocidad de operación de las mismas, a continuación se describe sus componentes:

La descripción operativa de las rutas en situación con proyecto está compuesta por:

- 3 rutas troncales principales que entran y salen del corredor⁴ en Lincoln: Parque Fundidora, Alameda y Central de Autobuses.
- 1 ruta troncal principal que entra y sale en Ruiz Cortines: Ruta Ruiz Cortines.
- 1 ruta troncal principal en todo el corredor.
- 7 rutas alimentadoras⁵ en Lincoln: La Unidad, Misión de San Juan, La Alianza, Villas del Poniente, Valle de San Martín, Balcones de San Bernabé y García.
- 5 rutas secundarias en Lincoln: 27 Valle Verde, 35 Lincoln, 2 Larga, 25 Álvaro Obregón y 25 Villa Mitras.
- 7 rutas alimentadoras en Ruiz Cortines: Jardines de Casa Blanca, Valle Soleado, Hacienda Margaritas, Vivienda Digna, Bosques de San Miguel, Lomas de la Paz y Dulces Nombres.
- 12 rutas secundarias en Ruiz Cortines: 215 Penitenciaria, 201, 122 Estancia, 222 Noria, 222 Pueblo Nuevo – San Isidro, 210 Pueblo Nuevo – Exposición Guadalupe, 116 Calzada Unión – Y Griega, 116 Talavera – Y Griega – Centro, 216 Guadalupe – San Nicolás, 216 Rancho Viejo, 35 Ruiz Cortines, ruta 202 Santa Catarina Vivienda Digna.

⁴ Rutas troncales principales son las rutas que utilizan el corredor en gran parte de su recorrido, llegan a una estación de integración y son alimentadas por las rutas alimentadoras y estas son el resultado de la fusión de rutas principales de la situación sin proyecto.

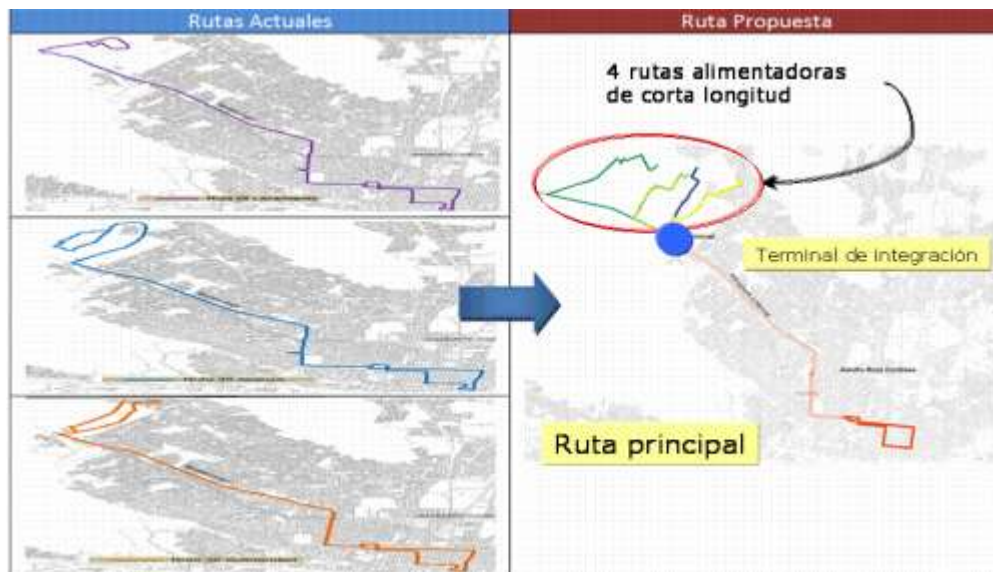
⁵ Rutas alimentadoras son las rutas que alimentan de pasajeros a las rutas troncales principales, por su naturaleza no entran en el corredor, solo llegan hasta la terminal de integración y son el resultado de la fusión de rutas principales de la situación sin proyecto.

a) Rutas en situación con proyecto en Lincoln.

Las rutas principales de la situación sin proyecto se fusionan para formar las rutas troncales principales y las rutas alimentadoras que estarán operando en la situación con proyecto.

La figura 27 muestra un ejemplo en el que se fusionan las rutas 38 Alianza, 38 Solidaridad y 38 Libramiento y de ahí surge la ruta troncal principal Alameda y dos rutas alimentadoras La Unidad y La Alianza.

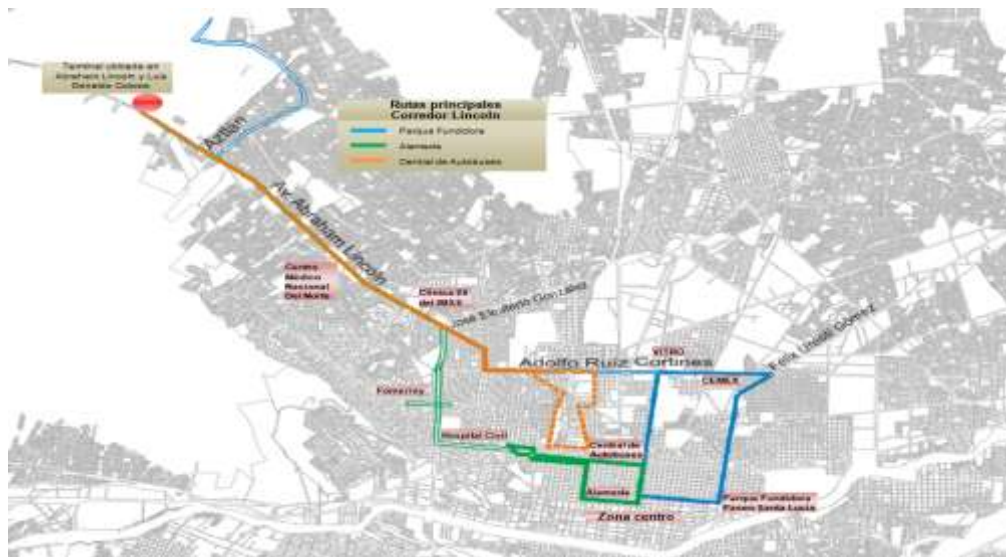
Figura 27. Ejemplo de fusión de la ruta 38.



Fuente: Estudios de la Estructuración Técnica, Legal y Financiera de los corredores Lincoln y Ruiz Cortines elaborado por la empresa Logit México para el CETyV

Las figuras 28 a la 31 representan gráficamente la situación de las rutas que operarán con el proyecto en la avenida Lincoln, en la figura 28 se describen los derroteros de 3 rutas troncales: Parque Fundidora, Alameda y Central de autobuses, donde se puede observar que dos de ellas llegan a la terminal en Lincoln y una llega a la periferia.

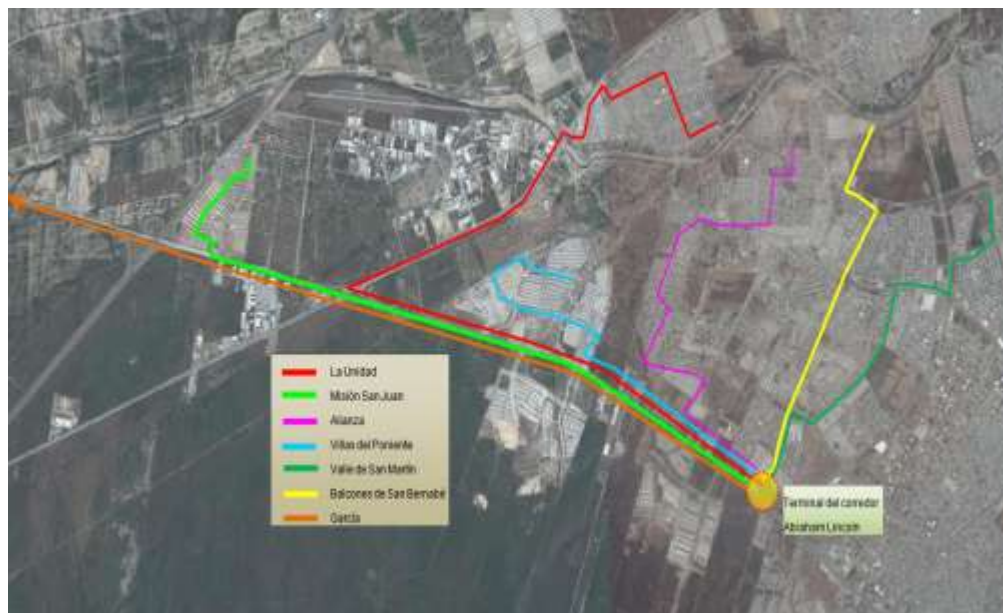
Figura 28. Rutas troncales principales en Lincoln.



Fuente: Estudios de la Estructuración Técnica, Legal y Financiera de los corredores Lincoln y Ruiz Cortines elaborado por la empresa Logit México para el CETyV

En cuanto a las rutas alimentadoras en Lincoln se puede apreciar en la figura 29 7 rutas alimentadoras: La Unidad, Misión de San Juan, La Alianza, Villas del Poniente, Valle de San Martín, Balcones de San Bernabé y García.

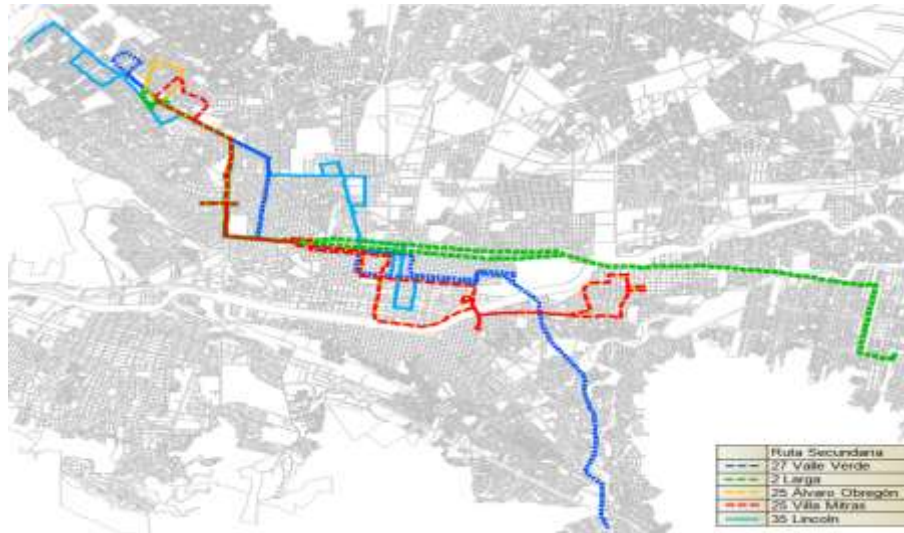
Figura 29. Rutas alimentadoras del corredor Lincoln.



Fuente: Estudios de la Estructuración Técnica, Legal y Financiera de los corredores Lincoln y Ruiz Cortines elaborado por la empresa Logit México para el CETyV

En la figura 30 se aprecian 5 rutas secundarias en Lincoln: 27 Valle Verde, 35 Lincoln, 2 Larga, 25 Álvaro Obregón y 25 Villa Mitras.

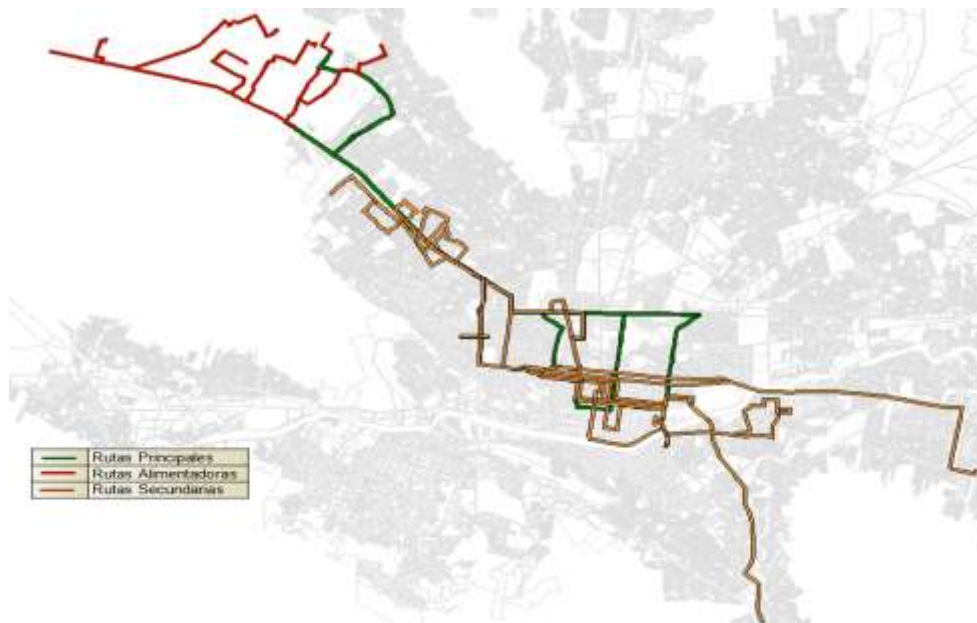
Figura 30. Derroteros de las rutas secundarias en Lincoln.



Fuente: Estudios de la Estructuración Técnica, Legal y Financiera de los corredores Lincoln y Ruiz Cortines elaborado por la empresa Logit México para el CETyV

Finalmente la figura 30 muestra todo el sistema de rutas troncales, alimentadoras y secundarias que participan en el proyecto en el corredor Lincoln

Figura 31. Rutas troncales principales, alimentadoras y secundarias en Lincoln.



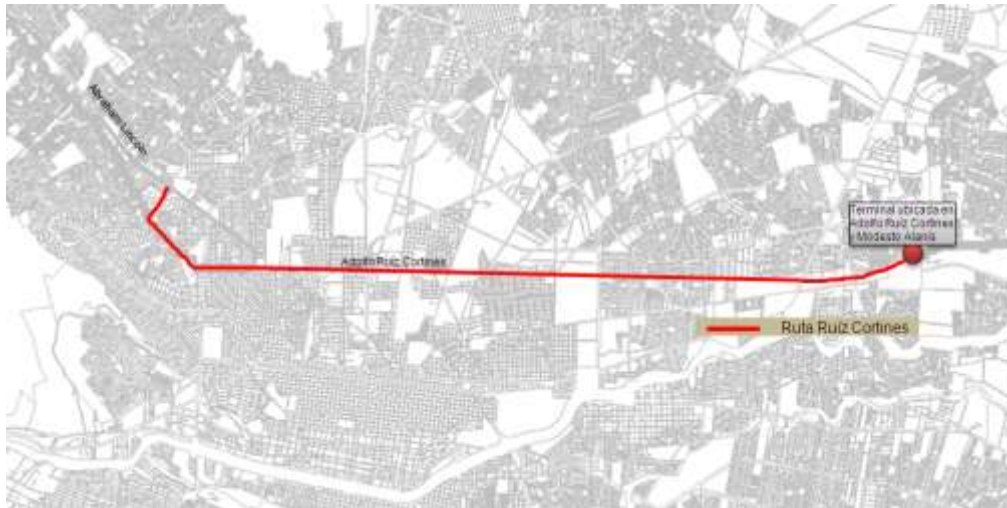
Fuente: Estudios de la Estructuración Técnica, Legal y Financiera de los corredores Lincoln y Ruiz Cortines elaborado por la empresa Logit México para el CETyV

b) Rutas en situación con proyecto en Ruiz Cortines

Las figuras 31 a la 34 representan la situación de las rutas que operarán con proyecto en la avenida Ruiz Cortines.

