

CONTENIDO

CONTENIDO	I
ÍNDICE DE TABLAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
1 INTRODUCCIÓN	1-8
1.1 ANTECEDENTES.....	1-8
1.2 SISTEMA DE MOVILIDAD URBANA SUSTENTABLE.....	1-8
1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	1-9
1.3.1 Objetivo general	1-9
1.3.2 Objetivos específicos	1-9
1.4 ESTRUCTURA DEL ESTUDIO	1-10
2 DESARROLLO GENERAL DEL ESTUDIO.....	2-11
2.1 METODOLOGÍA GENERAL DEL ESTUDIO	2-11
2.2 PRODUCTOS DEL ESTUDIO	2-11
3 DIAGNÓSTICO	3-13
3.1 SISTEMA URBANO	3-13
3.2 SISTEMA VIAL	3-14
3.2.1 Pavimentos.....	3-15
3.3 TRÁNSITO	3-16
3.3.1 Sistema semafórico.....	3-16
3.3.2 Estacionamientos.....	3-16
3.3.3 Peatones	3-16
3.3.4 Accidentes.....	3-17
3.4 AMBIENTAL	3-18

3.5	MOVILIDAD	3-19
3.6	SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO	3-20
3.6.1	<i>Principales resultados</i>	3-20
3.7	MARCO INSTITUCIONAL.....	3-22
3.8	MARCO LEGAL.....	3-23
3.8.1	<i>Con relación a las capacidades institucionales</i>	3-24
3.8.2	<i>Con relación a la revisión del cruce de responsabilidades institucionales</i>	3-24
3.8.3	<i>Con relación a la propuesta de ordenamientos a modificar</i>	3-25
4	PRONÓSTICO	4-26
4.1	PRONÓSTICO URBANO	4-26
4.1.1	<i>Vivienda.....</i>	4-27
4.1.2	<i>Estructura urbana.....</i>	4-28
4.2	PRONÓSTICO SOCIOECONÓMICO.....	4-28
4.3	PRONÓSTICO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO	4-29
4.4	PRONÓSTICO DE TRANSPORTE PÚBLICO.....	4-31
4.4.1	<i>Viajes en transporte público.....</i>	4-32
4.4.2	<i>Indicadores operacionales del sistema.....</i>	4-32
4.5	PRONÓSTICO AMBIENTAL.....	4-33
5	DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	5-36
5.1	OBJETIVO	5-36
5.2	METODOLOGÍA	5-36
5.3	RESULTADOS.....	5-36
5.3.1	<i>Transporte público</i>	5-36
5.3.2	<i>Vialidad y tránsito</i>	5-39
5.3.3	<i>Evaluación urbana</i>	5-39
5.3.4	<i>Evaluación económica de alternativas.....</i>	5-42
5.3.5	<i>Evaluación Ambiental.....</i>	5-44
6	PLAN SECTORIAL DE MOVILIDAD URBANA SUSTENTABLE	6-47

6.1	PLAN DE VIALIDADES.....	6-47
6.1.1	Acciones inmediatas (2007-2008).....	6-48
6.1.2	Acciones a corto plazo (2009-2011)	6-48
6.1.3	Acciones a mediano plazo (2012-2016)	6-49
6.1.4	Acciones a largo plazo (2017-2021)	6-49
6.2	DISEÑO OPERACIONAL DEL TRÁNSITO.....	6-49
6.2.1	Costos de las acciones sobre el corredor de transporte público.....	6-50
6.2.2	Costos de las acciones inmediatas.....	6-50
6.2.3	PROGRAMACIÓN DE COSTOS DE LAS ACCIONES A CORTO PLAZO 6-51	
6.2.4	Programa de acciones a mediano plazo (2012-2016).....	6-51
6.2.5	Programa de acciones a largo plazo (2017-2021).....	6-51
6.3	SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE PAVIMENTOS.....	6-52
6.4	RED DE CICLORUTAS	6-52
6.4.1	ESCENARIO CORTO PLAZO	6-53
6.4.2	ESCENARIO MEDIANO PLAZO	6-53
6.4.3	ESCENARIO LARGO PLAZO	6-53
6.5	ESTACIONAMIENTOS.....	6-54
6.6	CARACTERÍSTICA FUNCIONAL DEL SITP.....	6-54
6.7	INFRAESTRUCTURA PARA EL SITP	6-55
6.7.1	CARRILES DE CIRCULACIÓN	6-55
6.7.2	ESTACIONES DE INTEGRACIÓN – PARADEROS.....	6-55
6.7.3	TERMINALES DE INTEGRACIÓN.....	6-56
6.7.4	PATIOS Y TALLERES	6-56
6.8	MODELO OPERACIONAL DEL SITP	6-57

6.9	ESTRUCTURA TARIFARIA	6-59
6.9.1	NIVEL TARIFARIO.....	6-59
6.10	SISTEMA DE CONTROL	6-60
6.11	SISTEMA AUTOMÁTICO DE RECAUDO	6-60
6.11.1	FUNCIONES DEL SISTEMA	6-61
6.12	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE VEHÍCULOS	6-61
6.13	INFORMACIÓN AL USUARIO	6-61
6.14	PLAN DE NEGOCIOS	6-62
6.14.1	SERVICIOS A SER OFRECIDOS – ACCIONES Y ESTRATEGIAS 6-62	
6.14.2	PLAN DE DIVULGACIÓN.....	6-63
6.14.3	ESQUEMA FINANCIERO	6-63
6.15	PROPUESTA LEGAL E INSTITUCIONAL	6-64
6.16	TÉRMINOS DE REFERENCIA.....	6-64
7	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	7-65
7.1	PLAN DE IMPLANTACIÓN DEL NUEVO MODELO OPERACIONAL	7-65
7.2	PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE GESTIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO	7-66
7.3	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN GESTIÓN DE TRÁNSITO.....	7-67
7.4	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN GESTIÓN DE VIALIDAD	7-68
7.5	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN LEGAL E INSTITUCIONAL.....	7-69
7.6	PROPUESTA DE FINANCIAMIENTO DEL PSMUS	7-70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Las 10 Intersecciones con mayor accidentalidad en 2005.....	3-17
Tabla 3.2 Inventario de emisiones para el Estado de Chihuahua en 2005	3-18
Tabla 3.3 Emisiones totales anuales (2005), generadas por fuentes fijas	3-19
Tabla 4.1 Población total proyectada 2006 – 2026 y tasa de crecimiento	4-29
Tabla 4.2 Tasas de crecimiento de las variables utilizadas	4-29
Tabla 4.3 Evolución de los viajes de Transporte Público y particulares por habitante	4-32
Tabla 4.4 Resumen de datos operacionales de los escenarios actuales, 2011, 2016 y 2026.....	4-33
Tabla 5.1 Comparativo de tiempo de viaje. Situación base y alternativas	5-38
Tabla 5.2 Comparación de indicadores operacionales. Situación base y alternativas	5-38
Tabla 5.3 Incremento de la red vial	5-39
Tabla 5.4 Estrategia de implementación de corredores	5-41
Tabla 5.5 Corredores Urbano del S.M.N.M.....	5-42
Tabla 5.7 Costos anuales de inversión en proyectos de infraestructura.....	5-43
Tabla 5.8 Costos anuales de mantenimiento	5-44
Tabla 5.9 Indicadores de rentabilidad	5-44
Tabla 5.10 Emisiones diarias de CO2 en miles de gramos al día.....	5-45
Tabla 5.11 Ahorros diarios de contaminantes en miles de gramos al día.....	5-46
Tabla 6.1 Resumen de costos de acciones inmediatas en pares viales	6-48
Tabla 6.2 Resumen de costos de acciones a corto plazo	6-48
Tabla 6.3 Resumen de costos de acciones a mediano plazo	6-49
Tabla 6.4 Resumen de costos de acciones a largo plazo	6-49

Tabla 6.5 Costos de inversión del proyecto	6-50
Tabla 6.6 Resumen de costos de acciones inmediatas	6-50
Tabla 6.7 Resumen de costos de acciones a corto plazo	6-51
Tabla 6.8. Costos para el sistema de semáforos	6-51
Tabla 6.9. Costos para el sistema de semáforos	6-52
Tabla 6.10 Periodos de tiempo definidos	6-58
Tabla 6.11 Tipos de Flota.....	6-58
Tabla 6.12 Costos para el sistema de control	6-60
Tabla 7.1 Monitoreo de Gestión de Transporte Público. Gestión operacional	7-66
Tabla 7.2 Monitoreo de Gestión de Transporte Público: Gestión de mantenimiento	7-67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Discontinuidades que afectan al sistema vial.....	3-15
Figura 5.1 Toneladas anuales de ahorro de CO2	5-45

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

De acuerdo con los términos de referencia contenidos en el contrato de consultoría DOPS-25/2005 (38304001-001-05) y a la propuesta del Grupo Consultor, se presenta el Informe Ejecutivo del Plan Sectorial de Movilidad Urbana Sustentable de la Ciudad de Chihuahua.

Este documento relaciona de manera sintética la estructura general del estudio realizado para formular el Plan, presentando los aspectos más relevantes y concluyentes de cada una de las etapas desarrolladas.

El objetivo del informe es generar un documento de fácil y rápida lectura en el cual se plasmen los elementos fundamentales que sirvieron de base para la estructuración del Plan Sectorial de Movilidad Urbana Sustentable de la Ciudad de Chihuahua.

1.2 SISTEMA DE MOVILIDAD URBANA SUSTENTABLE

La definición de este concepto comprende la búsqueda de la satisfacción de las necesidades de desplazamiento de personas y bienes, considerando para ello el mejoramiento de la accesibilidad en todos sus aspectos y para todo tipo de usuarios, propiciando la integración de los diversos modos existentes con el fin de reducir las distancias y el tiempo de recorrido, a través del diseño de una red eficiente de transporte público y al uso de tecnologías vehiculares no contaminantes.

Complementan el concepto, el rescate de la ciudad, en cuanto a plazas y lugares de esparcimiento; seguridad en los desplazamientos peatonales, incentivo de medios alternativos no-motorizados y finalmente y no menos importante, el fomento de la participación activa de autoridades, operadores de transporte y diversos grupos de la sociedad civil en general, a fin de hacer suya la propuesta a ser desarrollada.

El concepto de Movilidad Urbana Sustentable es incluyente y considera a todas las personas y su accesibilidad a las actividades que realizan a través de diferentes modos de transporte, esto significa equidad en el uso del espacio para circular y

equidad para acceder a ese espacio, propiciando con este estudio la implementación de un sistema de transporte público que induzca a disminuir el uso del automóvil particular.

1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Los objetivos que plantea un sistema de movilidad urbana sustentable, están dirigidos hacia los beneficiarios; en ese sentido, los objetivos marco de la implementación del PSMUS son:

- ✓ Aumentar la calidad de vida de los habitantes de la ciudad de Chihuahua
- ✓ Aumentar la competitividad de la ciudad

Por otro lado, están los objetivos intrínsecos de la contratación del estudio, sin que estos impliquen diferentes finalidades. Por el contrario, se integran como instrumentos de acción para la obtención de los objetivos macro.

1.3.1 Objetivo general

Generar un documento que constituya el Plan Sectorial de Movilidad Urbana Sustentable de la Ciudad de Chihuahua.

1.3.2 Objetivos específicos

Contar con una propuesta que permita

- ✓ Presentar una propuesta integral de movilidad en la cual se articulen los diferentes modos de transporte
- ✓ Definir los mecanismos y acciones que resuelvan los problemas de congestión vial a través del uso óptimo y, en su caso, de la ampliación y mejoramiento de la red vial de la ciudad, así como, la diversificación de opciones para transportarse en la misma
- ✓ Determinar los mecanismos que permitan fortalecer la capacidad institucional para la gestión del sistema de movilidad urbana sustentable
- ✓ Definir los lineamientos que permitan incrementar la calidad y eficiencia del sistema de movilidad urbana sustentable de la ciudad de Chihuahua
- ✓ Propiciar la realización de inversiones con criterios de rentabilidad socioeconómica
- ✓ Hacer uso racional de la infraestructura vial de forma que los diversos usuarios transiten de manera segura, cómoda y eficiente

- ✓ Establecer los estándares del sistema de movilidad urbana sustentable que permitan disminuir los niveles de contaminación ambiental
- ✓ Mejorar la calidad del servicio de transporte público a través de una operación eficiente
- ✓ Propiciar la rentabilidad del servicio del transporte público
- ✓ Lograr la evolución del sistema tradicional actual a esquemas empresariales eficientes
- ✓ Garantizar los esquemas que permitan la transparencia en el manejo de los ingresos y su distribución en el sistema de transporte público
- ✓ Implementar en el corto plazo, de ser factible, el sistema propuesto al menos en su primera etapa
- ✓ Proponer el marco jurídico que haga sostenible y sustentable la movilidad urbana.