En la avenida Ruiz Cortines hay una ruta troncal que parte de la terminal oriente en esa avenida hasta Rodrigo Gómez.

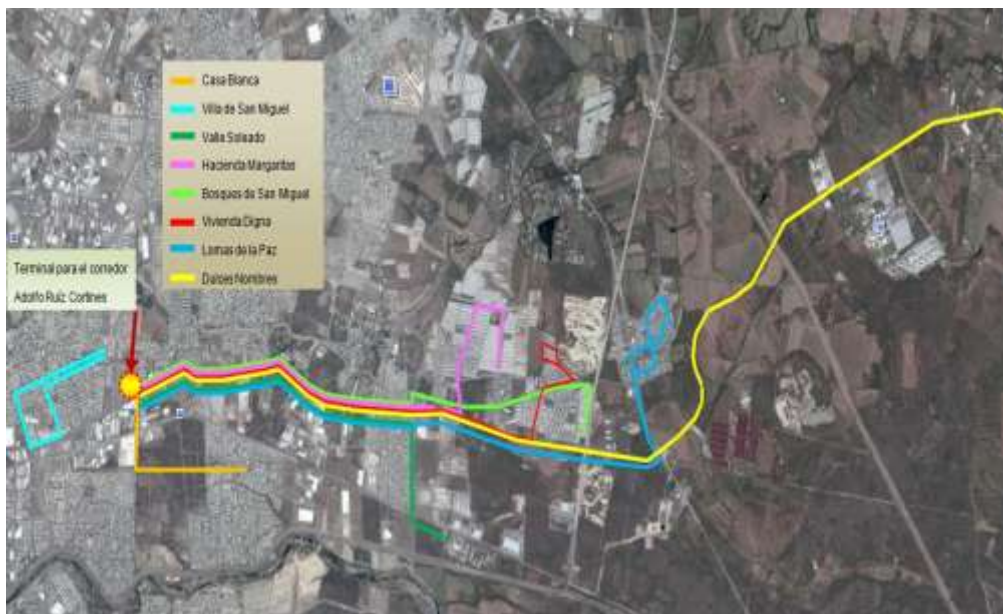
Figura 32. Ruta troncal principal en Ruíz Cortines



Fuente: Estudios de la Estructuración Técnica, Legal y Financiera de los corredores Lincoln y Ruiz Cortines elaborado por la empresa Logit México para el CETyV

7 rutas alimentadoras en Ruíz Cortines: Jardines de Casa Blanca, Valle Soleado, Hacienda Margaritas, Vivienda Digna, Bosques de San Miguel, Lomas de la Paz y Dulces Nombres.

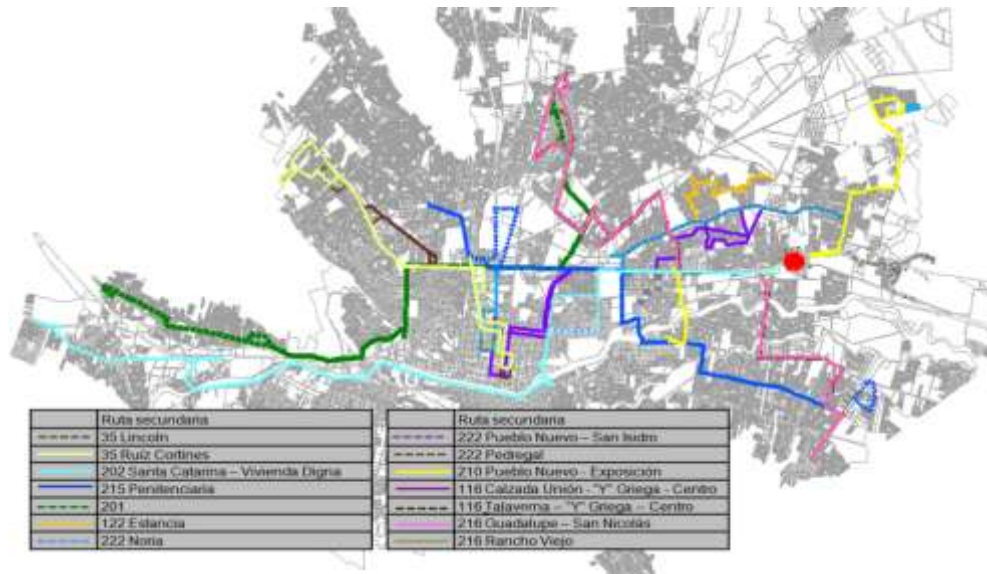
Figura 33. Rutas alimentadoras del corredor Ruíz Cortines



Fuente: Estudios de la Estructuración Técnica, Legal y Financiera de los corredores Lincoln y Ruiz Cortines elaborado por la empresa Logit México para el CETyV

12 rutas secundarias en Ruiz Cortines: 215 Penitenciaría, 201, 122 Estancia, 222 Noria, 222 Pueblo Nuevo – San Isidro, 210 Pueblo Nuevo – Exposición Guadalupe, 116 Calzada Unión – Y Griega, 116 Talavera – Y Griega – Centro, 216 Guadalupe – San Nicolás, 216 Rancho Viejo, 35 Ruiz Cortines, ruta 202 Santa Catarina Vivienda Digna.

Figura 34. Derroteros de las rutas secundarias en Ruíz Cortines.



Fuente: Estudios de la Estructuración Técnica, Legal y Financiera de los corredores Lincoln y Ruiz Cortines elaborado por la empresa Logit México para el CETyV

Finalmente la figura 35 muestra el sistema completo de rutas que circularán en la avenida Ruiz Cortines.

Figura 35. Derroteros de rutas troncales principales, alimentadoras y secundarias en Ruíz Cortines.



Fuente: Estudios de la Estructuración Técnica, Legal y Financiera de los corredores Lincoln y Ruiz Cortines elaborado por la empresa Logit México para el CETyV

Cabe mencionar que en las rutas alimentadoras y en las secundarias estarán operando el mismo tipo de unidades que actualmente prestan el servicio, para el caso de las rutas troncales principales las unidades serán las 112 mencionadas anteriormente de piso bajo y de 100 pasajeros.

La ruta troncal principal de todo el corredor operará desde la estación poniente en Lincoln hasta la estación oriente en Ruiz Cortines en aproximadamente 24.8 kilómetros contemplados para este proyecto.

Dentro del análisis para el cálculo del costo beneficio se consideró renovación de las unidades de las rutas troncales a los 10 años de uso, para las rutas alimentadoras y secundarias el valor de rescate de las unidades se consideró del 20% del precio de una unidad nueva ya que las unidades que se reponen tienen una antigüedad promedio de 5 años, solo en el primer año del proyecto se consideró un valor de rescate del 40% porque las unidades que salen en el primer año tienen una antigüedad promedio de 3 años, también se considero la renovación del equipo para la tarjeta inteligente.

Justificación de la velocidad de las rutas en el corredor

De manera inicial se supone una velocidad constante de 25 km /h en los carriles exclusivos de este corredor de transporte Lincoln Ruiz Cortines. Según el Manual: **“Características de un BRT para la toma de decisiones”** de los Estados Unidos de América, la velocidad que puede alcanzar un BRT considerando un espacio de paradas entre 400 y 800 metros de distancia y un tiempo medio de 20 segundos por parada está entre 24 y 36.4 kilómetros, cabe mencionar que la distancia promedio de las paradas en el corredor de transporte público Lincoln - Ruiz Cortines es de 700 metros, el cual cae dentro de estas especificaciones. Ver tabla 17 para más información.

Tabla 17. Velocidades promedio de un BRT

3. BRT Elements and System Performance Travel Time

Exhibit 3-1: Estimated Average Bus Speeds on Busways or Exclusive Freeway HOV Lanes: assumes 50 mph Top Running Speed of Bus in Lane¹⁶

Average Stop Spacing, in miles	Average Dwell Time per stop, in seconds				
	0	15	30	45	60
0.5	36 mph	26 mph	21 mph	18 mph	16 mph
1.0	42 mph	34 mph	30 mph	27 mph	24 mph
1.5	44 mph	38 mph	35 mph	32 mph	29 mph
2.0	46 mph	41 mph	37 mph	35 mph	32 mph
2.5	46 mph	42 mph	39 mph	37 mph	35 mph

As shown in Exhibit 3-2, having dedicated bus lanes on arterial streets provides for speeds that are similar to that of street-running light rail systems.

Exhibit 3-2: Estimated Average Bus Speeds on Dedicated Arterial Street Bus Lanes, in miles per hour¹⁷

Average Stop Spacing, in miles	Average Dwell Time per stop, in seconds					
	10	20	30	40	50	60
0.10	9 mph	7 mph	6 mph	5 mph	4 mph	4 mph
0.20	16 mph	13 mph	11 mph	10 mph	9 mph	8 mph
0.25	18 mph	15 mph	13 mph	11 mph	10 mph	9 mph
0.50	25 mph	22 mph	20 mph	18 mph	16 mph	15 mph

Como el proyecto incluye carril de rebase en todas las paradas, es factible implementar servicios exprés, los cuales tendrían paradas cada 2.8 km en promedio, para este servicio se puede justificar una velocidad de entre 38 y 56 km/h.

Además de la justificación con información de la tabla anterior, la velocidad en el corredor de **25 km/h** para los servicios normales y **40 km/h** para los servicios exprés, se garantizaría con las siguientes acciones que se contemplan llevar a cabo en el proyecto:

- ✓ Construcción de pasos a desnivel en los cruces con mayores demoras
- ✓ Cambiando la vialidad a dos fases de semáforo para el resto de las intersecciones semaforizadas.
- ✓ Poniendo carril de rebase en las paradas
- ✓ Con separación de paradas en un promedio de 700 metros
- ✓ Con la introducción de servicios exprés que paren cada 2.8 km en promedio
- ✓ Por la simulación realizada del tramo más crítico y que resulta en un incremento en la velocidad de los autobuses del 50%, ver **Anexo V Estudio de tránsito y simulación microscópica del corredor Lincoln - Ruiz Cortines**
- ✓ Prioridad a semaforización mediante el SINTRAM al transporte público

Para el caso de servicios exprés si consideramos que por cada cuatro unidades que pasan se tiene una exprés, entonces se justifica una velocidad comercial promedio de **28.75 km/h**.

2. Demanda y equilibrio

Para este proyecto se está suponiendo que la demanda de viajes en transporte público de toda el AMM es la misma que en la situación sin proyecto. La demanda de la zona de influencia del corredor con proyecto es mayor que la demanda de la situación actual, debido a la demanda inducida al ser más atractivo el uso de las rutas troncales y secundarias por la existencia de la infraestructura especializada.

La demanda la descomponemos por tipos de rutas que existen en el corredor en la situación con proyecto:

Las rutas troncales y alimentadoras en la situación C/P corresponden a las rutas principales de la situación Sin Proyecto (S/P) que se reestructuraron y llevaron a esta nueva clasificación.

Las rutas secundarias en situación C/P no modifican su recorrido, pero si se obtiene un beneficio por mayor velocidad de las unidades.

La demanda para el año1 en la situación con proyecto, se describe en la tabla 15. Para más información ver **Anexo II Estudio de estimación de demanda del corredor Lincoln - Ruiz Cortines**.

Tabla 18. Demanda y parámetros de equilibrio con proyecto.

Ruta	Velocidad de la ruta	Velocidad en el corredor	Longitud Total	Longitud corredor	Longitud de viaje en corredor	Tiempo de recorrido en corredor	Unidades	Intervalo de paso	Demanda Diaria	Pasajeros por unidad diarias	IPK Diario	Kilómetros recorridos en corredor
TRONCALES												
Ruiz Cortines	24.87	25.00	35	28	7.8	67.20	25	3	36,680	1,467	3.93	7,428
Fundidora	24.04	25.00	38	23	6.2	55.20	34	3	50,840	1,495	4.15	7,471
Alameda	23.38	25.00	34	17	5.1	40.80	13	7	16,240	1,249	3.56	2,297
Central	24.89	25.00	27	24	6.4	57.60	9	7	12,660	1,407	3.77	2,972
Corredor	24.94	25.00	49	49	11.4	116.64	31	4	44,060	1,421	3.80	11,599
							112		160,480	1,433	3.90	31,767
SECUNDARIAS												
116CU	23.18	25.00	37	7	2.5	16.80	3	32	2,180	727	2.09	197
116SV	23.20	25.00	36	7	0.9	16.80	3	31	2,410	803	2.31	205
122EV	24.36	25.00	39	10	2.3	24.00	10	10	7,630	763	2.09	932
122N	23.61	25.00	56	10	2.7	24.00	26	5	17,910	689	1.94	1,656
216	24.42	25.00	61	6	1.4	14.40	30	5	20,150	672	1.83	1,090
210	23.19	25.00	38	9	2.9	21.60	12	8	8,300	692	1.99	984
2L	24.96	25.00	45	4	0.4	9.60	3	36	2,300	767	2.05	99
25A	24.22	25.00	38	4	0.9	9.60	24	4	19,310	805	2.21	914
27V	24.81	25.00	44	10	2.7	24.00	6	18	4,950	825	2.22	510
35RC	24.60	25.00	32	15	4.2	36.00	2	39	1,430	715	1.94	350
215	24.30	25.00	53	11	1.8	26.40	23	6	18,410	800	2.20	1,739
122PSI	23.78	25.00	53	10	2.7	24.00	32	4	21,310	666	1.87	2,156
201	23.58	25.00	67	10	2.6	24.00	23	7	15,020	653	1.85	1,216
216R	24.41	25.00	60	6	1.4	14.40	37	4	27,540	744	2.03	1,345
25V	23.93	25.00	40	4	0.9	9.60	20	5	15,980	799	2.23	719
35L	24.43	25.00	31	13	3.7	31.20	14	5	11,200	800	2.18	2,185
202	24.99	25.00	90	26	3.4	62.40	31	7	25,020	807	2.15	3,342
							299		221,050	739	2.04	19,638
ALIMENTADORAS												
ALRC_1	15.00		3.75	0		-	5	3	3,310	662	2.94	
ALRC_2	19.18		13.04	0		-	1	41	530	530	1.84	
ALRC_3	19.22		12.91	0		-	3	13	1,950	650	2.25	
ALRC_4	15.55		9.56	0		-	3	12	1,900	633	2.72	
ALRC_5	18.11		23.23	0		-	1	77	650	650	2.39	
ALRC_6	16.00		7.26	0		-	1	27	440	440	1.83	
ALRC_7	16.76		12.00	0		-	3	14	1,880	627	2.49	
ALRC_8	17.26		7.47	0		-	1	26	80	80	0.31	
ALRC_9	19.50		19.34	0		-	3	20	1,710	570	1.95	
ALRC_10	33.71		43.14	0		-	6	13	3,800	633	1.25	
ALRC_11	19.34		15.68	0		-	1	49	340	340	1.17	
ALRC_12	19.19		16.35	0		-	5	10	3,520	704	2.45	
ALRC_13	18.66		18.98	0		-	2	31	1,370	685	2.45	
ALRC_14	27.84		14.34	0		-	3	10	2,600	867	2.08	
							38		24,080	634	2.01	
TOTAL							449		405,610	903	2.51	51,405

Fuente: Estudio de Estimación de demanda corredor Lincoln – Ruiz Cortines, del Dr. Oscar Sánchez

La misma tabla anterior muestra la interacción de la oferta y la demanda de donde se obtienen los parámetros de equilibrio en situación con proyecto para las rutas principales, las alimentadoras y secundarias.