1.4 ESTRUCTURA DEL ESTUDIO

Las actividades que se desarrollaron durante el estudio, se agruparon en 5 grandes productos que conforman la estructura del PSMUS. Estos productos ofrecerán a la autoridad las herramientas necesarias para implementar el PSMUS. Dichos productos son:

1. Diagnóstico de Movilidad Urbana, Sistema Urbano y Marco Institucional
2. Pronóstico
3. Desarrollo y evaluación de alternativas de configuración del PSMUS
4. Definición del Plan Sectorial de Movilidad Urbana Sustentable
5. Programa de implementación

2 DESARROLLO GENERAL DEL ESTUDIO

2.1 METODOLOGÍA GENERAL DEL ESTUDIO

La metodología llevada a cabo, se basó en el enfoque tradicional de la planeación del transporte, la cual parte de un proceso de investigación a través de recopilación de información documental y de campo que lleva a un diagnóstico de la situación actual. Luego se desarrolla un proceso de prospección encaminado a pronosticar el comportamiento del sistema en el futuro. El elemento diagnóstico y el elemento pronóstico, conforman la base sobre la cual es posible estructurar una serie de alternativas de solución, las cuales se someten a un proceso de análisis y evaluación que permite seleccionar la mejor opción. En esta fase del proceso es factible elaborar un programa con las mejores alternativas para la ciudad, articulando las estrategias de los diferentes componentes del plan, de tal manera que se obtuviera un Plan Integral tal y como se planteó en los objetivos del estudio.

2.2 PRODUCTOS DEL ESTUDIO

Los productos generales del estudio podemos clasificarlos de acuerdo con cada una de las fases en que el mismo fue dividido; así tenemos:

Productos del Diagnóstico:

- ✓ Diagnóstico Urbano: Caracterización y problemática de la ciudad en cuanto a sus elementos urbanos; extensión, densidad, centros urbanos, equipamiento y situación habitacional.
- ✓ Diagnóstico de Vialidad: Caracterización de la ciudad en cuanto a traza vial, características de sus avenidas principales, secciones, continuidad, señalización vertical y horizontal, identificación de corredores, situación de las relaciones volúmenes/capacidad, estado del pavimento.
- ✓ Diagnóstico de Tránsito: Caracterización de los flujos vehiculares, velocidades del sistema, situación del sistema semafórico, accidentes.
- ✓ Diagnóstico de Movilidad: Caracterización del desplazamiento de los habitantes de la ciudad de Chihuahua, total de viajes diarios, medios de transporte utilizados, motivos de viajes, tiempo de viaje, uso del vehículo privado,

distancias promedio recorridas, viajes en otros modos de transporte, viajes no motorizados.

- ✓ Diagnóstico de Transporte Público: Caracterización del servicio, número de usuarios, extensión de las rutas, tiempo de intervalos y frecuencias, estado de los vehículos, costo de operación, facilidades existentes, características de los paraderos y otros equipamientos para el servicio, tarifa, horario de operación, calidad del servicio
- ✓ Diagnóstico Ambiental: Caracterización de los contaminantes, tipo de contaminación existente, medición de los contaminantes, tipos de contaminación, medida del ruido, intrusión visual.
- ✓ Diagnóstico Institucional: Caracterización de las entidades relacionadas con el plan de movilidad, estructura orgánica, estructura funcional, organigramas, personal, necesidades observadas
- ✓ Diagnóstico Legal: Caracterización de la legislación existente, necesidades y vacíos, análisis de la legislación existente.

Productos del Pronóstico

- ✓ Pronóstico Urbano: proyecciones de la ciudad bajo tres escenarios; tendencial, ideal y factible
- ✓ Pronóstico de la Vialidad y el Tránsito: características de los indicadores principales; flujos vehiculares, niveles de servicio, relaciones de capacidad, velocidad del sistema, tiempos de recorrido.
- ✓ Pronóstico de Transporte Público: características de los indicadores de movilidad en el servicio, tiempo de viaje, costo generalizado de viaje, flota, rutas, pasajeros transportados, índice pasajero kilómetro, transbordos.
- ✓ Pronóstico Ambiental: análisis de la emisión de contaminantes proyectados con base en las proyecciones del parque vehicular.

Productos de la elaboración de alternativas

- ✓ Definición de alternativas en las áreas de tránsito, vialidad y transporte público; así como para el transporte no-motorizado
- ✓ Evaluación socioeconómica de las alternativas planteadas

Productos del PSMUS

- ✓ Definición de propuestas en materia de tránsito, vialidad, transporte público, institucional y legal; modelo de negocios y plan de implementación.

3 DIAGNÓSTICO

Para la elaboración del diagnóstico, se utilizó la información documental y de campo recopilada a través de la realización de estudios específicos y del análisis de la información existente en diferentes documentos e informes.

Es importante señalar la gran cantidad de estudios realizados los cuales permitieron contar con una base sólida de información, para generar indicadores de desempeño en las diferentes áreas de estudio: sistema urbano, sistema de transporte público, movilidad, sistema vial y de tránsito, sistema legal e institucional entre los más relevantes.

Se hace especial énfasis en la realización de la encuesta domiciliaria de viajes, con la cual se estructuró una matriz origen-destino de viajes de los diferentes modos de transporte, y que se constituye en la principal herramienta de planeación de la ciudad. Si conoces como se mueve y a donde quieres que vaya tu ciudad, el proceso de planeación se hace más efectivo.

A continuación se presentan las principales conclusiones obtenidas del análisis de la información en cada una de las áreas de estudio.

3.1 SISTEMA URBANO

- ✓ Ciudad extendida (20,000 hectáreas) con muy baja densidad poblacional (39 habitantes por hectárea), con poco espacio público (4.0 m² por habitante) y con una tendencia a mantener estos patrones en el futuro.
- ✓ La zona central es la que concentra el comercio y los servicios, mientras que las zonas periféricas concentran zonas industriales, así como las zonas de vivienda de los obreros que trabajan en ellas
- ✓ La relación entre zonas de trabajo, destinos, y las habitacionales, orígenes, es muy variable. Aunque en términos generales existe un patrón de cercanía relativa entre los orígenes y los destinos.
- ✓ Una red de fracturas urbanas manifestada en los elementos naturales como los cerros y los arroyos, y lo construido como las infraestructuras energéticas, que

se constituyen en un elemento que dificulta las posibilidades de articulación urbana en cuanto a un concepto de movilidad integral.

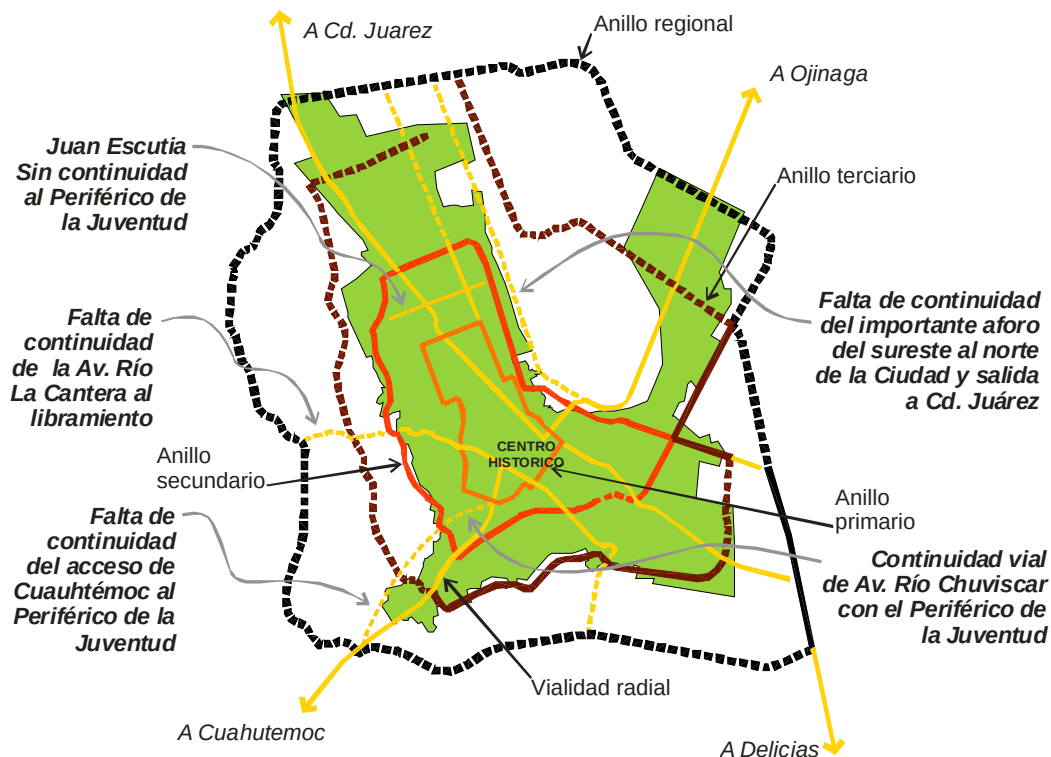
- ✓ El fenómeno de extensión de la mancha urbana actual, genera gastos excesivos en infraestructura de todo tipo, que al diluirse en amplias zonas urbanizadas con muchos vacíos, disminuye notablemente el rendimiento de las inversiones por habitante
- ✓ Carencia de instrumentos para detener la depredación del entorno natural de la ciudad, así como de esquemas de conservación, aprovechamiento y rescate de dichos espacios
- ✓ El concepto de movilidad integral -motorizada y no motorizada- está ausente en la extensión urbana fuera del centro de la ciudad

3.2 SISTEMA VIAL

Se inventariaron 300 km de vialidad primaria y secundaria de la ciudad.

- ✓ Las principales vías de acceso a la ciudad se encuentran conformadas básicamente por la prolongación de vialidades que forman parte del sistema carretero federal, las cuales corren el riesgo de quedar integradas a la estructura vial urbana si no se delimita el crecimiento de la ciudad.
- ✓ En general la red vial primaria de la ciudad no tiene continuidad, observándose una falta de alternativas viales que conecten de manera adecuada las diferentes zonas de la ciudad, principalmente el oriente con el poniente.
- ✓ La mayor parte de la vialidad secundaria solo cuenta con dos carriles de circulación, de los cuales generalmente uno es ocupado para estacionamiento. En general se observa una falta de continuidad.
- ✓ En el aspecto funcional de la red vial básica se observa un traslape de las funciones propias de cada tipo de vialidad, como en la mayoría de las ciudades en desarrollo. Las vialidades primarias presentan el acceso directo a propiedades así como también dan servicio al tránsito local, afectando significativamente a los viajes de largo recorrido.
- ✓ En cuanto al señalamiento se detectó que en lo referente al señalamiento vertical el 88% de las señales están en buen estado, lo cual es un muy buen indicador, sin embargo el señalamiento horizontal no presenta la misma situación ya que el 90% de la pintura está en regulares o malas condiciones.

Figura 3.1 Discontinuidades que afectan al sistema vial.



Fuente: Elaboración propia

3.2.1 Pavimentos

Dentro del análisis de los 300 km de vialidad, se hizo un diagnóstico del estado de los pavimentos y los resultados fueron los siguientes:

- ✓ De la red vial analizada, se determinó que 242.6 km (84%) es de tipo asfáltico, 43.6 km (15%) de concreto hidráulico y 3.0 km (1%) de terracería.
- ✓ De ese total, el 45% está en buenas condiciones, el 48% en condiciones regulares y el 7% en malas condiciones.
- ✓ Traduciéndose estos porcentajes en áreas afectadas, se tiene que 2,229,453 m², están en condiciones regulares, es decir, el nivel de severidad es de ligero a moderado, mientras que 330,754 m², están en malas condiciones, lo cual, significa que su nivel de severidad es alto.

3.3 TRÁNSITO

3.3.1 Sistema semafórico

Se analizaron 80 intersecciones distribuidas en toda la ciudad, de cuyo análisis se obtuvieron los siguientes indicadores de desempeño:

- ✓ La operación de los semáforos en las vialidades sincronizadas en su mayoría (74.7%) es con un solo ciclo de 120 seg. durante el día. En el resto de las intersecciones semaforizadas los ciclos varían entre 90 y 140 seg.
- ✓ Se observó que los tiempos de verde por fase no responden a la variación de la demanda del tránsito vehicular actual, afectando la capacidad de la intersección y los niveles de servicio de algunos accesos, por ello se deberán optimizar los ciclos de acuerdo con la demanda actual.
- ✓ El 97% de los semáforos tienen un solo programa para todo el día y para todos los días, sin tener en cuenta las variaciones de demanda y por lo tanto de comportamiento que se generan en los periodos pico y en los días de fin de semana.
- ✓ En cuanto a nivel de servicio es necesario programar acciones para mejorar el nivel de servicio del 63% de las intersecciones estudiadas.
- ✓ La ocupación vehicular promedio en la ciudad es de 1.6 pasajeros por vehículo

3.3.2 Estacionamientos

Del estudio de condiciones de estacionamiento realizado en 5 zonas de la ciudad, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- ✓ No existe un control eficaz al estacionamiento ilegal especialmente en la zona centro.
- ✓ La oferta de estacionamientos fuera de vía se hace principalmente en lotes acondicionados para prestar el servicio, sin cumplir con los requisitos mínimos exigidos en la normatividad vigente.
- ✓ La red de parquímetros en la zona centro en general cumple con su objetivo, sin embargo, la informalidad en el pago por el uso de los parquímetros es un tema a solucionar.
- ✓ Existen zonas en pleno desarrollo y consolidación como San Felipe en las cuales la problemática del estacionamiento debe ser abordada.

3.3.3 Peatones

Como conclusiones del estudio de peatones se tiene lo siguiente:

- ✓ En la Ciudad, sobre todo en la zona centro no funcionan los semáforos peatonales a pesar de los altos volúmenes peatonales en algunas intersecciones.
- ✓ Son insuficientes los andadores peatonales para el gran volumen peatonal en la zona centro.
- ✓ El ancho de las banquetas por donde circula el peatón ofrece aceras muy estrechas en su mayoría, además presentan muchos obstáculos tales como árboles, el mobiliario urbano, postes, botes de basura, señalamiento vertical que no cumple con las normas, haciendo riesgoso y difícil la circulación del peatón ocasionando que el peatón tenga percances o bien los evite utilizando los carriles de circulación vehicular.
- ✓ El señalamiento horizontal es escaso o nulo en algunos casos en los cruceros para peatones.

3.3.4 Accidentes

En relación a los accidentes y a las causas que los originan, se puede mencionar:

- ✓ La principal causa de los accidentes es el exceso de velocidad, representando un valor entre un 49.15 y 54.86% del total de las causas cada año.
- ✓ La segunda causa es el mal manejo y la falta de precaución, representando un valor de 26.15% en promedio en los tres años.
- ✓ La tercera causa de los accidentes es por alcohol y/o drogas, representado en promedio en los tres años el **5.00%**.

Tabla 3.1 Las 10 Intersecciones con mayor accidentalidad en 2005

Nº	Intersección	Nº de Accidentes
1	Periférico de la Juventud con Francisco Villa	53
2	Blvd. Fuentes Mares con Nueva España	37
3	Av. Juárez con Carlos Pacheco	36
4	Av. Carlos Pacheco con Juan Pablo II	35
5	Av. Carlos Pacheco con Av. Juárez	35
6	Periférico de la Juventud y Blvd. Ortiz Mena	32
7	Av. Carlos Pacheco con Av. Teófilo Borunda	30
8	Av. Tecnológico con Agustín Melgar	29
9	Av. Tecnológico con Homero	28
10	Av. Industrias con Homero	28

Fuente: Elaboración propia

3.4 AMBIENTAL

En el tema ambiental se establecieron las condiciones actuales de la ciudad de Chihuahua, en cuanto al inventario de fuentes de emisión y la cuantificación de las mismas, la calidad del aire actual a partir de información secundaria y particularmente, el comportamiento de las emisiones de las fuentes móviles en la atmósfera regional del área de Chihuahua, a partir de información primaria tomada en campo (aforos) y la simulación matemática de dispersión de este tipo de fuentes.

Las emisiones que se producen en el área de la ciudad y del estado de Chihuahua, obedecen a varios tipos de fuentes, siendo las más significativas las emisiones de fuentes fijas como industrias, las emisiones fugitivas de material particulado producidas por erosión eólica del suelo y las emisiones de gases de combustión y/o gases de efecto invernadero producidas por el funcionamiento del parque automotor.

La siguiente tabla muestra el inventario de emisiones para el Estado de Chihuahua

Tabla 3.2 Inventario de emisiones para el Estado de Chihuahua en 2005

	Emisiones (1,000 Mg/año)	Emisiones anuales (Mg/año)				
Contaminante	Total	F. Fijas	F. de Área	F. Móviles Carretera	F. Móviles No Carretera	F. Naturales
Nox	112	18,587	14,434	14,677	11,553	52,998
Sox	91	66,817	21,675	833	1,528	0
COV	2,068	2,366	69,787	18,083	2,630	1,974,759
CO	227	14,167	53,703	149,767	9,706	0
PM10	161	7,422	151,001	435	1,968	0
PM2.5	40	6,436	31,526	356	1,810	0
NH3	43	42,772	42,772	254	0	0
Total	2,742	158,567	384,898	184,405	29,195	2,027,757

Fuente: Estimación propia a partir de datos de SEMARNAT 2000

Nota: F. se refiere a fuentes, Carretera significa que son rodantes, No carretera es que es equipo no rodante.

El resultado total de emisiones generadas por fuentes fijas, tanto en la ciudad como en el estado de Chihuahua, para el año 2005 se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 3.3 Emisiones totales anuales (2005), generadas por fuentes fijas

Emisiones anuales mg/año (2205)						
Municipio	Nox	Sox	COV	CO	PM10	PM2.5
Chihuahua	4,557	5,202	336	9,521	1,886	1,434
Estado	18,587	66,817	2,366	14,167	7,422	6,436

Fuente: Cálculo propio a partir de datos de Semarnat

De acuerdo con estos resultados, el área urbana de la Ciudad de Chihuahua, aporta el 67% de las emisiones de CO, mientras que su acumulado de SOx es apenas el 7% respecto del estatal, lo cual indica tendencia a combustiones con sistemas de control de SOx muy eficientes y/o utilización de combustibles con bajos contenidos de Azufre.

Dado que en la ciudad se presenta una elevada actividad industrial y de servicios, el aporte por fuentes naturales en el municipio no es significativo respecto del total del Estado de Chihuahua, por ejemplo en NOx, apenas es menor al 5% estatal y en COV (incluyendo el metano), suma menos del 1% estatal.

3.5 MOVILIDAD

El proceso general para desarrollar el diagnóstico de movilidad, se basó en la realización de encuestas domiciliarias de origen-destino de viajes. La aplicación de este tipo de encuestas incluye el desarrollo de un muestreo aleatorio de viviendas dentro del área de estudio, establecer contacto con estas viviendas, la documentación de la información de transporte y su transcripción a formato electrónico, la geocodificación de los orígenes y destinos de los viajes, así como la ponderación y expansión de la información recopilada, para que sea representativa de la población en general y se estimen los datos para la región en conjunto.

Para la estimación de la matriz de viajes y demás resultados que se pueden obtener de la encuesta efectuada, se utilizó el modelo de transporte EMME/2

Los principales resultados se reseñan a continuación:

- ✓ El promedio de habitantes por vivienda es de 3.86 hab/viv.
- ✓ Con respecto al número de automóviles por vivienda, el promedio en la región es de 1.5.
- ✓ En la Ciudad de Chihuahua se realizan aproximadamente dos millones de viajes por día.
- ✓ El 61.3% de los viajes se realizan en automóvil particular. El 21.3% de los viajes se hacen caminando, 14.4% en autobús urbano y un 2.1% en autobús privado.

En una muy baja proporción se llevan a cabo viajes en taxis, motocicletas o bicicletas.

- ✓ La tasa de generación de viajes por vivienda tiene una relación directamente proporcional al número de vehículos por vivienda. En promedio las viviendas sin automóviles reportaron generar un viaje y medio menos por día (8.02) que aquellas con un automóvil (9.53).
- ✓ La mayoría de viajes a pie son relativamente cortos. El 79.38% (332,018) recorre entre 0.01 y 1 Km.
- ✓ El 36.8% de los viajes que se realizan en transporte público, son efectuados por personas que no cuentan con la oportunidad de efectuar una elección modal (diferente a caminar o usar un taxi). Estos constituyen usuarios cautivos.

3.6 SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO

A fin de obtener un diagnóstico de la situación del transporte público en la ciudad de Chihuahua se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- ✓ Inventario de los derroteros y bases de rutas
- ✓ Estudio de frecuencia de paso y ocupación visual
- ✓ Estudio de ascenso y descenso en las rutas de transporte público
- ✓ Encuesta de opinión a los usuarios
- ✓ Encuesta de opinión a los conductores
- ✓ Encuesta a operadores

3.6.1 Principales resultados

Sobre la operación del sistema

- ✓ El servicio de transporte público en la Ciudad de Chihuahua está formado por un conjunto de 68 rutas urbanas, 3 rutas interurbanas de corta distancia que hacen la comunicación con ciudades cercanas y un conjunto de rutas interurbanas de larga distancia que atienden viajes para otras ciudades y estados (rutas interestatales)
- ✓ El sistema de rutas urbanas presenta configuración física típicamente radial con 55 rutas radiales (81%), siete rutas diametrales (10%), cuatro rutas circunvalares (6%) y dos rutas especiales (3%) para transporte de portadores de movilidad diferenciada.
- ✓ La configuración de la red es de amplia cobertura, pero no existe integración operacional entre las rutas que la conforman.

- ✓ Las rutas operan en recorrido circular cerrado sin punto Terminal que determine su inicio y término. Este tipo de operación no permite que se establezca descanso al conductor después de un periodo de operación. Por otro lado, las rutas tienen intervalo de partida fijo para todo el día y no una programación adecuada a la demanda lo que incide en que los costos operacionales sean posiblemente mayores.
- ✓ El corredor más cargado entre ellos es la Avenida Universidad que presenta un volumen de cerca de 110 autobuses, por hora y sentido y la Avenida Niños Héroes con la misma intensidad.
- ✓ Sobre el horario de operación, en la mayor parte de las rutas, empieza después de las 6 horas y termina antes de las 22:00 horas no atendiendo el usuario en sus necesidades de viajes antes y después de ese horario.
- ✓ En relación a la flota, no se observó variación de capacidad entre los vehículos utilizados en las rutas. En general los vehículos tienen cerca de 41 asientos y su edad promedio es de 6.9 años.
- ✓ El eje de mayor demanda se ubica al norte de la ciudad y está constituido por las avenidas Tecnológico, Vallarta y Universidad. Para ese eje el flujo por sentido es de cerca de 2,200 pas/hr para el sentido colonia-centro en el periodo de la mañana y de 1,900 pas/hr para el sentido centro-colonia en el periodo de la tarde.
- ✓ En el sector Sur y Suroriente la ciudad no cuenta con un eje vial de gran flujo de vehículos. El sector tiene el par vial de la Avenida Ocampo y Calle 12ª y Avenida Independencia que se conectan con Blvd. Fuentes Mares, Calle 20ª. Los flujos de pasajeros en esas calles son de aproximadamente 1,200 a 1,600 pas/hr por sentido en las horas pico.

Sobre la estructura del mercado

- ✓ La operación está concesionada a 438 operadores, donde 360 de ellos tienen un solo vehículo, 69 tienen dos vehículos, 7 tienen tres vehículos, un concesionario tiene cuatro vehículos y otro tiene cinco vehículos.
- ✓ Bajo este tipo de estructura, el sistema no consigue generar una economía de escala en el negocio, comprometiendo la realización de actividades de mantenimiento.
- ✓ La gran cantidad de operadores genera una competencia permanente, tanto dentro de una misma ruta como en todo el sistema, estimulando el mantenimiento de frecuencias fijas innecesarias en periodos de baja demanda a lo largo del día y poco servicio en los horarios extremos de la operación donde en general la demanda es baja.

Sobre la infraestructura y equipo de apoyo al servicio

- ✓ El sistema vial por donde circula el transporte público está casi totalmente pavimentado. Sólo cerca de 19 km. de vía utilizada por los autobuses son sobre terracería y necesitan ser pavimentadas
- ✓ Sobre los paraderos, se observa que son pocos los lugares que se encuentran techados, lo que genera incomodidad al pasajero.
- ✓ El sistema carece de información al usuario en los paraderos. Se observó que inclusive en los puntos concesionados no existe mantenimiento de la información disponible; en general las láminas de mensaje están rasgadas o borradas dificultando o imposibilitando su lectura.
- ✓ La identificación de las rutas en los autobuses no tiene una uniformidad en cuanto al contenido, tamaño y localización, dificultando la utilización del servicio.
- ✓ Sobre el sistema de control, se verificó que los empresarios tienen un buen control electrónico de chequeo de demanda que captura los datos minuto a minuto y de viajes realizados por hora a partir de los supervisores.

3.7 MARCO INSTITUCIONAL

Se levantó información sobre todas las instituciones que intervienen o les cabe alguna responsabilidad sobre los componentes que integran el PSMUS. En ese sentido se efectuó descripción de los organigramas de estas instituciones, responsabilidades y facultades.

Las instituciones a las que hace referencia el párrafo anterior fueron las siguientes:

- ✓ Gobierno del Estado de Chihuahua
- ✓ Autoridades del Estado con competencia en materia de Transporte y Vialidad
- ✓ Autoridades del Estado con competencia en materia de Tránsito
- ✓ Municipio de Chihuahua
- ✓ Dirección Municipal de Obras Públicas
- ✓ Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología
- ✓ Dirección de Planeación y Evaluación
- ✓ IMPLAN

Del análisis realizado se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- ✓ La legislación aplicable a la ciudad de Chihuahua, tanto la de origen estatal como municipal, presenta diferencias en cuanto a facultades y competencias asignadas a las autoridades encargadas de determinados aspectos del transporte, la vialidad, el desarrollo urbano y el medio ambiente, y en otras ocasiones es omisa respecto a las facultades que competen a las autoridades que se establecen.
- ✓ A manera de ejemplo, encontramos el hecho de que en el Reglamento para la Protección del Ambiente en el Municipio de Chihuahua, le concede facultades a la Dirección de Servicios Públicos Municipales en materia ambiental, siendo que en la realidad son ejercidas por la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología.
- ✓ Esta situación hace necesario realizar una tarea de cambios y armonización normativa que permita contar con instrumentos legales claros que impidan la duplicación o superposición de funciones, lo que puede afectar el desarrollo del PSMUS.
- ✓ Estos cambios normativos y armonización legislativa deben contar con la voluntad política del Gobierno del Estado y la Autoridad Municipal en el entendimiento de que el éxito de la implementación de sistemas de transporte y movilidad urbana está dado por la existencia de una perfecta coordinación intersectorial entre las autoridades encargadas del transporte, la vialidad, el desarrollo urbano y el medio ambiente; estudiando y analizando la pertinencia de la constitución de una autoridad única con competencia sobre todos estos temas para efectos del PSMUS.
- ✓ El hecho de que el transporte normativamente dependa de la Secretaría General de Gobierno mientras que el tránsito dependa de la Secretaría de Seguridad Pública, cuyas actividades son bastante más amplias, puede derivar en la inexistencia de una priorización adecuada y en duplicidad funcional que afectará el desarrollo del PSUMS.
- ✓ La formalidad instituye como autoridades “principales” o “auxiliares” a determinadas dependencias del Estado y el Municipio, sin precisar específicamente las funciones y facultades que éstas tienen a su cargo, por lo que la precisión de estas funciones y su relación o no con el PSMUS permitirá establecer el mapa de actores involucrados.