Para la situación con proyecto para todo el horizonte de evaluación de los 30 años se supone el mismo crecimiento anual del 1%, la tabla 19 muestra la información sin tomar en cuenta que existirán rutas expés.

Tabla 19. Indicadores promedio de la situación con proyecto.

Año	Unidades HMD	Pas X Unidad HMD	Demanda Diaria	Pasajeros X Unidad Diarios	IPK Diario	Kilómetros recorridos diarios en el corredor	Velocidad promedio ruta	Velocidad promedio en corredor	Crecimiento quinquenal en demanda
Troncales									
2010	112	143	160,480	1,433	3.90	31,767	24.47	25.00	
2015	120	141	168,664	1,406	3.87	33,707	24.18	25.00	5.10%
2020	128	138	177,266	1,385	3.88	35,483	23.82	25.00	5.10%
2025	137	136	186,307	1,360	3.88	37,278	23.37	25.00	5.10%
2030	147	133	195,809	1,332	3.89	39,212	22.85	25.00	5.10%
2035	159	129	205,795	1,294	3.88	41,356	22.24	25.00	5.10%
2040	173	125	216,290	1,250	3.87	43,671	21.55	25.00	5.10%
Secundarias									
2010	299	74	221,050	739	2.04	19,638	24.15	25.00	
2015	320	73	232,324	726	2.04	20,681	23.77	25.00	5.10%
2020	342	71	244,172	714	2.04	21,643	23.30	25.00	5.10%
2025	367	70	256,625	699	2.05	22,677	22.76	25.00	5.10%
2030	394	68	269,713	685	2.06	23,647	22.14	25.00	5.10%
2035	428	66	283,468	662	2.06	24,967	21.44	25.00	5.10%
2040	466	64	297,925	639	2.06	26,218	20.65	25.00	5.10%
Alimentadoras									
2010	38	63	24,080	634	2.01		20.97		
2015	40	63	25,308	633	2.03		20.78		5.10%
2020	42	63	26,599	633	1.99		21.26		5.10%
2025	44	64	27,955	635	2.01		21.08		5.10%
2030	46	64	29,381	639	2.01		21.13		5.10%
2035	49	63	30,879	630	2.01		20.92		5.10%
2040	51	64	32,454	636	2.01		21.11		5.10%

3. Comparación entre las situaciones sin y con proyecto

Si comparamos la situación sin proyecto (actual optimizada) y con proyecto, las mayores diferencias se dan en el caso de la demanda de las actuales rutas principales al compararla con las rutas troncales de la situación con proyecto, ver tabla 20.

Tabla 20. Demanda en situación sin y con proyecto.

Rutas	Sin Proyecto	Con Proyecto	Demanda Inducida	Cambio %
Principales/Troncales	132,870	160,480	27,610	20.8%
Secundarias	216,380	221,050	4,670	2.2%
Alimentadoras		24,080		
TOTAL	349,250	405,610	32,280	

La demanda inducida desde el resto de las rutas del sistema a las rutas troncales del corredor sería del 20.8%, en el caso de las rutas secundarias la demanda inducida es del 2.2%.

Si comparamos el número de unidades que se tendrían en la situación actual optimizada (sin proyecto) y la situación con proyecto, vemos que a pesar de que se tendría mayor demanda se requieren de 83 unidades menos en la situación con proyecto una disminución del 15.6% como se muestra en la tabla 21, aunque hay que aclarar que las unidades de las rutas troncales son de 100 pasajeros de capacidad y para el resto de los servicios la capacidad es de 70 pasajeros.

Tabla 21. Autobuses en situación sin y con proyecto.

Rutas	Sin Proyecto	Con Proyecto	Diferencia	Cambio %
Principales/Troncales	181	112	-69	-38.1%
Secundarias	351	299	-52	-14.8%
Alimentadoras		38	38	
TOTAL	532	449	-83	-15.6%

Finalmente si comparamos los kilómetros que las unidades recorren en el corredor del proyecto (sobre las calles Lincoln - Rodrigo Gómez - Ruiz Cortines), notamos que en la situación con proyecto se recorrerían 1,276 kilómetros adicionales, cantidad un 2.5% superior que la situación sin proyecto a pesar de que se tendrían menos unidades, todo esto es posible gracias a los incrementos en la velocidad que se logran con las inversiones en infraestructura y tecnología contempladas en el proyecto, ver tabla 22.

Tabla 22. Kilómetros recorridos en el corredor en situación sin y con proyecto.

Rutas	Sin Proyecto	Con Proyecto	Diferencia	Cambio %
Principales/Troncales	30,648	31,767	1,119	3.7%
Secundarias	19,481	19,638	157	0.8%
TOTAL	50,129	51,405	1,276	2.5%

v. Evaluación del proyecto

1. Metodología

Este proyecto consiste en una reestructuración de rutas de transporte público con la finalidad de implementar el uso de carriles exclusivos en el corredor Lincoln – Ruíz Cortines, por estas características es considerado como un proyecto de infraestructura de transporte público.

Los proyectos de transporte tienen como objetivo disminuir los costos de viaje (CGV) de los usuarios y los costos de operación de los transportistas, por lo que para evaluar los beneficios de un proyecto de transporte tenemos que comparar los costos en que incurren usuarios y transportistas sin proyecto (situación actual optimizada) respecto a los que se incurrirán con el proyecto funcionando.

Dado que la demanda en la situación sin proyecto es menor que la demanda de la situación con proyecto, haremos la evaluación para dos escenarios uno al que denominamos mínimo y otro escenario que consideramos como más probable. Para construir estos escenarios hacemos los siguientes supuestos para poder hacer comparables los costos:

a) Compensación a la Baja (escenario mínimo):

Los únicos usuarios que obtendrán beneficios son los que antes sin proyecto utilizaban el corredor, son solo estos usuarios a los que habría que calcularles los beneficios, esto **significa suponer que el proyecto no va a atraer más usuarios** aunque estos logren menores tiempos de viaje.

b) Compensación al Alza (escenario más probable):

Todos los usuarios que con el proyecto usarían el corredor, **incluyendo la demanda inducida** de otras rutas de transporte, se benefician lo mismo ya sea que antes usaran o no el corredor, y transportarlos en la situación sin proyecto cuesta lo mismo sean o no usuarios del corredor.

El resultado final estará muy probablemente entre los dos escenarios, siendo **el caso a) el que arroja el beneficio social mínimo**, ya que supone que no importan las reducciones en costos de viaje y operación, la demanda es la misma que en la situación sin proyecto.

El cálculo de los beneficios para **el caso b)** de compensación al alza incluyendo la demanda inducida, **estaría más cercano al real**, porque el proyecto no supone aumento en la demanda de transporte por cambio modal, cuando la experiencia de otros proyectos arroja que por cambio modal se puede atraer hasta un 20% de más pasajeros, además de que se supone que el crecimiento en la demanda de la situación con proyecto es del 1% anual lo cual es muy bajo, ya que es el mismo crecimiento que la situación sin proyecto no obstante las mejoras.

En la tabla 23 se compensa a la baja la demanda de la situación con proyecto, cuidando de mantener estables los Índices de Pasajeros por Kilómetro (IPK) que sirven como indicadores para mantener los mismos niveles de eficiencia.

Tabla 23. Indicadores con compensación a la baja con proyecto

Año	Unidades HMD	Pasajeros X Unidad HMD	Demanda Diaria	Pasajeros X Unidad Diarios	IPK Diario	Kilómetros recorridos diarios en el corredor	Velocidad promedio ruta	Velocidad promedio en corredor	Crecimiento quinquenal en demanda
Troncales									
2010	93	143	132,870	1,431	3.90	26,331	24.47	25.00	
2015	98	142	139,646	1,425	3.93	27,531	24.18	25.00	5.10%
2020	105	140	146,768	1,398	3.91	29,099	23.81	25.00	5.10%
2025	113	137	154,254	1,365	3.89	30,798	23.37	25.00	5.10%
2030	122	133	162,120	1,329	3.88	32,508	22.84	25.00	5.10%
2035	132	129	170,389	1,291	3.87	34,348	22.24	25.00	5.10%
2040	142	126	179,078	1,261	3.90	35,924	21.56	25.00	5.10%
Secundarias									
2010	293	74	216,380	739	2.04	19,232	24.15	25.00	
2015	311	73	227,415	731	2.05	20,119	23.77	25.00	5.10%
2020	333	72	239,014	718	2.05	21,091	23.30	25.00	5.10%
2025	358	70	251,203	702	2.06	22,137	22.76	25.00	5.10%
2030	384	69	264,015	688	2.07	23,064	22.14	25.00	5.10%
2035	417	67	277,479	665	2.07	24,300	21.43	25.00	5.10%
2040	455	64	291,631	641	2.07	25,573	20.65	25.00	5.10%
Alimentadoras									
2010	38	63	24,080	634	2.01		20.97		
2015	40	63	25,308	633	2.03		20.78		5.10%
2020	42	63	26,599	633	1.99		21.26		5.10%
2025	44	64	27,955	635	2.01		21.08		5.10%
2030	46	64	29,381	639	2.01		21.13		5.10%
2035	49	63	30,879	630	2.01		20.92		5.10%
2040	51	64	32,454	636	2.01		21.11		5.10%

En la tabla 24 se compensa al alza la demanda de la situación sin proyecto, también se cuida el mantener estables los IPK para asegurar el mantener los mismos niveles de eficiencia.

Tabla 24. Indicadores con compensación a la alza sin proyecto

Año	Unidades HMD	Pasajeros X Unidad HMD	Demanda Diaria	Pasajeros X Unidad Diarios	IPK Diario	Kilómetros recorridos diarios en el corredor	Velocidad promedio ruta	Velocidad promedio en corredor	Crecimiento quinquenal en demanda
Principales									
2010	218	74	160,480	735	2.38	36,963	20.59	18.81	
2015	241	70	168,664	700	2.38	38,870	19.60	17.82	5.10%
2020	267	66	177,266	664	2.38	40,854	18.60	16.82	5.10%
2025	296	63	186,307	629	2.38	42,801	17.60	15.81	5.10%
2030	329	60	195,809	595	2.39	44,855	16.59	14.81	5.10%
2035	366	56	205,795	562	2.40	46,869	15.60	13.81	5.10%
2040	411	53	216,290	526	2.40	49,300	14.60	12.81	5.10%
Secundarias									
2010	359	62	221,050	616	2.03	19,919	20.23	18.23	
2015	399	58	232,324	582	2.02	21,095	19.23	17.23	5.10%
2020	443	55	244,172	551	2.02	22,243	18.22	16.22	5.10%
2025	492	52	256,625	522	2.02	23,378	17.22	15.22	5.10%
2030	549	49	269,713	491	2.02	24,564	16.22	14.22	5.10%
2035	614	46	283,468	462	2.02	25,792	15.22	13.22	5.10%
2040	692	43	297,925	431	2.02	27,126	14.23	12.23	5.10%

Para el cálculo de los costos y beneficios sociales del proyecto se utilizará el Escenario a la Baja a partir de la comparativa de las tablas 5 y 23, y el Escenario al Alza a partir de la comparativa de las tablas 24 y 19.

3. Criterios de decisión

Los indicadores de rentabilidad para tomar la decisión de llevar a cabo este proyecto son el Valor Actual Neto (VAN) y la tasa interna de rendimiento (TIR), su cálculo se realiza con la finalidad de saber cuánto beneficio social neto obtiene la sociedad al llevar a cabo el proyecto (VAN positivo) y la TIR representa el rendimiento que proporciona el proyecto, la cual debe ser mayor que la tasa de descuento social para aceptar el proyecto.

La evaluación de un proyecto consiste en la comparación de la situación sin proyecto y la situación con proyecto a lo largo de un horizonte de evaluación. La tendencia histórica de crecimiento de la demanda de viajes en transporte público es del 1.2% anual, por lo que al utilizar un crecimiento anual del 1% estamos utilizando un escenario muy conservador sin tomar en cuenta ningún tipo de cambio modal a favor del transporte público. Las diferencias que existan entre ambas situaciones se pueden considerar efectos del proyecto y pueden ser beneficios o costos.

4. Identificación, cuantificación y valoración de beneficios sociales

Los beneficios del proyecto se obtienen principalmente de comparar los costos generalizados de viaje (CGV), asociados a las situaciones sin y con proyecto.

Los beneficios que se derivan de la construcción de los carriles exclusivos para transporte público se obtienen de los ahorros que se presentan por las disminuciones en (a) los costos del tiempo de viaje y en (b) los costos de operación vehicular.

a) Ahorro en costos del tiempo de viaje (CTV)

El costo del tiempo de viaje de los usuarios que transitan por la vialidad depende fundamentalmente de:

- La velocidad de operación vehicular.
- Los tiempos de espera y de ascenso-descenso de los usuarios.
- Los tiempos de transbordo en que incurren los usuarios.
- El valor social del tiempo de los usuarios de los vehículos.

La diferencia de valores entre la situación con y sin proyecto, generará el beneficio por este concepto.

b) Ahorro en costos de operación vehicular (COV)

Para las unidades de transporte público se deben calcular los siguientes conceptos de costo, la diferencia en la situación CP y SP generará el ahorro en este concepto.

- Consumo de Combustible.
- Consumo de Lubricantes.
- Consumo de Neumáticos.
- Consumo de Repuestos.
- Consumo de Horas de Mantenimiento.
- Depreciación del Vehículo.
- Costos fijos (derechos, sueldos y administración).

Con la construcción e implementación de los carriles exclusivos para unidades de transporte público en el corredor de transporte Lincoln - Ruiz Cortines se obtendrán principalmente dos beneficios; (a) el primero corresponde al ahorro de tiempo de viaje de las personas que viajan en las unidades (CTV), y (b) el segundo corresponde al ahorro en costos de operación vehicular (COV).

4.1 Identificación de beneficios sociales

a) Ahorro en costos por tiempo de viaje (CTV).

El ahorro de costos por tiempo de viaje se clasifica en tres tipos: por tiempo de viaje, por tiempo de espera y de ascenso-descenso de las unidades y por el tiempo de transbordo considerando una misma demanda después de compensarla para ambos escenarios sin y con proyecto.

✓ Por tiempo de viaje.

- Es la multiplicación de la demanda de cada ruta por el tiempo de viaje del tramo del corredor donde se construirán los carriles exclusivos de

transporte, en el caso de la situación con proyecto se disminuyen 10 segundos por cada pasajero de las rutas troncales que contarán con autobuses de entrada y salida a nivel de banqueta.

✓ **Por tiempo espera.**

- Es la multiplicación de la demanda de cada ruta por la mitad de la frecuencia de paso de la ruta.

✓ **Por tiempo de transbordo.**

- Es la multiplicación del 80% de la demanda de cada ruta alimentadora por dos minutos.

b) Ahorro en costos de operación (COV)

El ahorro de costos de operación de los vehículos de transporte público se obtiene utilizando el total de kilómetros recorridos por las rutas que participan en ambas situación sin proyecto y con proyecto. Como se suponen situaciones de operación similares fuera del corredor con carriles exclusivos, solo se tomará en cuenta el recorrido de los autobuses dentro del corredor.

4.2 Cuantificación y Valoración de beneficios sociales

a) Ahorro en costo generalizado de viaje (CGV) por tiempo de viaje, Escenario a la Baja.

Para calcular el ahorro de costos por tiempo de viaje generado por el proyecto, primero se tiene que determinar el tiempo de viaje total en la situación sin proyecto, luego el tiempo de viaje total en la situación con proyecto y la diferencia generará el ahorro atribuible al proyecto.

La tabla 25 muestra el costo generalizado de viaje para la situación sin proyecto, este tiempo de viaje es calculado solamente para los usuarios que utilizan las vialidades donde se construirá la infraestructura especializada para el transporte público, y solo durante el tiempo que están sobre estas vialidades.

Tabla 25. Cálculo del CGV con compensación de demanda a la baja sin proyecto

Ruta	Demanda diaria (pasajeros)	Tiempo de viaje en corredor (Min)	Tiempo de viaje diario (min)	Tiempo de espera promedio (min)	Tiempo de espera diario (min)	TIEMPO TOTAL DIARIO (min)	TIEMPO TOTAL ANUAL (horas)	CGV POR TIEMPO (miles de pesos)
PRINCIPALES								
107VA	11,790	20.21	238,280	6.00	70,722	309,002	1,668,611	36,105
82CB	17,880	27.67	494,822	2.50	44,650	539,471	2,913,144	63,035
38L	11,370	26.63	302,813	4.60	52,306	355,119	1,917,642	41,494
21S	15,660	23.95	375,078	3.27	51,221	426,298	2,302,011	49,811
38S	7,110	16.15	114,825	6.32	44,922	159,747	862,635	18,666
38A	17,530	17.78	311,755	3.10	54,405	366,160	1,977,263	42,784
82VS	15,220	38.10	579,835	3.18	48,461	628,296	3,392,798	73,413
35MP	5,430	19.78	107,410	7.38	40,058	147,468	796,325	17,231
21BS	30,880	20.21	624,096	1.56	48,076	672,171	3,629,725	78,540
SECUNDARIAS								
116CU	2,210	6.24	13,799	12.48	27,586	41,384	223,476	4,836
116SV	1,260	6.24	7,857	19.98	25,172	33,029	178,356	3,859
122EV	4,240	7.70	32,632	9.65	40,917	73,549	397,164	8,594
122N	14,700	8.45	124,196	4.06	59,696	183,892	993,018	21,487
216	23,200	4.45	103,347	1.97	45,644	148,991	804,552	17,409
210	6,320	8.09	51,156	5.41	34,177	85,332	460,795	9,971
2L	3,590	2.58	9,260	7.11	25,525	34,785	187,838	4,064
25A	14,420	3.07	44,246	2.81	40,551	84,797	457,906	9,908
27V	4,210	6.96	29,281	7.38	31,071	60,352	325,901	7,052
35RC	2,180	11.70	25,515	9.46	20,628	46,143	249,172	5,392
215	19,510	8.47	165,258	2.45	47,813	213,071	1,150,585	24,896
122PSI	27,880	8.28	230,842	1.49	41,602	272,443	1,471,194	31,834
201	8,460	8.44	71,390	6.71	56,788	128,178	692,161	14,977
216R	24,150	4.46	107,749	2.47	59,757	167,506	904,535	19,572
25V	25,800	3.20	82,583	2.04	52,600	135,184	729,993	15,796
35L	15,050	10.33	155,417	2.32	34,921	190,337	1,027,822	22,240
202	19,200	16.92	324,895	3.96	75,953	400,848	2,164,581	46,837
TOTALES						5,903,556	31,879,202	689,802

La siguiente tabla muestra el costo generalizado de viaje para la situación con proyecto, este tiempo de viaje es calculado solamente para los usuarios que utilizan la la infraestructura especializada para el transporte público implicada en el proyecto, y solo durante el tiempo que están utilizando dicha infraestructura.

Tabla 26. Cálculo del CGV con compensación de demanda a la baja con proyecto

Ruta	Demanda diaria (pasajeros)	Tiempo de viaje en corredor (Min)	Tiempo de viaje diario (min)	Tiempo de espera promedio (min)	Tiempo de espera diario (min)	Tiempo promedio de transbordo	TIEMPO TOTAL DIARIO (min)	TIEMPO TOTAL ANUAL (horas)	CGV POR TIEMPO (miles de pesos)
TLRC_1	30,369	18.63	565,671	1.88	57,089		622,759	3,362,899	72,766
TLRC_2	42,093	15.30	644,035	1.50	63,342		707,377	3,819,835	82,654
TLRC_3	13,446	11.31	152,059	3.85	51,773		203,832	1,100,692	23,817
TLRC_4	10,482	15.97	167,348	4.22	44,207		211,556	1,142,400	24,719
TLRC_5	36,480	32.33	1,179,389	2.11	76,902		1,256,291	6,783,970	146,792
116CU	2,134	4.66	9,937	16.30	34,790		44,727	241,524	5,226
116SV	2,359	4.66	10,985	15.66	36,937		47,922	258,781	5,599
122EV	7,469	6.65	49,685	4.93	36,807		86,491	467,052	10,106
122N	17,532	6.65	116,625	2.77	48,641		165,266	892,436	19,311
216	19,724	3.99	78,727	2.53	49,909		128,635	694,632	15,030
210	8,125	5.99	48,643	4.20	34,163		82,806	447,151	9,675
2L	2,251	2.66	5,991	18.49	41,628		47,619	257,140	5,564
25A	18,902	2.66	50,297	2.01	38,018		88,314	476,897	10,319
27V	4,845	6.65	32,233	9.01	43,658		75,891	409,813	8,868
35RC	1,400	9.98	13,968	19.68	27,554		41,522	224,217	4,852
215	18,021	7.32	131,869	2.91	52,393		184,262	995,015	21,530
122PSI	20,860	6.65	138,765	2.13	44,466		183,231	989,449	21,410
201	14,703	6.65	97,806	3.78	55,568		153,374	828,219	17,921
216R	26,958	3.99	107,600	2.05	55,273		162,873	879,515	19,031
25V	15,642	2.66	41,623	2.56	40,013		81,636	440,834	9,539
35L	10,963	8.65	94,811	2.73	29,974		124,785	673,837	14,580
202	24,491	17.30	423,601	3.58	87,558		511,159	2,760,261	59,727
ALRC_1	3,310					5,296	5,296	28,598	619
ALRC_2	530					848	848	4,579	99
ALRC_3	1,950					3,120	3,120	16,848	365
ALRC_4	1,900					3,040	3,040	16,416	355
ALRC_5	650					1,040	1,040	5,616	122
ALRC_6	440					704	704	3,802	82
ALRC_7	1,880					3,008	3,008	16,243	351
ALRC_8	80					128	128	691	15
ALRC_9	1,710					2,736	2,736	14,774	320
ALRC_10	3,800					6,080	6,080	32,832	710
ALRC_11	340					544	544	2,938	64
ALRC_12	3,520					5,632	5,632	30,413	658
ALRC_13	1,370					2,192	2,192	11,837	256
ALRC_14	2,600					4,160	4,160	22,464	486
TOTALES							5,250,856	28,354,622	613,537

La comparativa de los costos generalizados de viaje se muestra en la tabla 27, como podemos observar la diferencia en los costos en las dos situaciones, sin proyecto y con proyecto, se va incrementando año con año, esto se debe sobre todo a que la velocidad comercial del transporte público en el AMM disminuye año con año.

Tabla 27. Ahorro del CGV con compensación de demanda a la baja

(Miles de pesos)			
AÑO	CGV SP	CGV CP	AHORRO CGV
2010	689,802	613,537	76,265
2011	701,526	618,742	82,784
2012	713,448	623,990	89,458
2013	725,574	629,283	96,291
2014	737,905	634,621	103,284
2015	750,446	640,004	110,442
2016	764,055	645,354	118,701
2017	777,910	650,748	127,162
2018	792,017	656,188	135,829
2019	806,380	661,673	144,706
2020	821,003	667,204	153,798
2021	836,715	672,873	163,841
2022	852,727	678,590	174,137
2023	869,046	684,356	184,691
2024	885,678	690,170	195,507
2025	902,627	696,034	206,593
2026	920,832	702,155	218,677
2027	939,403	708,329	231,074
2028	958,349	714,558	243,791
2029	977,677	720,841	256,836
2030	997,395	727,180	270,215
2031	1,018,750	733,410	285,339
2032	1,040,562	739,694	300,868
2033	1,062,841	746,032	316,809
2034	1,085,597	752,424	333,173
2035	1,108,840	758,870	349,970
2036	1,134,016	765,564	368,451
2037	1,159,762	772,318	387,445
2038	1,186,093	779,130	406,963
2039	1,213,023	786,003	427,019
2040	1,240,563	792,937	447,626

b) Ahorro en costo generalizado de viaje (CGV) por tiempo de viaje, Escenario al Alza.

Para calcular el ahorro de costos por tiempo de viaje generado por el proyecto en el escenario al alza, se determina el tiempo de viaje total en la situación sin proyecto, luego el tiempo de viaje total en la situación con proyecto y la diferencia generará el ahorro atribuible al proyecto.

Tabla 28. Cálculo del CGV con compensación de demanda al alza sin proyecto

Ruta	Demanda diaria (pasajeros)	Tiempo de viaje en corredor (Min)	Tiempo de viaje diario (min)	Tiempo de espera promedio (min)	Tiempo de espera diario (min)	TIEMPO TOTAL DIARIO (min)	TIEMPO TOTAL ANUAL (horas)	CGV POR TIEMPO (miles de pesos)
PRINCIPALES								
107VA	14,240	20.21	287,794	4.97	70,824	358,618	1,936,535	41,903
82CB	21,595	27.67	597,644	2.07	44,714	642,358	3,468,732	75,056
38L	13,733	26.63	365,736	3.81	52,381	418,118	2,257,836	48,855
21S	18,914	23.95	453,018	2.71	51,294	504,312	2,723,285	58,926
38S	8,587	16.15	138,686	5.24	44,987	183,672	991,830	21,461
38A	21,173	17.78	376,537	2.57	54,483	431,020	2,327,507	50,363
82VS	18,383	38.10	700,323	2.64	48,530	748,854	4,043,809	87,500
35MP	6,558	19.78	129,729	6.12	40,115	169,845	917,161	19,846
21BS	37,297	20.21	753,781	1.29	48,145	801,926	4,330,399	93,701
SECUNDARIAS								
116CU	2,258	7.84	17,700	12.21	27,561	45,260	244,406	5,288
116SV	1,287	7.83	10,078	19.54	25,149	35,227	190,227	4,116
122EV	4,332	9.66	41,857	9.44	40,880	82,737	446,780	9,667
122N	15,017	10.61	159,308	3.97	59,642	218,950	1,182,329	25,583
216	23,701	5.59	132,564	1.92	45,603	178,167	962,103	20,818
210	6,456	10.16	65,618	5.29	34,146	99,764	538,724	11,657
2L	3,667	3.24	11,878	6.95	25,501	37,380	201,851	4,368
25A	14,731	3.85	56,755	2.75	40,514	97,270	525,256	11,365
27V	4,301	8.73	37,559	7.22	31,043	68,602	370,450	8,016
35RC	2,227	14.70	32,728	9.25	20,609	53,338	288,023	6,232
215	19,931	10.64	211,978	2.40	47,770	259,748	1,402,642	30,350
122PSI	28,482	10.40	296,104	1.46	41,564	337,668	1,823,405	39,455
201	8,643	10.60	91,573	6.56	56,736	148,309	800,871	17,329
216R	24,671	5.60	138,211	2.42	59,703	197,914	1,068,737	23,125
25V	26,357	4.02	105,931	1.99	52,553	158,484	855,811	18,518
35L	15,375	12.97	199,355	2.27	34,889	234,244	1,264,917	27,370
202	19,614	21.25	416,747	3.87	75,884	492,631	2,660,209	57,562
TOTALES						7,004,414	37,823,837	818,432

Tabla 29. Cálculo del CGV con compensación de demanda al alza con proyecto

Ruta	Demanda diaria (pasajeros)	Tiempo de viaje en corredor (Min)	Tiempo de viaje diario (min)	Tiempo de espera promedio (min)	Tiempo de espera diario (min)	Tiempo promedio de transbordo	TIEMPO TOTAL DIARIO (min)	TIEMPO TOTAL ANUAL (horas)	CGV POR TIEMPO (miles de pesos)
TLRC_1	36,680	18.63	683,215	1.53	56,106		739,321	3,992,335	86,386
TLRC_2	50,840	15.30	777,864	1.22	61,962		839,826	4,535,062	98,130
TLRC_3	16,240	11.31	183,656	3.16	51,368		235,024	1,269,129	27,461
TLRC_4	12,660	15.97	202,123	3.47	43,896		246,018	1,328,499	28,746
TLRC_5	44,060	32.33	1,424,462	1.72	75,731		1,500,194	8,101,045	175,290
116CU	2,180	4.66	10,151	15.97	34,805		44,956	242,765	5,253
116SV	2,410	4.66	11,222	15.33	36,953		48,176	260,149	5,629
122EV	7,630	6.65	50,757	4.83	36,823		87,580	472,930	10,233
122N	17,910	6.65	119,142	2.72	48,662		167,804	906,144	19,607
216	20,150	3.99	80,426	2.48	49,931		130,357	703,926	15,232
210	8,300	5.99	49,692	4.12	34,178		83,871	452,901	9,800
2L	2,300	2.66	6,120	18.11	41,646		47,766	257,938	5,581
25A	19,310	2.66	51,382	1.97	38,034		89,417	482,850	10,448
27V	4,950	6.65	32,929	8.82	43,678		76,606	413,674	8,951
35RC	1,430	9.98	14,269	19.28	27,566		41,835	225,911	4,888
215	18,410	7.32	134,715	2.85	52,416		187,131	1,010,509	21,865
122PSI	21,310	6.65	141,760	2.09	44,486		186,246	1,005,728	21,762
201	15,020	6.65	99,917	3.70	55,592		155,509	839,751	18,171
216R	27,540	3.99	109,922	2.01	55,298		165,220	892,187	19,305
25V	15,980	2.66	42,521	2.51	40,031		82,552	445,780	9,646
35L	11,200	8.65	96,857	2.68	29,987		126,844	684,958	14,821
202	25,020	17.30	432,744	3.50	87,597		520,340	2,809,838	60,799
ALRC_1	3,310					5,296	5,296	28,598	619
ALRC_2	530					848	848	4,579	99
ALRC_3	1,950					3,120	3,120	16,848	365
ALRC_4	1,900					3,040	3,040	16,416	355
ALRC_5	650					1,040	1,040	5,616	122
ALRC_6	440					704	704	3,802	82
ALRC_7	1,880					3,008	3,008	16,243	351
ALRC_8	80					128	128	691	15
ALRC_9	1,710					2,736	2,736	14,774	320
ALRC_10	3,800					6,080	6,080	32,832	710
ALRC_11	340					544	544	2,938	64
ALRC_12	3,520					5,632	5,632	30,413	658
ALRC_13	1,370					2,192	2,192	11,837	256
ALRC_14	2,600					4,160	4,160	22,464	486
TOTALES							5,841,122	31,542,060	682,507