3.8 MARCO LEGAL

La metodología empleada para realizar el diagnóstico del marco legal se basó en el análisis documental de Normas Federales, Normas del Estado de Chihuahua y Normas Municipales.

Del análisis de la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Chihuahua, podemos concluir:

- ✓ El Gobierno del Estado, emitirá su Dictamen de Congruencia, en el que evalúe y sancione el contenido de este PSMUS, respecto de las disposiciones de la Ley de Desarrollo Urbano del Estado y las políticas establecidas en el Plan Estatal de Desarrollo Urbano.

3.8.1 Con relación a las capacidades institucionales

- ✓ Es importante resaltar en principio, que conforme al Artículo 44, se establece el Sistema Estatal de Coordinación Urbana, que tiene como propósitos, entre otros: promover la descentralización de la administración del desarrollo urbano a los Municipios.
- ✓ Corresponde al Ejecutivo del Estado: celebrar convenios con el Municipio de Chihuahua, en apoyo al desarrollo urbano en la entidad, y apoyarlo y asesorarlo, si el Municipio lo solicita, en la formulación, ejecución y control del Plan. Art. 8 LDU.

3.8.2 Con relación a la revisión del cruce de responsabilidades institucionales

Por lo que corresponde al Gobierno Estatal, su responsabilidad será:

- ✓ Emitir, por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, como ya se señaló, un Dictamen de Congruencia, en el que evalúe y sancione el contenido de este PSMUS, respecto de las disposiciones de la Ley de Desarrollo Urbano del Estado y las políticas establecidas en el Plan Estatal de Desarrollo Urbano. Art. 4 y 6 de la LDU.
- ✓ Por lo que corresponde al gobierno Municipal, su responsabilidad será:
- ✓ Formular, aprobar y administrar el presente Plan de desarrollo urbano. Artículo 10, LDU.
- ✓ Al Instituto Municipal de Planeación del Municipio de Chihuahua IMPLAN, le corresponde ser un órgano técnico de consulta del Municipio de Chihuahua, en lo relacionado con el diseño elaboración, instrumentación y evaluación del presente plan: igualmente podrá formular propuestas y recomendaciones para su elaboración.

Por lo que hace al Gobierno del Estado y el Municipio de Chihuahua:

Podrán celebrar convenios entre sí en apoyo al desarrollo urbano y brindar asesoría, al Municipio si éste lo solicita, en la formulación, ejecución y control del presente Plan. Art. 8 LDU.

3.8.3 Con relación a la propuesta de ordenamientos a modificar

Es recomendable la modificación de la fracción II del artículo 10 de la Ley de Desarrollo Urbano y Ecología del Estado, que dispone:

Son atribuciones de los Municipios:

Formular, aprobar y administrar los planes municipales de desarrollo urbano, los planes de desarrollo urbano de centros de población, así como los planes parciales de crecimiento, conservación y mejoramiento de los centros de población ubicados en su territorio y su zonificación correspondiente, así como evaluar y vigilar su cumplimiento

La modificación sugerida comprende: la inclusión y mención específica de los Planes Sectoriales, como atribución del Municipio, en su formulación, aprobación y administración.

También es recomendable, una vez definidos los contenidos del Plan, enriquecer con otras recomendaciones, relativas, para la actualización de los Reglamentos relativos, y así hacerlos congruentes con el Plan. De igual manera proceder con las Responsabilidades Institucionales.

4 PRONÓSTICO

El pronóstico del Plan de Movilidad Urbana Sustentable de la ciudad de Chihuahua, tiene como objetivo estimar el desempeño futuro de la ciudad en lo que se relaciona al sistema de transporte, vialidad, tránsito y medio ambiente para unos periodos de inmediato, corto, mediano y largo plazo.

El escenario pronosticado se definió como el escenario base de comparación también denominado *escenario de no hacer nada o tendencial* y representa las condiciones que tendría la movilidad en la ciudad en el caso en que el sistema de transporte público siguiera operando tal y como opera en la actualidad. En cuanto a infraestructura vial el escenario de pronóstico considera únicamente la construcción de la red vial necesaria para conectar a la infraestructura existente los desarrollos urbanos que se darán en la periferia de la ciudad.

El pronóstico se considera como el escenario de comparación, ya que una vez se planteen las alternativas se podrá medir el impacto de las mismas, al comparar los indicadores de desempeño de cada una de ellas con los indicadores obtenidos en el análisis del escenario de pronóstico.

4.1 PRONÓSTICO URBANO

Los escenarios estudiados en el pronóstico fueron definidos como el escenario tendencial, el escenario factible y el ideal.

El escenario tendencial muestra la proyección a futuro; el factible la proyección a futuro de un desarrollo que involucre mejores prácticas y políticas conciliadas con la actualidad, y el ideal la proyección de un futuro posible, pero que implicaría una conversión dramática de los patrones actuales.

El escenario **tendencial** arroja una mancha urbana dispersa y porosa de casi 35 mil hectáreas, es decir, 73% adicional a la superficie del día de hoy. Considerando que la superficie normada como urbanizable actualmente asciende a 37 mil ha. La ciudad contaría entonces con 21.5 años de reserva territorial urbanizable, a agotarse en el año 2028-2029. La tasa anual de crecimiento de la ciudad sería de 3.64%.

El escenario **ideal** establece un crecimiento para el cual serían necesarios 52 años (2058) con una tasa de aumento promedio de 1.16% anual de la extensión de la ciudad, para llegar a las 37 mil ha. Puesto que del 2006 al 2026 el incremento de superficie es de 25.15%. Esto habría que confrontarlo con la tasa descendiente del crecimiento de la población.

El escenario **factible** es muy optimista en cuanto a la aplicación de las políticas urbanas que permitirán tener un incremento de 33.19%, incrementos promedio de 1.65% anuales de superficie, que en 40 años (2046-2047) llegarían al límite actual de planeación de zonas urbanizables. También, tendrán que establecer en un futuro un comportamiento a la baja y no sostenido.

4.1.1 Vivienda

Para el escenario **tendencial** y con el patrón actual de desarrollo, no habría numerosos vacíos urbanos, sino que llegará un momento en el cual los fraccionamientos empezarán a quedar semivacíos, provocando la reacción de los desarrolladores a una menor relación de venta, con lo que podría disminuirse la velocidad de desarrollo centrífugo, con una tendencia a la ocupación de los vacíos urbanos dejados atrás en el impulso urbano extensivo. Sin embargo, aun con esta condición, los vacíos urbanos y las zonas poco consolidadas en cuanto a tejido urbano serán tantas que no podrán ocuparse dentro del horizonte de 20 años.

Para el escenario **ideal**, las exploraciones de densidad habitacional desarrolladas confirman que prácticamente la extensión actual de la mancha urbana es capaz de absorber un incremento de medio millón de personas, aproximadamente. Las claves determinantes para esto son la densificación de las zonas suburbanas de la ciudad, como se ha comentado con la zona de Tabalaopa, el centro urbano, el primer perímetro del centro urbano (Colonias San Felipe, Obrera, Campesina, entre otras), la franja del Río Sacramento, y los desarrollos periféricos ya autorizados por la ciudad, éstos ubicados fundamentalmente hacia el oriente y el poniente.

En relación al escenario **factible**, la aplicación de las políticas urbanas en su conjunto posibilitaría la densificación de la ciudad, y con ello la disminución proporcional del crecimiento expansivo de la ciudad. Gradualmente, al consolidarse y adaptarse las políticas a la ciudadanía y viceversa, aumentará el porcentaje de vivienda desarrollada bajo el modelo de multifamiliares, edificios verticales, departamentos, subdivisiones, condominios de viviendas adosadas, entre otras tipologías actualmente no favorecidas.

4.1.2 Estructura urbana

En el escenario **tendencial**, se estima el inicio de la consolidación de las zonas industriales en la zona de desarrollo oriente en el primer quinquenio de desarrollo proyectado. Además de corredores urbanos al norte, en el entorno del Fraccionamiento Riberas del Sacramento. Al extremo poniente, el surgimiento de los primeros elementos lineales de comercio. En síntesis, un patrón de dotación de elementos de jerarquía o estructura urbana que prosiguen al desarrollo habitacional.

El elemento innovador dentro de la ciudad, en el escenario **ideal** será la distribución uniforme de las jerarquías urbanas entre las AV/EP y los nodos y corredores de comercio, servicios, y equipamiento. En cada sector de la mancha urbana se encontrarán elementos centrales con ambas características. Los subcentros urbanos de AV/EP no sólo contarían con una dotación de espacio público; sino, con equipamientos, comercio, y servicios, que complementan su oferta y consolidan su jerarquía.

En el escenario **factible**, se prevé una ciudad con varios subcentros, donde cada uno de estos elementos podrá tener un carácter propio, y al mismo tiempo se le identifique por sus características únicas. Cada uno de los elementos nodales contendrá todos los usos necesarios para evitar desplazamientos innecesariamente largos, logrando una ciudad de menor gasto en recursos de tiempo, dinero y combustibles fósiles aun seguramente predominantes durante la mayor parte del escenario de pronóstico.

4.2 PRONÓSTICO SOCIOECONÓMICO

Se llevó a cabo una evaluación de infraestructura e inventarios viales, así como un análisis de la evolución de las variables socioeconómicas más relevantes como son: la población, la población económicamente activa, el empleo formal, el parque vehicular, entre otras.

Con base en el comportamiento de estos indicadores fue posible la creación de modelos econométricos con el fin de generar proyecciones de los mismos, y así ser capaces de prever, de acuerdo con las tendencias de las variables, los posibles escenarios en los que se encontrará el Área Metropolitana de Chihuahua (AMCH) en los próximos años.

Para lograr esto, fue necesario determinar la demanda futura en infraestructura de transporte así como en el sistema de transporte público como función de la actividad económica local y de los niveles de población. Esto permitió identificar las principales necesidades de inversión, para poder planificar y así hacer frente a la futura demanda de transporte de la ciudad de Chihuahua.

A continuación se muestra un resumen de las tasas de crecimiento de las variables socioeconómicas estudiadas para dar sustento a los viajes generados y atraídos por zona en la ciudad de Chihuahua.

Tabla 4.1 Población total proyectada 2006 – 2026 y tasa de crecimiento

Año	Población total proyectada	Periodo	Tasas de crecimiento promedio anual
2006	751,048	2000-2006	2.39%
2011	851,308	2006-2011	2.54%
2016	941,352	2011-2016	2.03%
2021	1,039,700	2016-2021	2.01%
2026	1,129,029	2021-2026	1.66%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.2 Tasas de crecimiento de las variables utilizadas

Periodo	Tasas de crecimiento					
	Población Económicamente Activa	Empleo	Personal ocupado	Población estudiantil	Parque vehicular	Motorización
2000-2006	2.37%	2.34%	1.16%	2.74%	6.75%	4.26%
2006-2011	2.54%	2.49%	5.45%	2.84%	4.85%	2.26%
2011-2016	2.09%	2.03%	3.12%	2.14%	4.55%	2.47%
2016-2021	2.08%	1.99%	2.25%	2.13%	4.12%	2.07%
2021-2026	1.72%	1.64%	4.86%	1.77%	3.68%	1.99%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados presentados en este apartado, la ciudad de Chihuahua presentará un crecimiento considerable en las variables analizadas en el corto y mediano plazo, lo cual representa un gran reto para el gobierno local. La satisfacción de la demanda de servicios de la población es un desafío, el cual no se puede enfrentar de manera unilateral, ya que se necesita de la participación privada en sectores clave como el de transporte.

4.3 PRONÓSTICO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO

Con el análisis del pronóstico de la vialidad y tránsito para la zona urbana de la ciudad de Chihuahua, se evaluó la capacidad y el nivel de servicio que tendrá el

sistema vial en el corto, mediano y largo plazo, de acuerdo con el crecimiento de la demanda de viajes que se espera tenga la ciudad.