Tabla 30. Ahorro del CGV con compensación de demanda al alza

(Miles de pesos)			
AÑO	CGV SP	CGV CP	AHORRO CGV
2010	818,432	682,507	135,925
2011	832,932	688,210	144,723
2012	847,689	693,960	153,730
2013	862,708	699,758	162,950
2014	877,992	705,605	172,388
2015	893,548	711,500	182,048
2016	910,216	717,660	192,556
2017	927,196	723,873	203,323
2018	944,492	730,140	214,352
2019	962,111	736,461	225,650
2020	980,058	742,837	237,221
2021	999,353	749,359	249,993
2022	1,019,027	755,939	263,088
2023	1,039,089	762,577	276,512
2024	1,059,545	769,272	290,273
2025	1,080,405	776,027	304,378
2026	1,102,824	782,992	319,831
2027	1,125,708	790,021	335,687
2028	1,149,067	797,112	351,955
2029	1,172,910	804,267	368,644
2030	1,197,249	811,486	385,763
2031	1,223,579	818,568	405,011
2032	1,250,488	825,711	424,777
2033	1,277,989	832,917	445,072
2034	1,306,095	840,186	465,909
2035	1,334,820	847,518	487,301
2036	1,365,791	855,040	510,752
2037	1,397,481	862,628	534,854
2038	1,429,907	870,283	559,624
2039	1,463,085	878,007	585,078
2040	1,497,033	885,799	611,234

c) Ahorro en costos generalizado de viaje (CGV) por costos de operación (COV), Escenario a la Baja;

Para calcular el ahorro en los costos de operación generado por el proyecto, primero se tiene que determinar el costo de operación en la situación sin proyecto, luego el costo de operación en la situación con proyecto y la diferencia generará el ahorro en costos de operación atribuible al proyecto. El costo de operación por kilómetro recorrido es obtenido mediante el Software VOC MEX versión 4.0. Para más información ver **Anexo IV. Cálculo de Costos de Operación Vehicular.**

Tabla 31. Costo de Operación, escenario de demanda a la baja sin proyecto

COSTOS DE OPERACIÓN SIN PROYECTO							
Año	Tipo de ruta						Costo de operación anual total (MILES DE PESOS)
	Principales			Secundarias			
	Velocidad promedio	Costo de Operación vehicular (\$/KM)	Kilometraje diario	Velocidad promedio	Costo de Operación vehicular (\$/KM)	Kilometraje diario	
0	18.8		30,648	18.2		19,481	
1	18.8	12.56	30,940	18.2	12.88	19,689	208,070
2	18.8	12.56	31,234	18.2	12.88	19,899	210,145
3	18.8	12.56	31,531	18.2	12.88	20,111	212,241
4	18.8	12.56	31,831	18.2	12.88	20,326	214,358
5	17.8	12.88	32,134	17.2	13.22	20,543	222,091
6	17.8	12.88	32,440	17.2	13.22	20,744	224,231
7	17.8	12.88	32,749	17.2	13.22	20,948	226,392
8	17.8	12.88	33,061	17.2	13.22	21,154	228,574
9	17.8	12.88	33,376	17.2	13.22	21,361	230,776
10	16.8	13.22	33,693	16.2	14.02	21,571	242,300
11	16.8	13.22	34,006	16.2	14.02	21,800	244,684
12	16.8	13.22	34,322	16.2	14.02	22,032	247,092
13	16.8	13.22	34,641	16.2	14.02	22,266	249,523
14	16.8	13.22	34,964	16.2	14.02	22,503	251,979
15	15.8	14.02	35,289	15.2	14.48	22,743	266,995
16	15.8	14.02	35,617	15.2	14.48	22,974	269,573
17	15.8	14.02	35,948	15.2	14.48	23,208	272,176
18	15.8	14.02	36,282	15.2	14.48	23,445	274,805
19	15.8	14.02	36,620	15.2	14.48	23,684	277,458
20	14.8	14.48	37,102	14.2	14.99	23,925	290,265
21	14.8	14.48	37,476	14.2	14.99	24,158	293,150
22	14.8	14.48	37,854	14.2	14.99	24,393	296,063
23	14.8	14.48	38,235	14.2	14.99	24,631	299,004
24	14.8	14.48	38,620	14.2	14.99	24,870	301,976
25	13.8	14.99	39,016	13.2	16.21	25,112	321,384
26	13.8	14.99	39,411	13.2	16.21	25,363	324,617
27	13.8	14.99	39,809	13.2	16.21	25,617	327,883
28	13.8	14.99	40,212	13.2	16.21	25,872	331,182
29	13.8	14.99	40,618	13.2	16.21	26,131	334,515
30	12.8	16.21	40,932	12.2	16.94	26,392	359,832

Es importante recordar que los kilómetros recorridos utilizados en el cálculo de los costos de operación en tabla 31 de la situación sin proyecto, se refieren solamente a los que se realizan en las vialidades por donde se construirá la infraestructura especializada para el transporte público.

De manera similar los kilómetros implicados en la tabla 32 de la situación con proyecto, tienen que ver con lo que el transporte público recorre solamente sobre la infraestructura especializada implicada en el proyecto.

Tabla 32. Costo de Operación, escenario de demanda a la baja con proyecto

COSTOS DE OPERACIÓN CON PROYECTO							
Año	Tipo de ruta						Costo de operación anual total (MILES DE PESOS)
	TRONCALES			SECUNDARIAS			
	Velocidad promedio	Costo de Operación vehicular (\$/KM)	Kilometraje diario	Velocidad promedio	Costo de Operación vehicular (\$/KM)	Kilometraje diario	
0	25		26,331	25		19,232	
1	25	10.6	26,567	25	10.28	19,406	155,876
2	25	10.6	26,805	25	10.28	19,582	157,279
3	25	10.6	27,045	25	10.28	19,759	158,694
4	25	10.6	27,287	25	10.28	19,938	160,122
5	25	10.6	27,531	25	10.28	20,119	161,562
6	25	10.6	27,838	25	10.28	20,309	163,251
7	25	10.6	28,148	25	10.28	20,502	164,958
8	25	10.6	28,462	25	10.28	20,696	166,683
9	25	10.6	28,779	25	10.28	20,893	168,426
10	25	10.6	29,099	25	10.28	21,091	170,187
11	25	10.6	29,431	25	10.28	21,296	172,011
12	25	10.6	29,767	25	10.28	21,503	173,854
13	25	10.6	30,107	25	10.28	21,712	175,717
14	25	10.6	30,450	25	10.28	21,923	177,600
15	25	10.6	30,798	25	10.28	22,137	179,503
16	25	10.6	31,133	25	10.28	22,319	181,261
17	25	10.6	31,471	25	10.28	22,503	183,036
18	25	10.6	31,813	25	10.28	22,689	184,828
19	25	10.6	32,159	25	10.28	22,876	186,639
20	25	10.6	32,508	25	10.28	23,064	188,467
21	25	10.6	32,868	25	10.28	23,306	190,509
22	25	10.6	33,232	25	10.28	23,551	192,573
23	25	10.6	33,600	25	10.28	23,798	194,660
24	25	10.6	33,972	25	10.28	24,047	196,768
25	25	10.6	34,348	25	10.28	24,300	198,900
26	25	10.6	34,657	25	10.28	24,549	200,794
27	25	10.6	34,970	25	10.28	24,801	202,706
28	25	10.6	35,285	25	10.28	25,056	204,637
29	25	10.6	35,603	25	10.28	25,313	206,586
30	25	10.6	35,924	25	10.28	25,573	208,553

d) Ahorro en costos generalizado de viaje (CGV) por costos de operación (COV), Escenario al Alza;

Las tablas siguientes muestran el costo de operación sin y con proyecto en el escenario de demanda al alza.

Tabla 33. Costo de Operación, escenario de demanda al alza sin proyecto

COSTOS DE OPERACIÓN SIN PROYECTO							
Año	Tipo de ruta						Costo de operación anual total (MILES DE PESOS)
	Principales			Secundarias			
	Velocidad promedio	Costo de Operación vehicular (\$/KM)	Kilometraje diario	Velocidad promedio	Costo de Operación vehicular (\$/KM)	Kilometraje diario	
0	18.8		36,963	18.2		19,919	
1	18.8	12.56	37,337	18.2	12.88	20,149	236,025
2	18.8	12.56	37,714	18.2	12.88	20,382	238,532
3	18.8	12.56	38,096	18.2	12.88	20,617	241,065
4	18.8	12.56	38,481	18.2	12.88	20,855	243,625
5	17.8	12.88	38,870	17.2	13.22	21,095	252,566
6	17.8	12.88	39,263	17.2	13.22	21,320	255,168
7	17.8	12.88	39,660	17.2	13.22	21,547	257,798
8	17.8	12.88	40,061	17.2	13.22	21,777	260,454
9	17.8	12.88	40,466	17.2	13.22	22,009	263,138
10	16.8	13.22	40,854	16.2	14.02	22,243	276,027
11	16.8	13.22	41,236	16.2	14.02	22,466	278,675
12	16.8	13.22	41,622	16.2	14.02	22,690	281,349
13	16.8	13.22	42,011	16.2	14.02	22,917	284,048
14	16.8	13.22	42,404	16.2	14.02	23,147	286,773
15	15.8	14.02	42,801	15.2	14.48	23,378	304,102
16	15.8	14.02	43,202	15.2	14.48	23,611	307,012
17	15.8	14.02	43,606	15.2	14.48	23,845	309,949
18	15.8	14.02	44,014	15.2	14.48	24,082	312,915
19	15.8	14.02	44,426	15.2	14.48	24,322	315,909
20	14.8	14.48	44,855	14.2	14.99	24,564	329,737
21	14.8	14.48	45,277	14.2	14.99	24,805	332,888
22	14.8	14.48	45,703	14.2	14.99	25,048	336,070
23	14.8	14.48	46,134	14.2	14.99	25,293	339,282
24	14.8	14.48	46,568	14.2	14.99	25,541	342,524
25	13.8	14.99	46,869	13.2	16.21	25,792	363,090
26	13.8	14.99	47,282	13.2	16.21	26,053	366,472
27	13.8	14.99	47,700	13.2	16.21	26,317	369,885
28	13.8	14.99	48,120	13.2	16.21	26,584	373,331
29	13.8	14.99	48,545	13.2	16.21	26,854	376,809
30	12.8	16.21	49,300	12.2	16.94	27,126	407,809

Tabla 34. Costo de Operación, escenario de demanda al alza con proyecto

COSTOS DE OPERACIÓN CON PROYECTO							
Año	Tipo de ruta						Costo de operación anual total (MILES DE PESOS)
	TRONCALES			SECUNDARIAS			
	Velocidad promedio	Costo de Operación vehicular (\$/KM)	Kilometraje diario	Velocidad promedio	Costo de Operación vehicular (\$/KM)	Kilometraje diario	
0	25		31,767	25		19,638	
1	25	10.6	32,146	25	10.28	19,842	176,491
2	25	10.6	32,529	25	10.28	20,049	178,496
3	25	10.6	32,917	25	10.28	20,258	180,523
4	25	10.6	33,310	25	10.28	20,468	182,573
5	25	10.6	33,707	25	10.28	20,681	184,647
6	25	10.6	34,055	25	10.28	20,870	186,471
7	25	10.6	34,406	25	10.28	21,061	188,313
8	25	10.6	34,762	25	10.28	21,253	190,174
9	25	10.6	35,120	25	10.28	21,448	192,053
10	25	10.6	35,483	25	10.28	21,643	193,950
11	25	10.6	35,835	25	10.28	21,846	195,835
12	25	10.6	36,190	25	10.28	22,051	197,738
13	25	10.6	36,549	25	10.28	22,258	199,660
14	25	10.6	36,912	25	10.28	22,466	201,600
15	25	10.6	37,278	25	10.28	22,677	203,559
16	25	10.6	37,657	25	10.28	22,868	205,496
17	25	10.6	38,040	25	10.28	23,060	207,452
18	25	10.6	38,427	25	10.28	23,254	209,426
19	25	10.6	38,817	25	10.28	23,450	211,419
20	25	10.6	39,212	25	10.28	23,647	213,432
21	25	10.6	39,632	25	10.28	23,905	215,733
22	25	10.6	40,056	25	10.28	24,167	218,060
23	25	10.6	40,485	25	10.28	24,431	220,411
24	25	10.6	40,918	25	10.28	24,697	222,789
25	25	10.6	41,356	25	10.28	24,967	225,191
26	25	10.6	41,809	25	10.28	25,212	227,564
27	25	10.6	42,267	25	10.28	25,460	229,961
28	25	10.6	42,730	25	10.28	25,710	232,384
29	25	10.6	43,197	25	10.28	25,963	234,833
30	25	10.6	43,671	25	10.28	26,218	237,307

5. Identificación, cuantificación y valoración de costos sociales

Los costos del proyecto corresponden a los costos de inversión para la construcción e implementación del proyecto, el diferencial de los costos de conservación de los carriles exclusivos entre la situación con y sin proyecto, así como los costos de molestia por la construcción en la situación con proyecto.

Este proyecto se realizó de prefactibilidad, por lo que en este caso para el cálculo de la inversión en infraestructura y costos de conservación de la vialidad se utilizaron estimaciones de los requerimientos de inversión y de conservación, basadas en la experiencia sectorial.

Los principales tipos de mantenimiento considerados en este estudio son: conservación normal, riego de sello, sobrecarpeta y reconstrucción, para la situación sin proyecto, ya que el material de los carriles exclusivos corresponde a pavimento asfáltico. Para el caso de la situación con proyecto se utilizaron los conceptos de conservación normal del pavimento y la reposición total de la carpeta cada 10 años, lo anterior debido a que el material propuesto para los carriles exclusivos en la situación con proyecto es de pavimento de concreto hidráulico.

5.1 Costos de inversión en infraestructura.

El valor privado de la inversión del proyecto de “Corredor de Transporte Público Lincoln - Ruíz Cortines” sin IVA, equivale a \$1,637,514,522 pesos de noviembre de 2010, este monto de inversión se considerará como el valor social de la inversión.

Para fines del presente análisis se consideró la inversión en infraestructura sobre el corredor, y la inversión en equipamiento correspondiente al sistema de prepago y a la compra de unidades de piso bajo.

La tabla 35 describe el desglose de la inversión, separando la inversión en infraestructura y la parte de equipamiento. Para más información consultar el **Anexo III. Descripción general de la Inversión.**

Tabla 35. Costos de inversión

Desglose	Infraestructura (\$)	Unidades de transporte (\$)	% de Inversión total (\$)
1. PROYECTOS Y SUPERVISIÓN EXTERNA	\$24.073.134		1,5%
2. CARRILES CONFINADOS	\$491.449.206		30,0%
3. TERMINALES	\$268.928.688		16,4%
4. ESTACIONES	\$139.317.889		8,5%
5. MOVILIDAD Y ACCESIBILIDADES	\$32.268.433		2,0%
6. OBRAS INDUCIDAS DE INFRAESTRUCTURA	\$45.368.880		2,8%
7. OBRAS VIALES O ADECUACIONES GEOMETRICAS	\$198.932.394		12,1%
8. URBANISMO Y COMPENSACIÓN AMBIENTAL	\$49.613.744		3,0%
9. SEMAFORIZACIÓN	\$46.157.697		2,8%
10. SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y SEÑALIZACION	\$663.578		0,0%
11. OFICINAS, PATIOS, TALLERES Y ENCIERROS	\$5.103.522		0,3%
12. CENTROS DE CONTROL Y TELECOMUNICACIONES	\$10.678.073		0,7%
13. TECNOLOGIA PARA EL CORREDOR	\$27.855.843	\$297.103.441	19,8%
TOTALES DE INVERSIÓN	\$1.340.411.081	\$297.103.441	\$1.637.514.522

Fuente: CETyV

5.2 Costos de conservación de la vialidad.

Los costos de conservación anual de la vialidad corresponden a los costos que son erogados para dar el mantenimiento adecuado a los corredores durante su vida útil, el cual permitirá ofrecer un servicio de calidad a los usuarios de esta vía, estos costos se calculan tanto en condiciones sin y con proyecto.

En la tabla 36 se presentan los tipos de conservación que se da a las carreteras o vialidades de pavimento asfáltico en México, así como la configuración de sus costos, esto corresponde a la situación sin proyecto.

Tabla 36. Configuración de costos de conservación sin proyecto.

Tipo de conservación	Costo en pesos	Unidad
Conservación normal	\$ 30.000	\$/km/carril
Riego de sello	\$ 10.000	\$/km/carril
Sobre carpeta	\$ 350.000	\$/km/carril
Reconstrucción	\$ 100.000	\$/km/carril

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Los principales insumos necesarios para el cálculo de los costos anuales de conservación son, el número de carriles a utilizar el corredor Lincoln - Ruiz Cortines y la longitud que se dará mantenimiento. Para fines del presente análisis sólo toman relevancia los dos carriles que se convertirán en carriles exclusivos, ya que el resto de los carriles, con y sin proyecto se les deberá dar el mantenimiento correspondiente. El mantenimiento cambia para los dos carriles en análisis, debido a que en la situación sin proyecto los carriles son de pavimento asfáltico y para la situación con proyecto se considera un pavimento de concreto hidráulico.

Para la situación sin proyecto, existen diferentes periodos de aplicación según sea el tipo de conservación. La conservación normal se lleva a cabo anualmente, el riego de sello se realiza cada 4 años, la sobre carpeta cada 8 años y la reconstrucción cada 15 años.

Los costos anuales por este concepto se obtienen con la resta de los costos de conservación anuales totales de la situación sin proyecto menos los correspondientes a la situación con proyecto, año por año para los 30 años del horizonte del proyecto.

En la tabla 37 se presentan los tipos de conservación y su configuración de costos para las vialidades de pavimento hidráulico, lo anterior corresponde a la situación con proyecto.

Tabla 37. Configuración de costos de conservación con proyecto.

Tipo de conservación	Costo en pesos	Unidad
Conservación normal	\$ 38.000	\$/km/carril
Reposición	\$ 435	\$ / m2

Fuente: Sistema de Caminos de Nuevo León.

Para la situación con proyecto, también existen diferentes periodos de aplicación según sea el tipo de conservación. La conservación normal se lleva a cabo anualmente, y la reposición del pavimento se debe realizar cada 10 años.

En la tabla 38 se presentan los costos de conservación en miles de pesos, por tipo de conservación para cada uno de los años en el horizonte de evaluación del proyecto, para la situación sin proyecto y con proyecto.

Tabla 38. Costos de conservación y mantenimiento

(miles de pesos, precios de junio 2010)

AÑO	Situación sin proyecto				Total	Situación con proyecto		Total	Diferencia (C/P - S/P) (Ahorro miles de pesos)
	Normal	Riego de sello	Sobre carpeta	Reconstrucción		Normal	Por reposición		
0									
1	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
2	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
3	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
4	1,488	4,960			6,448	1,885		1,885	4,563
5	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
6	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
7	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
8	1,488		17,360		18,848	1,885		1,885	16,963
9	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
10	1,488				1,488	1,885	7,552	9,436	- 7,948
11	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
12	1,488	4,960			6,448	1,885		1,885	4,563
13	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
14	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
15	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
16	1,488			49,600	51,088	1,885		1,885	49,203
17	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
18	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
19	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
20	1,488	4,960			6,448	1,885	7,552	9,436	- 2,988
21	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
22	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
23	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
24	1,488		17,360		18,848	1,885		1,885	16,963
25	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
26	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
27	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
28	1,488	4,960			6,448	1,885		1,885	4,563
29	1,488				1,488	1,885		1,885	- 397
30	1,488				1,488	1,885	7,552	9,436	- 7,948

Notas y Fuentes:

Fuente: Sistema de Caminos de Nuevo León y SCT.

En situación S/P los cálculos se realizaron para 2 carriles con asfalto, en situación C/P se consideraron para los cálculos 2 carriles de concreto.

5.3 Costos de molestias por construcción.

A continuación se estima el impacto por construcción del proyecto del corredor de transporte público Lincoln – Ruíz Cortines en tránsito privado y público A través de una serie de supuestos razonables el Centro de Transporte Sustentable (CTS) cuantifica el impacto en el Tiempo de Viaje y en el Costo de Operación Vehicular, estimándose un monto de \$34,657,071 pesos equivalentes al 2.59% del valor de la inversión en infraestructura, ver **Anexo VII Estimación del Impacto en Construcción; Proyecto BRT Monterrey.**

Tabla 39. Costos de molestias por la construcción

	Transporte Público	Transporte Privado	TOTAL
Tiempo de Viaje	\$ 6,685,714	\$ 15,910,714	\$ 22,596,429
Costo de Operación Vehicular	\$ 1,002,857	\$ 3,060,000	\$ 4,062,857
Impactos Embotellamiento y Cruce Subterráneo	\$ 2,306,571.43	\$ 5,691,214.29	\$ 7,997,786
TOTAL	\$ 9,995,142.86	\$ 24,661,928.57	\$ 34,657,071

Como se puede ver en la tabla de costos de conservación y mantenimiento los trabajos de mantenimiento al pavimento son más frecuentes y por lo tanto causan más molestias en el caso de la carpeta asfáltica comparada con el pavimento de concreto hidráulico. Es por eso que no se consideran afectaciones por molestias de desviaciones de tráfico adicionales a las del período de construcción. El mantenimiento mayor del pavimento del concreto hidráulico es cada 10 años, y el mantenimiento mayor de la carpeta asfáltica es cada 4 años.

6. Evaluación social del proyecto

En la tablas 40 y 41 se muestran los resultados de los beneficios y costos del proyecto en miles de pesos y el flujo de efectivo, para cada uno de los años durante el horizonte de evaluación del proyecto, tanto para el Escenario a la Baja (mínimo) como en del Escenario al Alza (más probable) sin considerar que existirán servicios exprés.

Tabla 40. Costos y beneficios del proyecto y el flujo de efectivo para el Escenario a la Baja

Año	Beneficios		Costos		Costos por molestias	Flujo de efectivo (descontando valor de rescate año 0)	Factor de Valor Presente	Flujo de efectivo descontado
	Ahorro x tiempo	Ahorro costo operación	Inversión	Conservación				
0			-\$ 1,637,515		\$ 34,657	-\$ 1,642,236	1.0000	-\$1,642,236
1	\$ 82,784	\$ 52,194	\$ 174,549	-\$ 397		\$ 309,130	0.8929	\$276,009
2	\$ 89,458	\$ 52,866	\$ 57,049	-\$ 397		\$ 198,977	0.7972	\$158,623
3	\$ 96,291	\$ 53,547	\$ 58,906	-\$ 397		\$ 208,347	0.7118	\$148,297
4	\$ 103,284	\$ 54,236	\$ 60,808	\$ 4,563		\$ 222,892	0.6355	\$141,652
5	\$ 110,442	\$ 60,529	\$ 62,758	-\$ 397		\$ 233,332	0.5674	\$132,399
6	\$ 118,701	\$ 60,980	\$ 63,536	-\$ 397		\$ 242,820	0.5066	\$123,020
7	\$ 127,162	\$ 61,434	\$ 65,498	-\$ 397		\$ 253,697	0.4523	\$114,760
8	\$ 135,829	\$ 61,891	\$ 67,510	\$ 16,963		\$ 282,193	0.4039	\$113,973
9	\$ 144,706	\$ 62,350	\$ 69,572	-\$ 397		\$ 276,232	0.3606	\$99,612
10	\$ 153,798	\$ 72,113	-\$ 129,552	-\$ 7,948		\$ 88,411	0.3220	\$28,466
11	\$ 163,841	\$ 72,674	\$ 69,314	-\$ 397		\$ 305,432	0.2875	\$87,804
12	\$ 174,137	\$ 73,238	\$ 71,467	\$ 4,563		\$ 323,406	0.2567	\$83,010
13	\$ 184,691	\$ 73,807	\$ 73,675	-\$ 397		\$ 331,776	0.2292	\$76,034
14	\$ 195,507	\$ 74,379	\$ 75,940	-\$ 397		\$ 345,430	0.2046	\$70,682
15	\$ 206,593	\$ 87,492	\$ 78,262	-\$ 397		\$ 371,950	0.1827	\$67,954
16	\$ 218,677	\$ 88,313	\$ 82,132	\$ 49,203		\$ 438,325	0.1631	\$71,500
17	\$ 231,074	\$ 89,141	\$ 84,858	-\$ 397		\$ 404,676	0.1456	\$58,939
18	\$ 243,791	\$ 89,976	\$ 87,657	-\$ 397		\$ 421,028	0.1300	\$54,750
19	\$ 256,836	\$ 90,820	\$ 90,530	-\$ 397		\$ 437,789	0.1161	\$50,830
20	\$ 270,215	\$ 101,798	-\$ 130,240	-\$ 2,988		\$ 238,785	0.1037	\$24,754
21	\$ 285,339	\$ 102,640	\$ 95,414	-\$ 397		\$ 482,997	0.0926	\$44,706
22	\$ 300,868	\$ 103,489	\$ 98,367	-\$ 397		\$ 502,327	0.0826	\$41,514
23	\$ 316,809	\$ 104,345	\$ 101,399	-\$ 397		\$ 522,156	0.0738	\$38,529
24	\$ 333,173	\$ 105,207	\$ 104,513	\$ 16,963		\$ 559,857	0.0659	\$36,885
25	\$ 349,970	\$ 122,483	\$ 107,711	-\$ 397		\$ 579,768	0.0588	\$34,104
26	\$ 368,451	\$ 123,823	\$ 112,400	-\$ 397		\$ 604,277	0.0525	\$31,737
27	\$ 387,445	\$ 125,177	\$ 115,960	-\$ 397		\$ 628,184	0.0469	\$29,458
28	\$ 406,963	\$ 126,546	\$ 119,618	\$ 4,563		\$ 657,690	0.0419	\$27,537
29	\$ 427,019	\$ 127,929	\$ 123,377	-\$ 397		\$ 677,928	0.0374	\$25,343
30	\$ 447,626	\$ 151,278	\$ 127,239	-\$ 7,948		\$ 718,196	0.0334	\$23,972
								\$674,617

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41. Costos y beneficios del proyecto y el flujo de efectivo para el Escenario al a Alza

Año	Beneficios		Costos		Costos por molestias	Flujo de efectivo (descontando valor de rescate año 0)	Factor de Valor Presente	Flujo de efectivo descontado
	Ahorro x tiempo	Ahorro costo operación	Inversión	Conservación				
0			-\$ 1,637,515		\$ 34,657	-\$ 1,636,753	1.0000	-\$1,636,753
1	\$ 144,723	\$ 59,534	\$ 197,577	-\$ 397		\$ 401,436	0.8929	\$358,425
2	\$ 153,730	\$ 60,036	\$ 62,802	-\$ 397		\$ 276,170	0.7972	\$220,161
3	\$ 162,950	\$ 60,542	\$ 64,670	-\$ 397		\$ 287,765	0.7118	\$204,825
4	\$ 172,388	\$ 61,051	\$ 66,585	\$ 4,563		\$ 304,587	0.6355	\$193,571
5	\$ 182,048	\$ 67,919	\$ 68,546	-\$ 397		\$ 318,115	0.5674	\$180,507
6	\$ 192,556	\$ 68,697	\$ 71,683	-\$ 397		\$ 332,540	0.5066	\$168,475
7	\$ 203,323	\$ 69,484	\$ 73,892	-\$ 397		\$ 346,302	0.4523	\$156,649
8	\$ 214,352	\$ 70,280	\$ 76,155	\$ 16,963		\$ 377,751	0.4039	\$152,567
9	\$ 225,650	\$ 71,085	\$ 78,476	-\$ 397		\$ 374,814	0.3606	\$135,162
10	\$ 237,221	\$ 82,077	-\$ 161,869	-\$ 7,948		\$ 149,480	0.3220	\$48,129
11	\$ 249,993	\$ 82,840	\$ 78,778	-\$ 397		\$ 411,215	0.2875	\$118,214
12	\$ 263,088	\$ 83,611	\$ 81,230	\$ 4,563		\$ 432,491	0.2567	\$111,010
13	\$ 276,512	\$ 84,388	\$ 83,744	-\$ 397		\$ 444,247	0.2292	\$101,810
14	\$ 290,273	\$ 85,173	\$ 86,322	-\$ 397		\$ 461,371	0.2046	\$94,406
15	\$ 304,378	\$ 100,543	\$ 88,966	-\$ 397		\$ 493,490	0.1827	\$90,159
16	\$ 319,831	\$ 101,516	\$ 92,303	\$ 49,203		\$ 562,853	0.1631	\$91,813
17	\$ 335,687	\$ 102,498	\$ 95,219	-\$ 397		\$ 533,007	0.1456	\$77,629
18	\$ 351,955	\$ 103,489	\$ 98,211	-\$ 397		\$ 553,258	0.1300	\$71,945
19	\$ 368,644	\$ 104,490	\$ 101,281	-\$ 397		\$ 574,017	0.1161	\$66,647
20	\$ 385,763	\$ 116,305	-\$ 167,996	-\$ 2,988		\$ 331,084	0.1037	\$34,322
21	\$ 405,011	\$ 117,155	\$ 105,970	-\$ 397		\$ 627,739	0.0926	\$58,103
22	\$ 424,777	\$ 118,010	\$ 109,095	-\$ 397		\$ 651,485	0.0826	\$53,840
23	\$ 445,072	\$ 118,870	\$ 112,303	-\$ 397		\$ 675,848	0.0738	\$49,869
24	\$ 465,909	\$ 119,736	\$ 115,595	\$ 16,963		\$ 718,203	0.0659	\$47,317
25	\$ 487,301	\$ 137,899	\$ 118,973	-\$ 397		\$ 743,776	0.0588	\$43,751
26	\$ 510,752	\$ 138,908	\$ 124,080	-\$ 397		\$ 773,343	0.0525	\$40,617
27	\$ 534,854	\$ 139,924	\$ 127,997	-\$ 397		\$ 802,378	0.0469	\$37,626
28	\$ 559,624	\$ 140,947	\$ 132,022	\$ 4,563		\$ 837,156	0.0419	\$35,051
29	\$ 585,078	\$ 141,976	\$ 136,158	-\$ 397		\$ 862,815	0.0374	\$32,255
30	\$ 611,234	\$ 170,501	\$ 140,407	-\$ 7,948		\$ 914,194	0.0334	\$30,514
								\$1,468,619

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 42 se presentan los resultados de los indicadores de rentabilidad calculados, el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI) en el caso de que no se incluyan los servicios exprés.

Tabla 42. Resultado de rentabilidad del proyecto sin servicio exprés.

	Compensación de la Demanda	
	A la baja	Al alta
VAN (miles de pesos)	674,617	1,468,619
TIR	16.29%	21.27%
TRI	16.81%	21.90%

Fuente: Elaboración propia.

Si consideramos que las rutas troncales contarán con servicios exprés (una de cada cuatro unidades) que se detienen en paradas cada 2.8 km, la velocidad promedio sobre los carriles exclusivos se incrementa hasta 28.75 km/h, se obtienen los siguientes indicadores de rentabilidad del proyecto (tabla 43), los cálculos a detalle se pueden consultar en los anexos.

Tabla 43. Resultado de rentabilidad del proyecto con servicio exprés.