Los elementos que se analizaron en el pronóstico de vialidad y tránsito fueron:

- ✓ Infraestructura vial mínima para dar conectividad
- ✓ Análisis de niveles de servicio de la red vial actual
- ✓ Volúmenes en la red vial analizada
- ✓ Análisis relación volumen/capacidad

De acuerdo con los análisis realizados se concluye que:

- ✓ Actualmente (Año 2006) de la red vial analizada el 10% (68.0 km) se encuentra con malos niveles de servicio, el 69% en regulares condiciones de operación y un 21% que permite buenas velocidades en la operación
- ✓ Los malos niveles de servicio para el año base 2006, se presentan principalmente sobre las vialidades primarias, siendo éstas: Av. Juan Escutia, Av. Tecnológico, Av. de las Américas, Av. Vallarta, Av. Universidad, Av. Francisco Villa y Heroico Colegio Militar
- ✓ Para el escenario a Corto Plazo 2011, el 26% de la red total (177 km) tendría un nivel de servicio malo, teniendo un incremento de 16 puntos porcentuales más que el escenario base; un 57% tendrá un servicio regular y un 17% presentará un buen nivel de servicio, cuatro puntos menos porcentuales con relación al escenario base
- ✓ Los malos niveles de servicio para el año 2011, se presentan principalmente sobre las vialidades primarias, además de las indicadas en el año 2006, se tendrían: Av. de La cantera, Av. Deza de Ulloa, Av. 20 de Noviembre, Av. Instituto Politécnico Nacional, La Calle 58, la Calle 70 y la Calle 80, Av. División del Norte
- ✓ Para el escenario a Mediano Plazo 2016, con el supuesto sin construir nuevas vialidades, el 27% de la red total (184 km), tendría un nivel de servicio malo, teniendo un incremento de 17 puntos porcentuales con relación al año base, un 58% tendrá un servicio regular y un 15% presenta un buen nivel de servicio.
- ✓ El pronóstico para el año 2026 sería de que el 32% de la red analizada estaría trabajando con un mal nivel de servicio (E y F) teniendo un 22 puntos porcentuales más con relación al año base, el 54% en regulares condiciones y solo el 14% de la red tendría buenos niveles de servicio teniendo 7 puntos porcentuales menos con relación al año base.
- ✓ De acuerdo al crecimiento de la ciudad de Chihuahua en los diferentes escenarios de crecimiento urbano y bajo este análisis será necesario

incrementar la red vial para cada uno de los escenarios, de lo contrario se tendrá vialidades con problemas de capacidad, bajas velocidades. Esto indica que se debe proponer una nueva red vial que represente una mejor accesibilidad, garantizando un buen servicio a estas nuevas zonas de desarrollo.

- ✓ Los volúmenes vehiculares dentro de la red vial analizada se incrementan considerablemente, por lo que será necesario incrementar la red en los diferentes horizontes, sobre todo en los nuevos desarrollos urbanos que se generarán en los diferentes escenarios (corto, mediano y largo plazo).
- ✓ Se deberán de generar alternativas de infraestructura vial en cada periodo de tiempo para garantizar una buena capacidad al tránsito generado por los grandes desarrollos urbanos.
- ✓ El transporte de carga actualmente circula dentro de ciertas vialidades de la mancha urbana de la ciudad de Chihuahua, con un alto riesgo de generar accidentes de tránsito, utilizando vialidades importantes, como son: Av. Sacramento, el Periférico de la Juventud, Av. Tecnológico, Av. los Nogales, Periférico R. Almada, entre otras. Por este motivo es necesario la creación de nuevas vialidades exteriores (libramientos) que permitan la circulación de este medio de transporte, evitando así la circulación de éstos en las zonas urbanas.

4.4 PRONÓSTICO DE TRANSPORTE PÚBLICO

El pronóstico del sistema de Transporte Público analiza las condiciones que presentará el servicio para el usuario en el corto, mediano y largo plazo, considerando la evolución de la demanda y de la oferta si no hubieran acciones que alteraran el proceso de producción de servicios y generación de viajes, tomando como base la situación actual y considerando la expectativa de desarrollo futuro de la ciudad.

La proyección de la oferta de servicio de Transporte Público a lo largo del horizonte de estudio considera que no habrá alteración en la estructura funcional, institucional y operacional del sistema en este periodo. La cantidad de viajes fue estimada en función de las variables socioeconómicas proyectadas y distribuidas a través de modelos gravitacionales.

Para los fraccionamientos nuevos, aislados de los actuales, se diseñaron nuevas rutas con la misma configuración y característica de las rutas actuales. Para estas rutas se adoptó el criterio de ampliación del recorrido de las mismas.

4.4.1 Viajes en transporte público

Del análisis de los resultados obtenidos de las matrices de viajes se verifica que en el periodo de 2006 a 2026 la Ciudad de Chihuahua tendrá una reducción de demanda de viajes de transporte público de aproximadamente 15%. En este mismo periodo la población crecerá 50.3% y las viajes en automóvil 81%. Con esto la tasa diaria de viajes de transporte público por habitante se reduce de 0.39 a 0.22 viajes/hab., y los viajes de transporte individual crecen de 1.64 a 1.98 viajes/hab. por día.

Tabla 4.3 Evolución de los viajes de Transporte Público y particulares por habitante

Año	2006	2011	2016	2026
Población	751,048	851,308	941,352	1,129,029
Viajes Transporte Público	290,075	303,129	295,537	245,642
Viajes Transporte Individual Motorizado	1,232,861	1,498,557	1,733,698	2,232,194
Viajes/Habitante TP	0.39	0.36	0.31	0.22
Viajes/Habitante Individual	1.64	1.76	1.84	1.98
Participación del TP / Total de viajes motorizados	19%	17%	15%	10%

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Indicadores operacionales del sistema

La siguiente tabla un resumen de los datos operacionales pronosticados para los 3 periodos de tiempo.

Tabla 4.4 Resumen de datos operacionales de los escenarios actuales, 2011, 2016 y 2026

CONCEPTO	2006	2011	2016	2026
Flota am	521	569	582	565
Ocupación máxima por vehículo	45	45	45	45
Velocidad Media (mañana)	17	17	16	15
Km diaros total	109262	117920	119073	111486
Embarques diarios	274229	290072	283683	238750
Viajes diarios	3278	3599	3633	3379
PVD	526	510	487	423
IPK	3	2	2	2
Pax x Km (HPM)	272866	293673	291456	253593
Pax x Hora (HPM)	15192	16659	16998	15861
Longitud media	32	31	31	32
Población	751048	851308	941352	1129029

Nota: PVD.- índice de pasajeros transportados por vehículo por día. IPK.- índice de pasajeros transportados por kilómetro

Con la configuración del sistema con las expectativas de densificación poblacional en las colonias periféricas y reducción de demanda en los corredores con infraestructura producirán algunos efectos negativos en el sistema de transporte público, como:

- ✓ Ampliación del tiempo de viaje de los usuarios en el vehículo 18.66% en la hora pico am;
- ✓ Ampliación del tiempo de caminata en 6.10% en la hora pico am;
- ✓ Aumento del tiempo de espera en 6.72%;
- ✓ Aumento del tiempo total de viaje en 12.78 % en la hora pico am;
- ✓ Aumento del costo generalizado en 9.27%;
- ✓ Aumento de la tasa de transbordo 21.42%;
- ✓ Reducción del PVD en 18.4% y del IPK en 14.7%;

Con esto la expectativa es de aumento del costo del sistema y por lo tanto de la tarifa al usuario.

4.5 PRONÓSTICO AMBIENTAL

El pronóstico de emisiones atmosféricas depende de los resultados de las proyecciones de las tasas de crecimiento del tránsito privado y del transporte público, así como del gasto de consumidores, y están directamente relacionadas

con la información de las variables socioeconómicas como son población, áreas de crecimiento y usos de suelo actual y proyectado.

Los principales resultados del pronóstico ambiental en los horizontes de tiempo analizados son:

- ✓ En el periodo 2006-2026, se esperan algunos cambios tecnológicos en las formulaciones de combustible, principalmente en la disminución de óxido de azufre (SO₂), sin embargo, en la práctica se esperan valores de emisión similares a los actuales dado que las variables socioeconómicas sugieren un reemplazo y actualización de flota vehicular muy lento, similar al actual.
- ✓ En todas las especies químicas de interés para el proyecto, existe una disminución en la evaluación de la propuesta de tránsito para el escenario línea base, en el tiempo de planeación propuesto.
- ✓ De los valores de contaminación destacable, se encuentra, la mezcla correspondiente a Hidrocarburos y el de óxido de nitrógeno (NO_x), los cuales son los precursores del ozono, estos logran retrocesos de 5 ó 7 años en el escenario línea base, respecto al valor esperado a fin de periodo en el escenario basado en el Diagnóstico.
- ✓ El resto de los valores de contaminantes, logran resultados de 3 o 4 años menos, no obstante, el valor de dióxido de azufre (SO₂), permanece en este índice aunque podría tener valores mas significativos que el óxido de nitrógeno (NO_x), a fin de periodo, si el “pool” de gasolina es vendido con ultrabaja concentración de azufre, posibilidad poco probable debido a las condiciones del país.
- ✓ El ruido, dado su difícil naturaleza de medición y cálculo, se considera que en el escenario de planeación propuesto, no representa un problema urbano, salvo algunos pocos hechos puntuales de naturaleza local.
- ✓ El CO₂ tiene un limite para el país, de una concentración promedio de 11 ppm en una hora, en el modelo de simulación, se tiene que en los años 2011 y 2016 apenas alcanza valores de 1.8 o 2.11 ppm en los horarios pico (11-16 hrs) es decir entre el 14% y hasta el 18% del valor legal que indica la NOM-021-SSA1-1993. Al final del periodo se observan valores de hasta el 2.4 ppm que tan solo contabilizan el 21% del limite legal.
- ✓ El SO₂ al igual que el CO₂, se considera un elemento con poca incidencia de riesgo siendo que la NOM requiere concentraciones límite de hasta 13 ppb, en la ciudad de Chihuahua, aun en el horizonte de planeación 2026 apenas llega al 23% de este limite.
- ✓ Las partículas sólidas (PM₁₀), tienen un límite de 219 microgramos por metro cúbico en una hora, este valor nunca se alcanza. Desde 2011 se tienen máximos de 140 y en 2026 se llega hasta 160 que apenas es cerca del 75%. No

obstante este contabiliza sólo los de los automotores y no los del medio físicos que podrían ser al menos igual al de los autos, lo que ya implicaría un riesgo ambiental importante.

5 DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

5.1 OBJETIVO

El objetivo de esta parte del estudio es la elaboración de las alternativas más apropiadas luego de haber analizado los resultados del diagnóstico y del pronóstico, teniendo en cuenta los objetivos planteados para el PSMUS

5.2 METODOLOGÍA

La metodología seguida para la elaboración de las alternativas estuvo basada en el desarrollo de las aplicaciones del modelo de planeamiento EMME/2, el cual fue alimentado de las propuestas de cada una de las componentes del estudio.

Cabe resaltar que este fue un proceso interactivo y en donde se ejecutaron diversas corridas frente al planteamiento de nuevas vialidades y características de tránsito, así como frente a cambios y/o modificaciones de rutas para el sistema de transporte público.

5.3 RESULTADOS

A continuación se reseñan los resultados obtenidos del análisis de alternativas de transporte público, vialidad, tránsito y sistemas no motorizados.

5.3.1 Transporte público

Las alternativas de solución planteadas, están constituidas por un conjunto de aspectos que al evaluarlos en el modelo de transporte estructurado para tal efecto, permiten medir los beneficios y los impactos negativos de cada una de ellas. Los aspectos considerados son: el modelo funcional, el modelo de infraestructura y el sistema de recaudo que son determinantes en la definición del nuevo sistema.

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

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

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

Comparación de Alternativas

Las dos alternativas presentan en relación con la situación base, ventajas tanto en los tiempos de viaje como en los indicadores operacionales, aunque la alternativa con terminal fue la que presentó los mayores beneficios.

En cuanto a los tiempos de viaje del usuario, todos ellos presentan mayor reducción en la alternativa con Terminal que en la alternativa sin Terminal. El indicador que mejor resume estas ventajas es el costo generalizado de viaje. Dicho costo considera cada componente del tiempo de viaje (tiempo de espera, tiempo de trasbordo, tiempo en el vehículo) ponderado con pesos en función de su mayor o menor importancia para el usuario y también considera el valor de la tarifa pagada convertida en minutos. En este concepto se verifica que para la alternativa con Terminal la reducción en relación con la situación base es de 9.28% (9.92 minutos) y para la alternativa sin Terminal 8.10% (8.66 minutos).

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

En lo que refiere a los indicadores operacionales, la alternativa con Terminal presenta una reducción de 35.36% de la flota equivalente en relación con la situación base y la alternativa sin Terminal 26.74%.

Esto ocurre, pues en la alternativa con Terminal es posible una mejor atención a áreas de menor demanda con rutas cortas que se integran en el Terminal con las rutas troncales, ya en la alternativa sin Terminal para la misma frecuencia horaria se necesita de más buses (rutas más largas).

Tabla 5.1 Comparativo de tiempo de viaje. Situación base y alternativas

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

Fuente: Elaboración propia

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

Otro indicador de la mejora del desempeño de la alternativa con Terminal en relación con la situación base y la alternativa sin Terminal, está en la permanencia del usuario en la red de transporte. La permanencia en pasajero x hora, solo se amplió en 1.4% para la alternativa con Terminal y 6.60% sin Terminal.

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

Tabla 5.2 Comparación de indicadores operacionales. Situación base y alternativas

Concepto	Base	Sin Terminal	% periodo	Con Terminal	% periodo
Flota am (Buses)	521	145		152	
Flota am (Micros)		131		142	
Flota am (Low Entry)		132		77	
Flota	521	408		371	-28,79%
Flota equivalente (60 pas)	521	382	-26,74%	337	-35,36%
Ocupación máxima por vehículo	45	60		60	
Km diaria total	109,262	91,08	-16,43%	82,497	-24,50%
Embarques diarios	274,229	341,794	24,64%	370,098	34,96%
Viajes diarios	3,278	3,201	-2,35%	3,749	14,37%
PVD	526	838	59,16%	998	89,53%
IPK	2,51	3,74	49,15%	4,49	78,75%
Pas. x Km (HPM)	272,866	300,608	10,17%	291,675	6,89%
Pas. x Hora (HPM)	15,192	16,195	6,60%	15,405	1,40%
Longitud promedio	31,59	27,87	-11,80%	21,8	-31,01%

Fuente: Elaboración propia.

5.3.2 Vialidad y tránsito

Una vez asignados los viajes en el modelo de transporte, se procedió a analizar los indicadores que permiten evaluar si la definición de los proyectos para cada periodo responde a las necesidades de la ciudad.

El primer nivel de análisis corresponde al incremento en la red vial de la ciudad. En este punto es necesario tener en cuenta que la red modelada corresponde solamente a la red vial principal y a la vialidad secundaria por donde circula transporte público en la actualidad. En la siguiente tabla se muestra como se incrementa la red vial en el tiempo una vez que se van implementando los proyectos.

Tabla 5.3 Incremento de la red vial

AÑO	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	LONG (km)	TOTAL (km)	INCREMENTO %
2006	Doble sentido	75	723	
	Un sentido	648		
2011	Doble sentido	196	867	20%
	Un sentido	671		
2016	Doble sentido	288	1,058	22%
	Un sentido	770		
2026	Doble sentido	325	1,203	14%
	Un sentido	878		

Fuente: Elaboración propia.

5.3.3 Evaluación urbana

Evaluación general

El incrementar la estructura vial de la ciudad a través de la construcción de nuevas vialidades y la intervención en las existentes permitirá generar una mayor capacidad y en consecuencia un mayor volumen de vehículos y personas movilizándose a través de medios motorizados.

El impacto urbano que la estructura vial propuesta generará determinará una nueva imagen para la ciudad. Permitirá detonar zonas degradadas susceptibles de aceptar una transformación en su funcionamiento urbano; y controlar zonas que en la actualidad presentan problemas debido al impacto al que están sujetas por su situación urbana y la presión que su estructura vial y de uso de suelo les genera.

Evaluación de alternativas para sistema no-motorizado

Más de 427,000 viajes diarios se realizan a través de medio no motorizados, ya sea de manera peatonal o en bicicleta. Estos viajes representan el 21% del total de viajes realizados diariamente, e incluso son mayores a los realizados a través del sistema de transporte público existente.

Para tal caso, se plantea la estrategia del sistema de ciclorutas y corredores peatonales que tiene como fin:

- ✓ Que sea utilizado al recorrer distancias cortas (menores a 4.5 Km.)
- ✓ Que sea complementario al sistema de transporte público al funcionar como un sistema de vías alimentadoras a sus estaciones de embarque y desembarque
- ✓ Que se utilice al realizar viajes barriales o zonales, ir a la escuela o de compras
- ✓ Que se utilice como ejercicio al mismo tiempo que como medio de transporte
- ✓ Que sirva para fines sociales como el de convivencia en parques y espacios públicos.

Para la construcción del sistema de ciclorutas propuesto y los corredores peatonales paralelos a las mismas se establecen criterios que aseguren su funcionalidad y su potencialidad como detonador de la imagen urbana de su entorno.

- ✓ Las rutas deberán ser legibles y seguras, deberán estar señalizadas en todo su trayecto y de ser posible de pavimento distinto al de la acera y al del carril de circulación motorizada. Deberá contar con rampas y carecer de elementos u obstáculos que representen un riesgo para el usuario.
- ✓ Se deberá promover que las ciclorutas se generen en vialidades que cuenten con vegetación a lo largo de su trayectoria y en caso de no ser así incluir en el proyecto la forestación con especies regionales de hoja perenne, que permitan dar sombras y protección contra los vientos.
- ✓ Deberán ser seguras en todo momento. Deberán incluir alumbrado público y en sus intersecciones deberán contar con la señalización horizontal y vertical para asegurar cruces y preferencias de flujo.
- ✓ Deberá ser equipada con mobiliario urbano que permita su buen uso y conservación (basureros, bancas, bolardos, racks de estacionamiento, etc.)
- ✓ Se deberá determinar a lo largo del sistema la creación de módulos de servicios. Estos módulos deberán integrar servicios para el usuario y podrán ser concesionados para su operación.

Las acciones de implementación de estos corredores de ciclorutas, se establecieron a partir del criterio de que en su fase inicial sirvieran como alimentadoras de la

troncal del sistema de transporte público y en sus fases siguientes estas fueran creciendo y ramificándose hasta conformar una estructura “verde”. Se proponen cuatro periodos de crecimiento: inmediato, corto, mediano y largo plazo.

Tabla 5.4 Estrategia de implementación de corredores

ETAPAS	LONGITUD (KM.)	PERIODO DE TIEMPO
Plazo inmediato	31	2007-2008
Corto plazo	43	2008-2011
Mediano plazo	78	2011-2016
Largo plazo	127	2017-2026
TOTAL	279	

Fuente: Elaboración propia

Corredores Urbanos del Sistema de Movilidad No Motorizado.

Los corredores propuestos son clasificados como corredores urbanos no motorizados y todos cuentan con estrategias que promueven una movilidad alternativa. Aquellos corredores que por sus condiciones lo permiten y forman parte integral del sistema de transporte público cuentan con ejes de ciclorutas que permiten a la vez funcionar de manera intrazonal, comunicar con dicho sistema. En la totalidad de los corredores se establecen criterios de rescate y/o regeneración de los espacios existentes dedicados al peatón.

Los principales espacios públicos que se proponen son aquellos que permiten rescatar espacios que hasta ahora no cuentan con ningún aprovechamiento, principalmente los que corresponden a derechos de vía de ferrocarriles y derechos de vía de arroyos.

Tabla 5.5 Corredores Urbano del S.M.N.M

CORTO PLAZO 2007 - 2011	MEDIANO PLAZO 2011 - 2016	LARGO PLAZO 2017 - 2026
Nicolás Gogol-Victor Hugo	Parque CH-P	Los Arcos
Venceremos	Juan Pablo II	Victor Hugo
Córdova	Hidroeléctrica Chicoacen	Las Industrias
José Martí	Venceremos	Carbonel
Izalco-Acacias	23 de Noviembre	Pacheco
Pimentel-Ortiz de Campos	Vicente Güereca	Calle 24a-María Luisa
P. Orozco	P. Orozco Norte	Calle 16a-Calle 3a
Palomar-Ocampo	El Mimbres	Calle 80a
Gómez Morín	Cipres-Américas	Tamborel
20 de Noviembre	Ortíz Mena	Imperio
Calle 58a	La Cantera	Guillermo Luján
Calle 27a	Hidalgo	Sacramento
Nueva España	Díaz Ordaz	Washington-Mirador-Juventud-Politécnico
Palestina		Calle 46a-M.Guaspe
Camino Real		Fuentes Mares-Juan Pablo II
ZONA NORTE	ZONA CENTRO	ZONA SUR

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en la siguiente tabla se muestra la población directamente beneficiada de la implantación de proyectos no motorizados.

5.3.4 Evaluación económica de alternativas

La metodología propuesta se basa en el análisis Beneficio – Costo, avalada por instituciones de la Banca de Desarrollo como el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos S.N.C. (BANOBRAS), cuyo fundamento radica en la comparación de costos causados por el proyecto contra los beneficios directos e indirectos que genera el mismo, de forma tal que se logre determinar la viabilidad de un proyecto o grupo de proyectos por su generación de riqueza positiva para la sociedad y por la determinación de un momento óptimo para iniciar la inversión, el cual se debe ubicar dentro del horizonte de evaluación del proyecto.

Los indicadores utilizados para medir los beneficios de las alternativas propuestas son los siguientes:

Valor actual neto (VAN)

Tasa interna de retorno (TIR)

Relación Beneficio / Costo

El horizonte de evaluación considerado fue de 18 años, iniciándose los cálculos en el año 2008 y concluyendo en el año 2026.

Costos del proyecto

Los costos del proyecto están conformados por los costos de inversión; así como por sus costos de operación y mantenimiento. Este flujo de costos fue convertido posteriormente a costos económicos, multiplicándolos por el factor 0.87, según el manual de evaluación socioeconómica para proyectos de transporte público de SEDESOL. En la siguiente tabla se muestra el resumen de estos costos de inversión, anotando que en el informe de propuesta de implementación se muestra el detalle de cada uno de ellos.

Tabla 5.6 Costos anuales de inversión en proyectos de infraestructura

Año	Costo (mdp)	Año	Costo (mdp)
2007	\$180.17	2017	\$284.50
2008	\$142.58	2018	\$284.50
2009	\$462.17	2019	\$235.71
2010	\$588.10	2020	\$235.71
2011	\$618.62	2021	\$249.56
2012	\$1,169.81	2022	\$249.56
2013	\$520.73	2023	\$255.41
2014	\$604.66	2024	\$255.41
2015	\$569.14	2025	\$268.55
2016	\$1,199.32	2026	\$268.55

Fuente: Elaboración propia

Los costos de mantenimiento y de operación, se refieren a los costos de administrar el proyecto y proporcionarle un servicio de mantenimiento mayor y menor adecuado a los niveles de tráfico previstos durante la vida útil del mismo.

De la misma manera que para los costos de inversión se hizo un estimado de los costos de mantenimiento, los cuales se muestran a continuación.

Tabla 5.7 Costos anuales de mantenimiento

Año	Costo (mdp)	Año	Costo (mdp)
2007	\$45.88	2017	\$68.22
2008	\$50.92	2018	\$68.22
2009	\$37.73	2019	\$68.22
2010	\$68.22	2020	\$68.22
2011	\$68.22	2021	\$68.22
2012	\$68.22	2022	\$68.22
2013	\$68.22	2023	\$68.22
2014	\$68.22	2024	\$68.22
2015	\$68.22	2025	\$68.22
2016	\$68.22	2026	\$68.22

Fuente: Elaboración propia

Resultados de la evaluación económica

Una vez obtenidos los flujos descontados, es posible determinar los indicadores de rentabilidad. Estos valores se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5.8 Indicadores de rentabilidad

Indicador	Valor
VAN	\$1,750,704,409
TIR	106.11%
Razón B/C	4.25
TRI (Año 1)	103.06%

Fuente: Elaboración propia.

5.3.5 Evaluación Ambiental

El proceso de cálculo utilizó como insumo en su algoritmo, las bases de datos de movilidad que se generaron como parte del pronóstico, adicionalmente como un elemento que sirviera para identificar los cambios y la variabilidad entre los elementos espaciales de los escenarios de movilidad, se utilizaron los datos del diagnóstico y se construyó un escenario tendencial ambiental que identificara de manera espacial los puntos de origen-destino, pero sin aplicar los cambios en infraestructura que se han propuesto, en otras palabras, es el escenario de no hacer nada.

De los valores que se obtuvieron, se observa que los cambios en flujos de vehículos son muy dinámicos, en algunas zonas se muestra un incremento en los ahorros, en especial los que se dirigen al centro histórico.

El modelo permite predecir que de manera concéntrica el centro histórico tendrá ahorros marginales, en cambio las principales áreas de emisión (norte de la ciudad) y receptora de contaminación (sur de la ciudad), tendrán ahorros netos que pueden reflejarse en las concentraciones del aire que flotan en la mancha urbana.

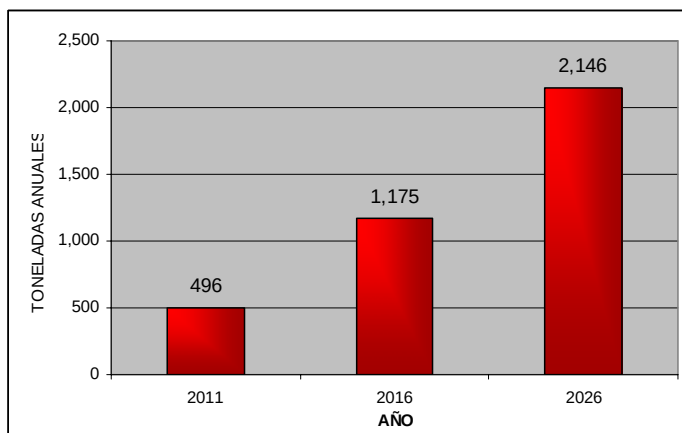
Tabla 5.9 Emisiones diarias de CO₂ en miles de gramos al día

Escenario	Año de Análisis			
	2006	2011	2016	2026
Escenario de pronóstico	2,820	4,365.44	5,238.53	6,864.56
Escenario de alternativas	2,820	3,870	4,064	4,718
Ahorros	0	496	1,175	2,146

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Mobil V.6

Esto representa ahorros anuales para cada periodo de análisis como los que se muestran en la siguiente figura.

Figura 5.1 Toneladas anuales de ahorro de CO₂



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Mobil V.6

Finalmente se presentan los ahorros en emisión de los demás contaminantes:

Tabla 5.10 Ahorros diarios de contaminantes en miles de gramos al día

Contaminante	Año de Análisis		
	2011	2016	2026
Dióxido de azufre	218	232	300
Dióxido de nitrógeno	218	214	38
Partículas sólidas	140	158	81

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Mobil V.6

6 PLAN SECTORIAL DE MOVILIDAD URBANA SUSTENTABLE

Como consecuencia de los resultados obtenidos en el diagnóstico y las previsiones realizadas en el pronóstico, fueron planteadas las alternativas que condujeran a la obtención de los objetivos fijados para el PSMUS; esto es, un aumento en la calidad de vida de los habitantes y una mejora en la competitividad de la ciudad.

En ese sentido, una vez evaluadas las alternativas, se desarrollaron las acciones sobre la alternativa escogida y que quedan contenidas en el Plan de Movilidad Urbana Sustentable.