	Compensación de la Demanda	
	A la baja	Al alta
VAN (miles de pesos)	1,336,936	2,226,026
TIR	20.64%	26.36%

Lo que permite justificar ampliamente la construcción de carriles de rebase en todas las paradas, que incrementa el costo de infraestructura en menos de un 5% pero que permite incorporar el servicio exprés con muchas ventajas sociales.

vi. Análisis de sensibilidad y riesgos

Se realizó un análisis de sensibilidad de los indicadores de rentabilidad social del proyecto utilizando el modelo del **Anexo XI. Cálculos del análisis costo beneficio**, tomando las siguientes consideraciones:

- I) Incremento del costo de inversión en infraestructura de un 20%
- II) Incremento en las molestias por la construcción de un 100%
- III) Incremento en el costo del mantenimiento del carril de concreto de un 50%
- IV) Disminución de los días laborados al año de un 5%
- V) Los cuatro supuestos anteriores al mismo tiempo

En estos incisos no se realiza la sensibilidad por disminución de la demanda, ya que el escenario de compensación de demanda a la baja de hecho supone que la demanda es similar a la existente en la situación actual, por lo que se le considera la mínima.

Se obtuvieron los siguientes resultados de los indicadores de rentabilidad con esos cinco escenarios, se muestran en la tabla 44:

Tabla 44. Resultados de los indicadores de rentabilidad de acuerdo a los escenarios de sensibilidad

Escenario	Sin servicio exprés				Con servicio exprés			
	VAN (miles de pesos)		TIR		VAN (miles de pesos)		TIR	
	Demanda a la Baja	Demanda al Alza	Demanda a la Baja	Demanda al Alza	Demanda a la Baja	Demanda al Alza	Demanda a la Baja	Demanda al Alza
Base	674,617	1,468,619	16.29%	21.27%	1,336,936	2,226,026	20.64%	26.36%
I	347,114	1,141,116	13.88%	18.08%	1,009,433	1,898,523	17.51%	22.27%
II	639,960	1,433,962	16.00%	20.88%	1,302,279	2,191,369	20.25%	25.85%
III	655,968	1,449,971	16.17%	21.16%	1,318,287	2,207,377	20.52%	26.24%
IV	615,133	1,376,407	15.94%	20.74%	1,249,643	2,102,035	20.12%	25.62%
V	234,324	995,598	13.26%	17.26%	868,835	1,721,226	16.70%	21.20%

Fuente: Elaboración obtenida del modelo de cálculo de los anexos.

Para que el VPN del escenario mínimo (sin demanda inducida) se haga cero se requieren los siguientes valores:

- Incremento del costo de inversión en infraestructura de un **41.20%**.
- Incremento en los costos de operación y mantenimiento de un **33.5%** harían inviable para el concesionario de la infraestructura la recuperación de su inversión que representa el **27.6%** la inversión total, por lo que tendría que darse un apoyo adicional a la empresa concesionaria, para esta sensibilidad ver el **Anexo X Modelo financiero**.

- Una disminución de la demanda del **56.7%** por una caída en los días laborados, haría que el VPN sea cero.

Incrementos en los costos de operación de los transportistas, por Ley se verían reflejados en incrementos en las tarifas por lo que no afectarían sensiblemente el VPN del proyecto.

Riesgos del proyecto

Los principales riesgos que este tipo de proyecto tiene que enfrentar son los de la demanda y los implicados en la negociación con los actuales transportistas:

Respecto a los riesgos de demanda podemos considerar que estos son mínimos, dado que en el escenario a la baja se consideran los mismos usuarios que se están transportando en el sistema de transporte actual, pero ahora con las ventajas de un mejor servicio ya sea por menor tiempo de traslado o por mayor calidad.

Los riesgos que tienen que ver con la implementación de la reestructuración de las rutas principales de la actualidad en troncales y alimentadoras, ya hay un acuerdo con los transportistas para intercambiar sus actuales autorizaciones por las nuevas concesiones.

Adicionalmente ha quedado plenamente probada la capacidad de asociación de los transportistas de la localidad al conformar el consorcio que opera la concesión del prepago. Por tanto podemos decir que los riesgos de no concretarse la reestructuración son mínimos, máxime que la ley otorga a la autoridad la prerrogativa de concesionar a otro transportista el servicio reestructurado en caso de falta de interés de los actuales prestadores del servicio.

Respecto a riesgos específicos del Proyecto se identificaron los siguientes:

1. Relativos al diseño y construcción del corredor.

- a. Para las obras del corredor con vía reservada incluyendo los pasos a desnivel ya se cuenta con el proyecto ejecutivo de Obra en todas las especialidades de ingeniería y arquitectura, sancionado por el gobierno del estado, por lo que éste asume el riesgo correspondiente a esta obra.
- b. En el caso de las terminales y paraderos, se cuenta con anteproyectos y al día de hoy, no se conoce quien será la empresa constructora, por lo que no se puede evaluar. Dependerá de la empresa que resulte asignada para llevar a cabo dichos trabajos, de su experiencia y calidad, así como del cumplimiento de las bases de licitación y las características del contrato de obra que para tal efecto se celebre. No obstante, los títulos de concesión o contratos de PPS establecerán claramente que este riesgo deberá ser asumido por ellos.
- c. Para los terrenos, accesos viales y obras complementarias se tiene el compromiso del gobierno del estado, tanto para la adquisición y realización, como para la obtención de los permisos y licencias necesarios.

2. Relativos a la conservación y mantenimiento del Corredor.

- a. Serán responsabilidad del gobierno del estado supervisar el cumplimiento del concesionario o proveedor del PPS de las especificaciones establecidas.

3. Lograr la participación de la inversión privada (capital y deuda).
 - a. Con el Apoyo del Fondo y del gobierno estatal, el Proyecto resulta rentable y atractivo al mercado.
 - b. Para la adquisición y operación de los autobuses se tiene prevista la participación de los concesionarios actuales.
 - c. Existe gran interés por el Proyecto de constructoras y empresas regionales y nacionales así como de las empresas transportistas.
 - d. Será condición para el otorgamiento de la Subvención la participación de la inversión privada, en el porcentaje que al respecto señalan las Reglas de Operación del Fondo.
4. **Relativos a incrementos en los costos de las obras y suministros.**
 - a. En su caso, correrán a cargo de los distintos concesionarios o proveedores del PPS con base en lo establecido en el contrato o concesión, con efecto en su tasa de rentabilidad.
 - b. En las respectivas licitaciones, el gobierno del estado establecerá fianzas de cumplimiento y penas convencionales en los Títulos de Concesión o Contratos de PPS.
5. **Que la inversión del sector privado sea por un monto menor.**
 - a. Los costos de los conceptos correspondientes a la inversión privada (terminales, paraderos y nuevos autobuses) se estimaron conforme al presupuesto y cotizaciones del mercado, y representan más del 45% de la Inversión total del Proyecto, por lo que los recursos públicos no rebasarán el límite del 66%.
 - b. No se está considerando la inversión en el sistema de recaudo ya realizada por la empresa de los transportistas "Enlaces Inteligentes", lo cual genera un margen respecto de la participación con recursos públicos.
6. **Incremento en los costos de operación y mantenimiento del corredor.**
 - a. Correrán a cargo de los concesionarios y/o proveedores del PPS.
 - b. Se prevén cláusulas de actualización automática de la tarifa por parte del gobierno del estado y ajustes extraordinarios ante variaciones importantes.

vii. Conclusiones

1. Conclusiones

La evaluación social del proyecto “Reestructuración de rutas e implementación de carriles exclusivos para transporte público en el corredor Lincoln - Ruiz Cortines”, da como resultado un VAN positivo que en el escenario base va de \$674,617 a \$1,468,619 en miles de pesos, una TIR que va desde 16.29 % a 21.27%, y una TRI entre 16.91% y 21.90%, lo que nos indica que el proyecto es rentable socialmente y es un momento adecuado para implementarlo.

El escenario a la Baja es considerado como mínimo porque la evaluación se hace sin incluir la demanda inducida de otras rutas. El escenario al Alza es el que sí incluye la demanda inducida, aunque tampoco toma en cuenta cambio modal a favor del transporte, por eso se le considera como más probable.

Los resultados de los indicadores de rentabilidad antes mencionados mejoran sustancialmente con la introducción de los servicios exprés, por lo que deberán introducirse estos servicios.

De acuerdo al análisis de sensibilidad el proyecto seguiría siendo rentable de acuerdo con la tabla 44.

Finalmente para que el VPN sea cero en el escenario mínimo, se requeriría que el monto de la inversión esté subestimada en un 41.20%.

2. Recomendaciones

Se recomienda su realización por ser un proyecto socialmente rentable.

3. Limitaciones

El presente análisis tiene las siguientes limitaciones:

- a) Se consideran despreciables los costos o beneficios sociales por los cambios de recorridos a las rutas transversales.
- b) No se incluyen los beneficios por reducción de contaminación, aunque del estudio incluido en el **Anexo V Estudio de tránsito y micro simulación microscópica del corredor Lincoln - Ruiz Cortines**, en el que se calcula que en el tramo más crítico de 5.7 km las emisiones de monóxido de carbono de todos los vehículos en circulación en la hora de máxima demanda se reducen en un 6.3%.
- c) No se incluyen los beneficios sociales por la reducción de accidentes de tránsito a lo largo del corredor, pero la experiencia internacional apunta a que pueden bajar en alrededor de un 50 %.

viii. Esquema de asociación público privada

Organización Institucional

El Gobierno del Estado de Nuevo León (GDNL) es el responsable de la planeación, regulación y en su caso, administración del transporte urbano de todo el Estado de Nuevo León, para lo cual cuenta con un andamiaje institucional y regulatorio compuesto por:

- i. **Secretaría de Desarrollo Sustentable:** Es la cabeza de sector encargado de la coherencia de las políticas públicas de Desarrollo Urbano, Medio Ambiente y Transporte Público.
- ii. **Agencia para la Modernización y Reestructuración del sistema de Transporte Público de Nuevo León (AET):** Regula el transporte público de 4,795 autobuses urbanos, taxis, transporte de personal y transporte suburbano.
- iii. **Metrorrey:** Encargada de la construcción y operación del Sistema Metro.
- iv. **Consejo Estatal de Transporte y Vialidad (CETyV):** Organismo técnico de carácter consultivo de participación ciudadana, auxiliar en la planeación y concertación de los proyectos y políticas de transporte.

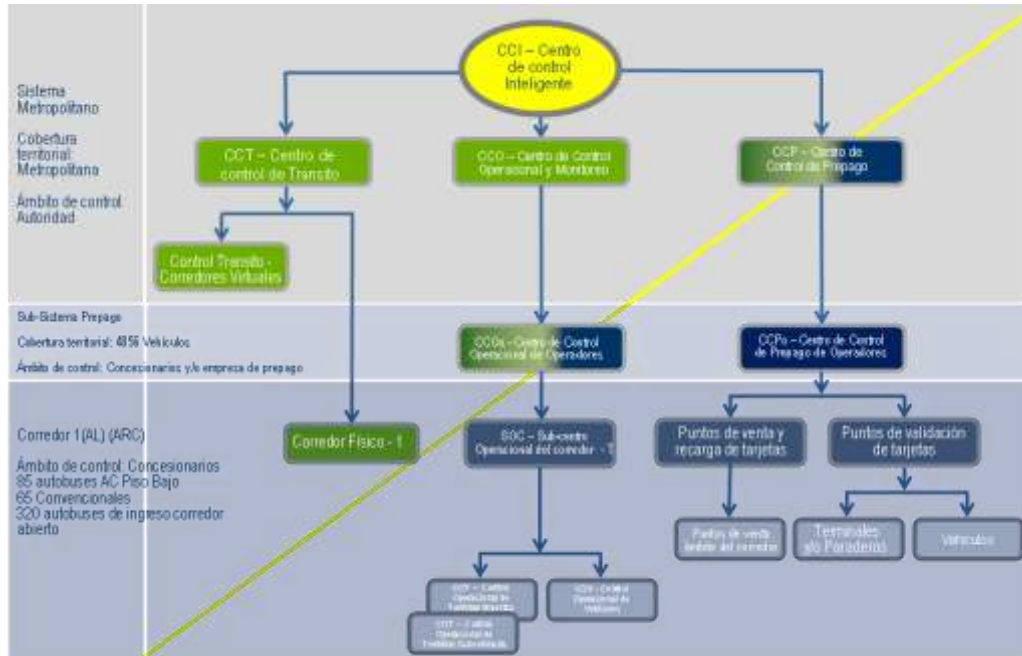
La autoridad encargada de la regulación del transporte público en el Estado es el Director General de la Agencia Estatal del Transporte, quien también funge como Presidente del fideicomiso metropolitano SINTRAM. Por otro lado, el Director Ejecutivo del Consejo Estatal de Transporte y Vialidad es el Secretario Técnico del SINTRAM, donde también participan en su Comité Técnico representantes de los municipios Metropolitanos.

La legislación normativa que regula todo lo relacionado al transporte público son: la Ley de Transporte para la Movilidad Sustentable del Estado de Nuevo León y su Reglamento.

Es por eso que el encargado de la operación del Sistema Integrado de Transporte Metropolitano SITME será la AET, y el CETyV estará encargado de apoyar a la AET en la elaboración de las especificaciones técnicas para los contratos y concesiones que se requieran para la operación del Centro de Control del SITME.

Bajo este contexto la figura 36 muestra un diagrama con las coberturas del CCI a nivel metropolitano y a nivel de corredores en lo individual, en color verde las áreas donde el CCI lo operará el Gobierno del Estado, y en color azul las áreas donde las operarán las empresas transportistas privadas.

Figura 36. Esquema del Centro de Control Inteligente.



Fuente: CETyV

El Centro de Control de Tránsito (CCT) tendrá los siguientes objetivos principales:

- Garantizar la preferencia en la circulación para el transporte público.
- Realizar la programación de los corredores virtuales a nivel metropolitano.

El Centro de Control de Operación y Monitoreo tendrá los siguientes objetivos principales:

- Optimizar la operación de las rutas de transporte.
- Adecuar la oferta a la demanda.
- Operar los corredores virtuales a nivel de cada ruta.