Para tal fin, se trazaron objetivos en cada uno de los componentes que conforman el PSMUS y que se constituyen en:

6.1 PLAN DE VIALIDADES

El plan de vialidades, el cual comprende un conjunto de acciones a ser desarrolladas en materia de vialidad para los distintos horizontes de tiempo contemplados, en articulación con los objetivos del PSMUS.

De esta forma, se detalla la red estratégica, las secciones viales, pares viales, ampliación de vialidades y pasos a desnivel para las acciones inmediatas vinculadas a la implementación de la troncal Norte-Sur (2007-2008); para el corto plazo (2009-2011) Mediano plazo (2012-2016) y el largo plazo (2017-2026) dentro del capítulo 2 del informe de Definición del PSMUS. En el presente informe se presenta en resumen las obras necesarias de acuerdo con los periodos de tiempo así como sus costos.

6.1.1 Acciones inmediatas (2007-2008)

Tabla 6.1 Resumen de costos de acciones inmediatas en pares viales

Nombre del Par Vial	Long. (km)	Costo
19 de julio/ 27 de noviembre/ Centauro del norte/ Eusebio Baz/ art. 33 con Constitución Mexicana/ Ramón Domínguez/ Cd. Jiménez	8.6	13,014,600.00
Soldadores/ 21 de Mayo/ V. Guereca/ Enrique Muller/ Ramón Betances/ Egipto con Egipto/ 16 de septiembre/ Topógrafos	10	22,420,000.00
Río Aros/ 15 de enero con calle El saucito	4.6	510,600.00
Izcalco/ Himalaya/ Zaragoza/ Rosalio Hernández con calle Sicomoro/ Chichontepec/ Huancune	10.5	12,018,300.00
Av. De las Águilas/ Pino/ con calle Mercurio/ Fresno/ Av. De las Águilas	8.4	1,343,500.00
Av. Fernando de Borja/ Pascual Orozco con Av. División del norte/ San Felipe	6.3	947,475.00
Eugenio Ramírez Calderón/ Altamirano con Blas de los Río/ Riva Palacios con Deza y Ulloa/ José de la Luz	6	903,900.00
Mariano Samaniego - Antonio Ochoa con José J. Calvo	11.3	18,345,125.00
José Tamborel con Cayetano Justiniani	8.4	7,723,500.00
Nueva España con Calle Francisco Villa	5.1	1,163,175.00
Calle 3a con calle 11a	6.5	31,028,125.00
Av. Independencia/ Antonio de Montes/ Glandorff/ Antonio Carbonel con Av. Antonio de Montes/ San Felipe/ Juan Trasviña/ Melchor Ocampo	15.1	2,130,875.00
TOTAL SIN IVA	100.8	\$111,549,175.00

Fuente: Elaboración propia

6.1.2 Acciones a corto plazo (2009-2011)

Tabla 6.2 Resumen de costos de acciones a corto plazo

Ubicación	Descripción de acción	Cantidad	Costo
Puentes o pasos a desnivel	Mejoramiento físico y operativo	4	\$334,590,000
Intersecciones nuevas	Semáforos nuevos	50	\$11,000,000
Vialidades existentes	Implementación de señalamiento	40.0 km	\$2,500,000
Vialidades	Pares viales y Obra nueva	176.31 km	\$1,061,140,000
Gran total sin IVA			\$1,409,230,000.00

Fuente: Elaboración propia

6.1.3 Acciones a mediano plazo (2012-2016)

Tabla 6.3 Resumen de costos de acciones a mediano plazo

Ubicación	Descripción de acción	Costo
Vialidades	Vialidades nuevas	\$1,605,490,000
Distribuidores	Mejoramiento físico y operativo	\$475,000,000
Puentes	Mejoras físico y operativas	\$1,260,000,000
Gran total sin IVA		\$3,340,490,000.00

Fuente: Elaboración propia

6.1.4 Acciones a largo plazo (2017-2021)

Tabla 6.4 Resumen de costos de acciones a largo plazo

Ubicación	Descripción de acción	Costo
Vialidades	Vialidades nuevas	\$917,790,000
Distribuidores	Mejoramiento físico y operativo	\$760,000,000
Puentes	Mejoras físico y operativas	\$450,000,000
Vialidades	Señalización	\$25,000,000
Gran total sin IVA		\$2,152,790,000.00

Fuente: Elaboración propia

6.2 DISEÑO OPERACIONAL DEL TRÁNSITO

El diseño operacional de tránsito, comprende las acciones en materia de señalización horizontal y vertical, sincronización de semáforos, descripción de las fases, giros y tratamiento de intersecciones que garanticen una mejor operación vehicular.

En una primera parte se relacionan los proyectos y obras necesarias para la operación del corredor troncal de transporte público desde el Terminal Norte en Homero hasta el Terminal Sur en Fuentes Mares; y en una segunda parte se muestran las soluciones de tránsito planteadas para el resto de la infraestructura vial de la ciudad, desagregada en acciones inmediatas, corto, mediano y largo plazo.

6.2.1 Costos de las acciones sobre el corredor de transporte público

Tabla 6.5 Costos de inversión del proyecto

Concepto	Costo
Carril para el Transporte Público	\$56,340,000
Carpeta Asfáltica	\$28,659,000
Señalización horizontal y vertical	\$5,079,000
Semaforización	\$2,645,000
Fibra Óptica y Cámaras de video	\$4,679,000
Paraderos y estaciones	\$15,578,000
Imagen Urbana	\$10,986,000
TOTAL Sin IVA	\$123,966,000.00

Fuente: Elaboración propia

6.2.2 Costos de las acciones inmediatas

Tabla 6.6 Resumen de costos de acciones inmediatas

Ubicación	Descripción de acción	Cantidad	Costo
Intersecciones	Nuevas a semaforizar	36	\$7,680,000
Intersecciones	Ubicación de semáforos peatonales	24	\$2,100,000
Intersecciones	Cambio de controladores	61	\$4,880,000
Fibra óptica	Ampliación de la red actual	15.5 km	\$3,302,500
Intersecciones	Mejoramiento físico y operativo	58	\$39,000,000
Corredores	Mejoramiento de señalización	100.6 km	\$13,039,000
Gran total sin IVA			\$70,001,500.00

Fuente: Elaboración propia

Se propone la implantación del corredor por la Av. Tecnológico/Av. Colón y Av. Calos Pacheco en la dirección norte/sur complementando el corredor propuesto para la fase de corto plazo.

6.2.3 Programación de costos de las acciones a corto plazo

Tabla 6.7 Resumen de costos de acciones a corto plazo

Ubicación	Descripción de acción	Cantidad	Costo
Intersecciones	Nuevas a semaforizar	45	\$9,000,000
Intersecciones	Ubicación de semáforos peatonales	30	\$2,250,000
Intersecciones	Cambio de controladores	80	\$6,400,000
Fibra óptica	Ampliación de la red actual	25.0 km	\$8,750,000
Corredores	Mejoramiento de señalización	70.2 km	\$1,500,000
Gran total sin IVA			\$27,900,000.00

Fuente: Elaboración propia

6.2.4 Programa de acciones a mediano plazo (2012-2016)

Señalamiento horizontal y vertical

Para este escenario a mediano plazo (2012-2016) se propone un costo anual para el mantenimiento de la red vial, donde se contempla realizar el proyecto de señalamiento horizontal y vertical y posteriormente su implementación en campo. Para llevar a cabo la implementación de esta acción, se obtuvo un costo aproximado para el mantenimiento anual de 1.5 millones de pesos (**total de 7.5 millones**).

Sistemas de semáforos

Tabla 6.8. Costos para el sistema de semáforos

	Ubicación	Cantidad	Acción	Costo
1	Intersecciones	60	Instalación de Semáforos	\$18,000,000
2	Red del Sistema	25.0 km	Fibra óptica	\$9,000,000
3	Intersecciones	30	Instalación semáforos peatonales	\$3,000,000

Fuente: Elaboración propia

6.2.5 Programa de acciones a largo plazo (2017-2021)

Señalamiento horizontal y vertical

Para este escenario a largo plazo se propone un costo anual para el mantenimiento de la red vial, donde se contempla realizar el proyecto de señalamiento horizontal y

vertical y posteriormente su implementación en campo. Para llevar a cabo la implementación de esta acción, se obtuvo un costo aproximado para el mantenimiento anual de 2.5 millones de pesos (**total de 25 millones**).

Sistemas de semáforos

Tabla 6.9. Costos para el sistema de semáforos

	Ubicación	Cantidad	Acción	Costo
1	Intersecciones	100	Instalación de Semáforos	\$25,000,000
2	Red del Sistema	25.0 km	Fibra óptica	\$9,000,000
3	Intersecciones	50	Instalación semáforos peatonales	\$5,000,000

Fuente: Elaboración propia

6.3 SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE PAVIMENTOS

La estrategia de rehabilitación o reparación de pavimentos son planes donde se establecen normas mínimas del estado del pavimento, y tratan de establecer el tipo de tratamiento requerido y el marco de los tiempos de terminación del proyecto. Entre las estrategias de administración de rehabilitación está tener en cuenta asuntos como: el estado del pavimento, costos iniciales de mantenimiento y para el usuario, seguridad, restricciones físicas, ambientales y económicas, así como costos de ciclo de vida.

El tema general de administración del pavimento incluye el diseño, construcción, mantenimiento y rehabilitación, requiriendo de un análisis técnico en áreas de planeación y economía.

6.4 RED DE CICLORUTAS

La red de ciclorutas propuesta ha sido desarrollada bajo la filosofía que se articule en consonancia con la red de transporte público de la ciudad y que también en que constituya un medio de transporte alternativo, sobretodo para viajes de pequeña duración.

Esta Red de Ciclorutas se encuentra integrada también a las zonas verdes y peatonales y ha sido propuesta para los plazos inmediato (2007-2008); corto plazo (2009-2011), mediano plazo; (2012-2016) y largo plazo (2017-2026).

6.4.1 Escenario corto plazo

A continuación se enumeran los proyectos de los corredores del Corto plazo:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------|
| ✓ Tramo N. Gogol- Víctor Hugo | ✓ Tramo Gómez Morin |
| ✓ Tramo Venceremos | ✓ Tramo 20 de Noviembre |
| ✓ Tramo el Mimbres | ✓ Zona Sur |
| ✓ Tramo Córdoba | ✓ Tramo 58 |
| ✓ Tramo Jose Martí | ✓ Tramo 27 |
| ✓ Tramo Izalco- Acacias | ✓ Tramo Nueva España |
| ✓ Zona Centro | ✓ Tramo Palestina |
| ✓ Tramo Pimentel-Ortiz de Campos | ✓ Tramo Camino real |
| ✓ Tramo P. Orozco | |
| ✓ Tramo Palomar- Ocampo | |

6.4.2 Escenario mediano plazo

A continuación se mencionan los proyectos de los corredores del Mediano plazo:

- | | |
|----------------------------|-------------------------------------|
| ✓ Parque CH-P | ✓ Arroyo el Mimbres |
| ✓ Blvd. Juan Pablo II | ✓ Corredor C. Ciprés – Av. Americas |
| ✓ Hidroeléctrica Chicoacen | ✓ Blvd. Ortiz Mena |
| ✓ Av. Venceremos | ✓ Av. La Cantera |
| ✓ 23 de noviembre | ✓ Av. Hidalgo |
| ✓ Vicente Güereca | ✓ Blvd. Díaz Ordaz |
| ✓ Pascual Orozco Norte | |

6.4.3 Escenario largo plazo

A continuación se enumeran los proyectos de los corredores del largo plazo:

- | | |
|-------------------------|--|
| ✓ Los arcos | ✓ Av. Pacheco |
| ✓ Víctor Hugo | ✓ Corredor C. 24 ^a - C. Maria Luisa |
| ✓ Av. De las Industrias | ✓ Corredor 16 ^a - C. 3 ^a . |
| ✓ C. Carbonel | ✓ C. 80 ^a . |

- ✓ Av. Tamborel
- ✓ Av. Imperio
- ✓ Av. Guillermo Lujan
- ✓ Vialidad Sacramento
- ✓ Corredor C. Washington-C. Mirador- Av. Juventud- Av. Politécnico.
- ✓ Corredor C. 46ª.- Av. Melchor Guaspe
- ✓ Blvd. Fuentes Mares-Blvd. Juan Pablo II

6.5 ESTACIONAMIENTOS

Este componente tiene por objetivo definir la estrategia que en materia de estacionamientos debe implementarse para acompañar las políticas de movilidad sustentable en la ciudad de Chihuahua.

Incluye 5 programas de acciones a desarrollar en el corto, mediano y largo plazo; ubicados en 2 distritos de estacionamiento que comprenden áreas de la ciudad de Chihuahua (Felipe Ángeles y la zona Centro).

Los programas descritos en el capítulo 6 de la definición del PSMUS son:

1. Programa legal e institucional
2. Programa de estacionamiento en vía y apoyo al control de estacionamiento ilegal
3. Programa de regulación del estacionamiento público fuera de vía
4. Programa de regulación del estacionamiento privado fuera de vía
5. Programa de provisión de estacionamientos públicos en edificaciones

6.6 CARACTERÍSTICA FUNCIONAL DEL SITP

El Sistema Integrado de Transporte Público, se convierte en la piedra angular de una mejor asignación de recursos en la ciudad y tiene por objetivo principal, rescatar esta forma de movilidad, con atributos que le dan una mejor calidad de transporte a los usuarios, con lo cual se busca atraer usuarios del vehículo particular hacia este modo de transporte.