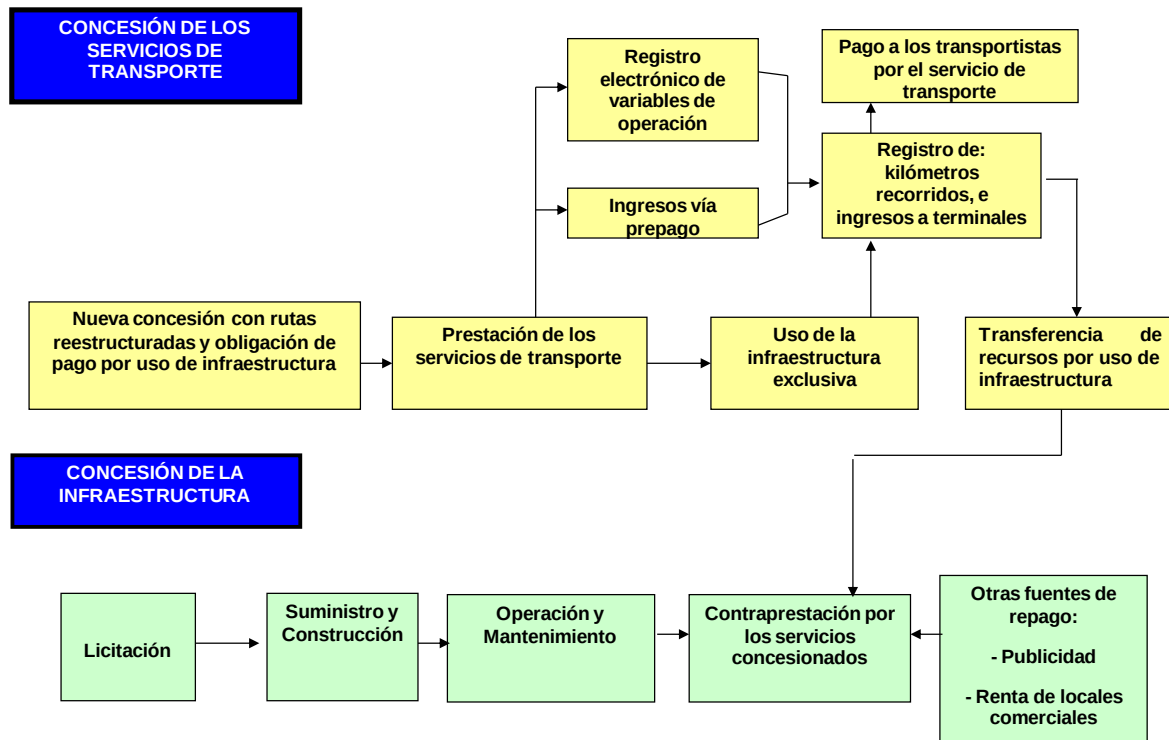
El Centro de Control del Prepago tendrá los siguientes objetivos principales:

- Disminuir las pérdidas por evasión de la tarifa.
- Distribuir los ingresos entre los distintos modos de transporte y rutas.

Dado que en el modelo planteado, los ingresos derivados de las tarifas los siguen administrando los transportistas, mediante la concesión otorgada por el Estado a la empresa Enlaces Inteligentes S.A. de C.V., para financiar la construcción de terminales y paraderos y la operación y mantenimiento del corredor se plantea un sistema de peajes

pagados por los transportistas en función de kilómetros recorridos dentro del corredor y por ingresos a las terminales, un esquema similar a los de una autopista de cuota y a los realizados en las terminales de autobuses foráneos. Ver figura 37.

Figura 37. Esquema de Concesiones para el Corredor Lincoln – Ruiz Cortines.



Fuente: CETyV

La Ley también contempla las inversiones en infraestructura para el transporte concesionadas a particulares, y la forma de cómo las concesiones de rutas de transporte actuales se transformen en concesiones de rutas reestructuradas.

Los transportistas actuales han formado un consorcio que inició a operar el sistema de prepago con tarjeta inteligente en toda la ciudad el 3 de Julio del 2010. Con este sistema, y mediante el Centro de Control de Operaciones y con la ayuda del Sistema Integral de Tránsito Metropolitano SINTRAM, se podrán establecer corredores de transporte virtuales en tanto se construyen las infraestructuras que le den mayor velocidad comercial al transporte.

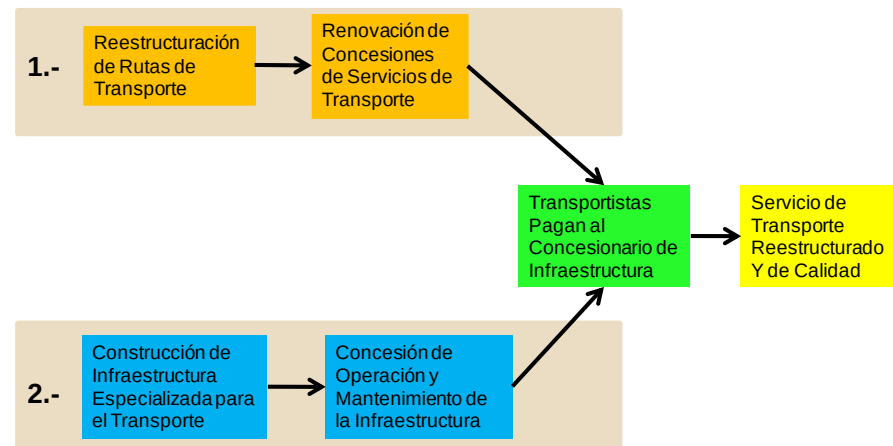
Por todo lo anterior, se puede decir que el esquema resultante es un modelo operacional que denominamos “corredor abierto”, donde existen rutas troncales principales que circulan mayormente por el corredor segregado, rutas alimentadoras que llegan a las terminales de integración, y rutas secundarias que aprovechan las ventajas del corredor entrando y saliendo del mismo en tramos de más de 4 km. Las rutas que circulan por el corredor menos de 4 km. se modifican para que no entren al carril segregado.

Descripción de la organización de concesiones y fideicomiso

Actualmente se llevan a cabo dos procesos en forma paralela, uno es el de la reestructuración de las rutas de transporte público que están involucradas dentro del corredor Lincoln – Ruiz Cortines, para eso es necesario la renovación de concesiones de transporte público, por las modificaciones que sufren.

Por otra parte se sigue el proceso para la construcción de infraestructura especializada para el transporte público, para lo cual es necesario realizar la licitación para otorgar la concesión de operación y mantenimiento de la infraestructura, la figura 38 muestra los dos procesos.

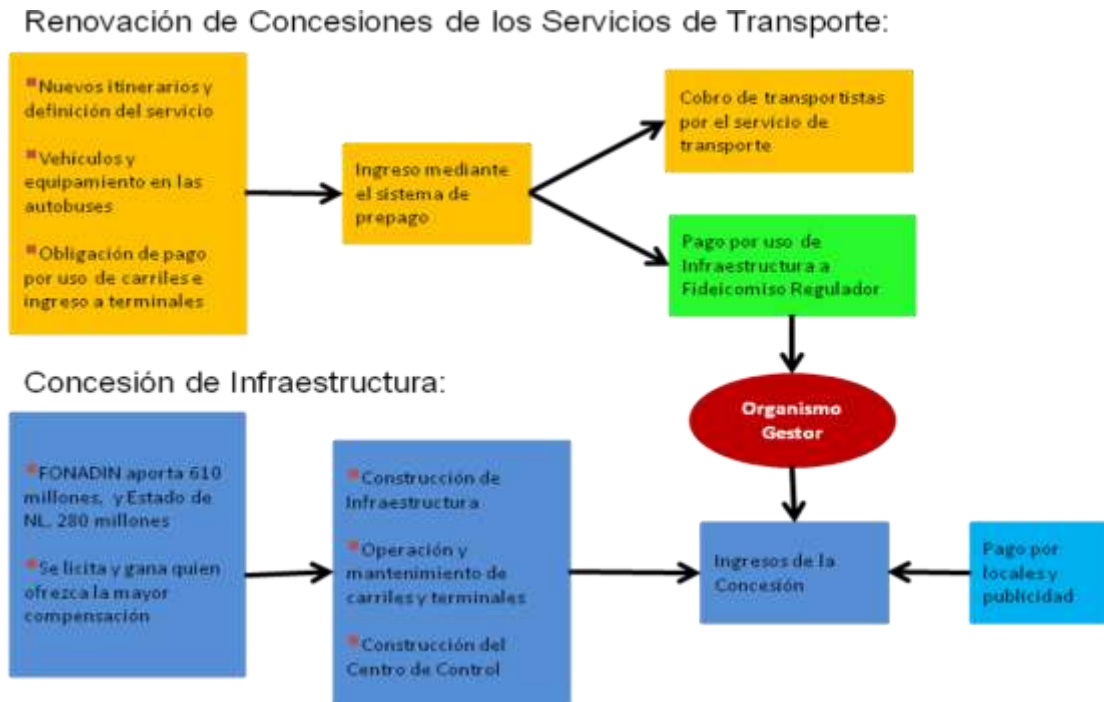
Figura 38. Descripción de la organización.



Fuente: CETyV

El esquema de concesiones se presenta en la figura 39, ahí se puede observar la relación que tendrán la concesión de infraestructura y la renovación de concesiones de los servicios de transporte.

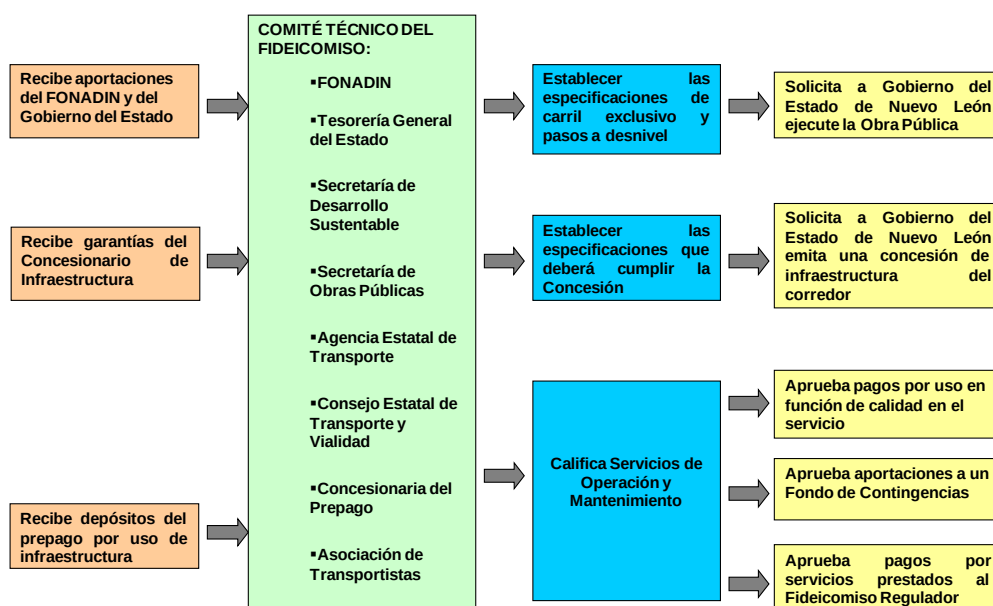
Figura 39. Relación existente entre las concesiones.



Fuente: CETyV

La figura 40 muestra una propuesta de cómo se podría estructurar el fideicomiso regulador de infraestructura, en el que se establece el proceso a seguir en coordinación con el Gobierno del Estado, FONADIN y las demás dependencias involucradas en este proyecto.

Figura 40. Fideicomiso regulador de infraestructura.



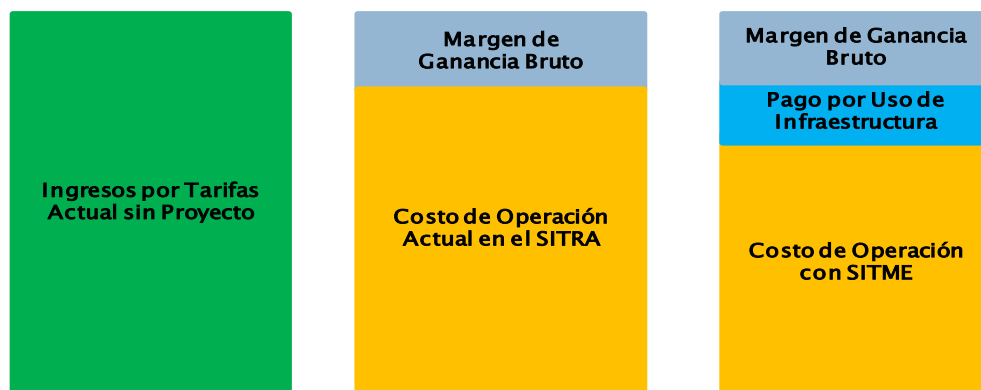
Fuente: CETyV

Tarifa

Respecto a la integración tarifaria, el principio es que los ingresos actuales de los transportistas se mantengan en su mismo nivel. Para determinar éstos de forma precisa y no castigar con tarifas altas a los usuarios por el mayor número de transbordos, se esperará a que esté funcionando a plenitud el Sistema de Prepago en el mes de Diciembre del 2010, no obstante se estudiaron cuatro posibles escenarios de tarifas para los cuales se estimó la demanda.

La lógica que siguen los ingresos por tarifa al pasar de la situación Sin Proyecto a una situación Con Proyecto se muestra en la Figura 41 y esta no implica incrementos adicionales en los ingresos de los transportistas.

Figura 41. Lógica de pago de transportista.



SITRA : Sistema tradicional de transporte
SITME : Sistema Integrado de Transporte del Área Metropolitana de Monterrey

Fuente: CETyV

La intención es que se cobre una tarifa para rutas alimentadoras y se haga un descuento al que transborde a una troncal, y viceversa, la tarifa contemplada en el escenario básico es la siguiente:

Alimentadora	Troncal	Alimentadora +Troncal	Alim. + Troncal + Alim.
\$6.00	\$6.00	\$8.00	\$10.00

El esquema de tarifas de las rutas del sistema actual no contempla tarifa integrada, por lo que se tiene una tarifa plana de \$7.50 para las rutas radiales y de \$8.00 para las rutas periféricas cobrándose un peso adicional cuando los autobuses cuenten con aire acondicionado. En este caso el transbordar implica un pago doble, por lo que transbordar entre dos rutas radiales cuesta \$15.00, y entre dos rutas periféricas cuesta \$16.00 esto en unidades sin aire acondicionado.

En Nuevo León, por Ley las tarifas del transporte público están ligadas a una fórmula escalatoria en función de los precios del diesel, CETES, tipo de cambio, inflación y salario mínimo, por lo que los ajustes de las tarifas con proyecto seguirían este mismo esquema.

ix. Referencias bibliográficas

Plan Estatal de Desarrollo 2004 – 2009, Gobierno del Estado de Nuevo León.

Plan Sectorial de Transporte y Vialidad del Área Metropolitana de Monterrey 2008 - 2030.

Plan Estatal de Desarrollo 2010 - 2015, Gobierno del Estado de Nuevo León.

Ley de Transporte para la Movilidad Sustentable del Estado de Nuevo León y su Reglamento

Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision Making, USA, 2004.

Estudios de la Estructuración técnica, legal y financiera de los corredores Lincoln y Ruiz Cortines. Logit México.

Evaluación de la implementación de un sistema Transporte Masivo Rápido en Autobuses (TMRB), CEPEP, 2009.

Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2008, Instituto Mexicano del Transporte (IMT).

Análisis operacional del sistema de Bus Rapid Transit (BRT) Ruiz Cortines – Lincoln

Estudio de demanda del corredor Lincoln – Ruiz Cortines, del Dr. Oscar Sánchez

<http://inegi.gob.mx>

<http://www.nl.gob.mx>

<http://sct.gob.mx>

x. Índice de Anexos

Anexo I. Oferta de transporte público en el corredor Lincoln - Ruiz Cortines.

<http://www.cetyv.gob.mx/LRC/Anexo1.zip>

Anexo II. Estudio de estimación de demanda del corredor Lincoln - Ruiz Cortines.

Anexo III. Descripción General de la Inversión.

Anexo IV. Cálculo de Costos de Operación Vehicular.

Anexo V. Estudio de tránsito y simulación microscópica del corredor Lincoln - Ruiz Cortines. **<http://www.cetyv.gob.mx/LRC/Anexo5.zip>**

Anexo VI. Plan Sectorial de Transporte y Vialidad del AMM. **<http://www.cetyv.gob.mx/LRC/Anexo6.zip>**

Anexo VII. Estimación del Impacto en Construcción Proyecto BRT Monterrey.

Anexo VIII. Análisis de Alternativas Tecnológicas.

Anexo IX. Proyecto Geométrico del corredor.

<http://www.cetyv.gob.mx/LRC/Anexo9.zip>

Anexo X. Modelo financiero.

Anexo XI. Cálculos del análisis costo beneficio.