En él se describe la substitución del sistema actual de rutas de autobuses independientes por un sistema integrado tarifariamente.

Este sistema comprende 13 rutas troncales, 19 alimentadoras y 20 convencionales con integración tarifaria total y física operacional en las terminales; la división de la

ciudad en Cuencas Operacionales, la tipología de las rutas y sus respectivos recorridos; así como la estructura de rutas para horizontes futuros.

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

En la región central de la ciudad las rutas troncales se integran con las rutas convencionales en un esquema de integración punto a punto, posible debido a una integración tarifaria total.

6.7 INFRAESTRUCTURA PARA EL SITP

Esta propuesta describe las características de la infraestructura y equipo urbano necesarios para la operación del transporte público. En el se señalan las secciones correspondientes a la troncal, el layout de las estaciones y paraderos; así como la de los terminales de integración.

6.7.1 Carriles de circulación

Corto plazo: 12 km de carril izquierdo y 4 km de carril derecho por sentido de circulación. El trazo será por la Av. Tecnológico, Av. Vallarta, Av. Universidad, zona centro, Av. Fuentes Mares.

Mediano plazo: se propone la implantación del corredor por la Av. Tecnológico/Av. Colón y Av. Calos Pacheco en la dirección norte/sur complementando el corredor propuesto para la fase de corto plazo.

Largo plazo: se propone implantar una vía exclusiva para el SITP en el eje poniente de la ciudad paralela al ferrocarril CH-P y la Av. Silvestre Terrazas en el tramo entre el periférico R. Almada y la Av. Veinte de Noviembre.

6.7.2 Estaciones de integración – paraderos

La definición del número de estaciones en el corredor Tecnológico /Universidad/Centro/Fuentes Mares fue hecha según la metodología de cálculo de la distancia óptima entre paraderos recomendada por SEDESOL en su manual de operación de transporte público.

La distancia óptima fue determinada en función del mínimo costo obtenido en el sistema considerando el costo social de desplazamiento de los pasajeros fuera del autobús y el costo operativo del autobús en función de la cantidad de paradas. Con

esta metodología se obtuvieron para la troncal Norte – Sur un número de estaciones de integración:

Tramo Norte: 18 estaciones (carril izquierdo)

Tramo Sur 6 estaciones (carril izquierdo)

Para la zona centro se definieron 24 paraderos (12 por sentido de circulación), ubicados en carril derecho.

6.7.3 Terminales de integración

Las Terminales de Integración son edificaciones cuya implantación es fundamental para la precisa operación de un sistema integrado de transportes, sistema que busca maximizar la eficiencia de los diferentes subsistemas del transporte urbano, que normalmente operan con distintas opciones tecnológicas en sus vehículos: (autobuses convencionales, midibuses, autobuses largos, etc.).

Layout propuesto de las Terminales

Terminal Norte - Homero

La Terminal Homero tendrá un flujo de 3122 pasajeros en la hora pico, utilizando 7 rutas Alimentadoras que serán operadas con 25 autobuses convencionales y 25 microbuses, y 7 rutas Troncales con 53 autobuses convencionales y 45 autobuses tipo “Piso Bajo”.

Terminal sur – Juan Pablo II

La Terminal Pacheco tendrá un flujo de 2,269 pasajeros en la hora pico, utilizando 9 rutas Alimentadoras que serán operadas con 10 autobuses convencionales y 29 midibuses, y 6 rutas Troncales con 20 autobuses convencionales y 47 autobuses tipo “Piso Bajo”.

6.7.4 Patios y talleres

Los Patios para mantenimiento diario y pernocta de los vehículos serán responsabilidad de los futuros concesionarios de operación. La selección de espacios adecuados será parte integrante de la estrategia de los mismos, pero bajo condiciones mínimas:

- ✓ Área de patio total correspondiente a 55 m² /vehículo de la flota si son microbuses o de 90 m² / vehículo para autobuses;
- ✓ Área administrativa correspondiente a 5 m² por funcionario;

- ✓ Área de mantenimiento con 10 m² /vehículo de la flota si son microbuses o de 15 m² / vehículo para autobuses;
- ✓ Área mínima de 130 m² para lavar vehículos;
- ✓ Almacén de partes y repuestos;
- ✓ Almacén para combustibles y lubricantes;

6.8 MODELO OPERACIONAL DEL SITP

La planificación de la nueva red de transporte propuesta para la Ciudad de Chihuahua fue elaborada con el uso del modelo de planificación de transporte EMME/2, el cual permite estimar la demanda y las características operacionales del nuevo sistema. La simulación fue hecha con la matriz de viajes de la encuesta de Origen/Destino del año 2006 y posteriormente se simularon los horizontes futuros; corto plazo 2011, mediano plazo 2016 y largo plazo 2026 para los análisis económicos y financieros.

En la simulación se consideraron las rutas integradas físicamente en las terminales Homero al norte y Juan Pablo II al sur y a lo largo del corredor en las estaciones de embarque y desembarque. En todo el sistema se consideró la integración tarifaria total entre las rutas troncales, alimentadoras y convencionales.

Los resultados del presente componente detallan la operación propiamente dicha del sistema de transporte público de acuerdo con las rutas propuestas. Para cada una de ellas se detalla el diseño operacional consistente en la ruta, frecuencia, intervalos y dimensionamiento de la flota.

En resumen los parámetros operacionales son los siguientes en los periodos de tiempo definidos:

Tabla 6.10 Periodos de tiempo definidos

CONCEPTO	2006	2011	2016	2026
Flota AM (Buses)	139	171	183	218
Flota AM (Micros)	177	213	226	278
Flota AM (Low entry)	81	90	90	99
Flota	397	474	499	595
Flota equivalente (60 pax)	316	385	405	479
Ocupación máxima por vehículo	60	60	60	60
Km. diarios	87,559	109,410	116,655	135,416
Embarques diarios	499,994	639,874	658,214	773,988
Viajes diarios	3,925	4,743	4,957	5,498
PVD	1,259	1,350	1,319	1,301
IPK	5.71	5.85	5.64	5.72
Pax. X Km. (HPM)	294,167	363,945	390,370	452,640
Pax. X Hora (HPM)	15,476	18,757	19,422	23,159
Longitud promedio	21.7	22.4	22.8	23.6

Fuente: Elaboración propia

Para la flota operacional es preciso contar con unidades de reserva para sustituir a las unidades que eventualmente se encuentren en mantenimiento preventivo, correctivo o mayor o que simplemente se encuentren fuera de operación. Siendo de esta manera la flota total quedaría definida de acuerdo con la tabla siguiente:

Tabla 6.11 Tipos de Flota

Flota Operacional				
Tipo de Vehículo	2006	2011	2016	2026
Buses	139	171	183	218
Micros	177	213	226	278
Low Entry	81	90	90	99
Total	397	474	499	595

Flota Reserva				
Buses	12	14	15	18
Micros	15	18	19	23
Low Entry	7	8	8	8
Total	34	40	42	49

Flota Total				
Buses	151	185	198	236
Micros	192	231	245	301
Low Entry	88	98	98	107
Total	431	514	541	644

Fuente: Elaboración propia

Dentro del capítulo 9 correspondiente al modelo operacional, se detallan también:

- ✓ Plan operacional referencial
- ✓ Plan de contingencias
- ✓ Datos operacionales en los horizontes futuros

6.9 ESTRUCTURA TARIFARIA

Para el SITP de Chihuahua se definió establecer la integración tarifaria total, la cual consiste en la posibilidad del usuario realizar su viaje pagando una sola tarifa utilizando, si le conviene, más de una ruta, sin distinción tarifaria por componentes como distancia, horario, día de la semana o tipo de ruta (alimentadora, troncal o convencional).

A efectos de establecer una referencia para minimizar usos indebidos, se propone que el número de transferencias sean en un máximo de cuatro embarques en un periodo de hasta 90 minutos, dado que el tiempo promedio de viaje en transporte público en Chihuahua es de 60 minutos.

En lo que concierne a la estructura de descuentos, que hoy es de 50% para estudiantes y mayores, no se consideró conveniente retirar el beneficio ganado por el usuario. Aunque en realidad los demás usuarios son los que pagan por este descuento, este hecho constituye una práctica aceptada por la población y tiene un aspecto social importante y debe ser mantenida.

Para posibilitar la estructura tarifaria propuesta los concesionarios deberán operar en régimen de caja única

6.9.1 Nivel tarifario

El cálculo del nivel tarifario o tarifa técnica consiste en la relación entre los costos involucrados en la operación y gestión del sistema y del número de usuarios que pagan la tarifa. En el estudio se consideró como costos del sistema los rubros:

- ✓ Costo Operacional, donde se incluye los costos fijos y variables del sistema;
- ✓ Costos de capital de instalaciones, patios y talleres;
- ✓ Costos del sistema de fiscalización de la operación directa del sistema tronco-alimentado;
- ✓ Costos del sistema de recaudo, donde se incluye la implantación y la operación del sistema ;
- ✓ Costos del agente fiduciario ;

6.10 SISTEMA DE CONTROL

El Sistema ITS Autobús para el Sistema Integrado Transportes de Chihuahua - SITCHI –tiene como objetivo general, realizar el control de la operación y monitoreo del sistema de transporte colectivo por autobús, desde una central principal para la administración general de la operación del sistema.

El Centro de Control Operacional e Información – COI, deberá contar con una comunicación a equipos móviles instalados en los autobuses, en tiempo real, con tecnología inalámbrica (Wireless), recibiendo y transmitiendo datos e información sobre la operación de las rutas.

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

El resumen de costos estimados del COI referente a equipos y servicios se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 6.12 Costos para el sistema de control

Concepto	Costo en USD
Centro de control operacional	232,700
Terminales	96,700
Puntos de parada	133,000
Vehículos	946,300
Integración con el sistema de recaudo	15,000
Ingeniería, operación, entrenamiento y mantenimiento	105,000
TOTAL GENERAL	1,528,700

Fuente: Elaboración propia

6.11 SISTEMA AUTOMÁTICO DE RECAUDO

El SAR está referido al sistema de venta anticipada de pasajes de autobús, por medio de créditos almacenados en tarjetas electrónicas y debitados en equipos

específicos (validadores) instalados o no en los autobuses, con características de monederos, control de acceso, derecho de viaje, y otros créditos a ser definidos a lo largo del funcionamiento del SAR.

6.11.1 Funciones del Sistema

El Sistema Automático de Recaudo (SAR) deberá tener las siguientes funciones básicas:

- ✓ Emisión y validación de tarjetas y de créditos de viaje;
- ✓ Registro, distribución y reposición de tarjetas;
- ✓ Carga y venta de créditos de viaje en las tarjetas;
- ✓ Control del acceso a las áreas pagadas y cobro de tarifas a los usuarios de los servicios de transporte urbano en autobús de la ciudad de Chihuahua;
- ✓ Captura y almacenamiento de datos generados por el SAR;
- ✓ Procesamiento de transacciones, incluyendo la conmutación de datos, conciliación de los créditos;
- ✓ Permitir el acceso en-línea del Ente Gestor a la información referente a la operación del transporte, emisión, comercialización y compensación de los créditos electrónicos.

6.12 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE VEHÍCULOS

Este capítulo describe las características de la flota vehicular propuesta para la operación del sistema; es decir, los autobuses de piso bajo, los autobuses convencionales y los microbuses. Las características de cada tipo de vehículo se mencionan dentro del Informe de definición del PSMUS, capítulo 13..

6.13 INFORMACIÓN AL USUARIO

Este componente comprende el soporte informativo que el usuario va a disponer a fin de utilizar correctamente el sistema de transporte público propuesto. En él se detallan las características informativas correspondientes a las estaciones, paraderos y en los vehículos.

6.14 PLAN DE NEGOCIOS

Para efectos del desarrollo del estudio, definimos como plan de negocios al documento en el cual se detallan de forma ordenada y sistemática, los aspectos operacionales y financieros relacionados con la producción de un bien o servicio. El plan de negocios organiza la información acerca de los objetivos, acciones, estrategias, recursos y políticas que se desarrollarán en el futuro a fin de viabilizar la ejecución del proyecto PSMUS de Chihuahua.

6.14.1 Servicios a ser ofrecidos – acciones y estrategias

Considerando las condiciones actuales del sistema de transporte público caracterizadas por operar de forma independiente sin ningún tipo de integración y con sobre-posición de recorridos, donde se establece una competencia entre operadores, además de generar incrementos en el costo de operación y sin ofertar un mejor servicio, se establecieron los objetivos para el sistema de transporte propuesto:

- ✓ Mejorar la accesibilidad del usuario;
- ✓ Mejorar la calidad del servicio a los usuarios;
- ✓ Ampliar la participación del Transporte Público en la división modal;
- ✓ Propiciar rentabilidad financiera a los operadores;

Por esta razón, se estimó conveniente intervenir en el sistema como un todo y no solamente sobre parte del mismo. En ese sentido, la funcionalidad que se pretende dar a este servicio incluye:

- ✓ Integración Tarifaria Total
- ✓ Integración de los operadores actuales del transporte público
- ✓ Rutas funcionales que cubran física y temporalmente la ciudad
- ✓ No subsidio a la operación del sistema
- ✓ Sistema único de recaudo
- ✓ Centro de control operacional
- ✓ Tecnología vehicular
- ✓ Sistema de información al usuario

6.14.2 Plan de divulgación

El plan de divulgación objeto del plan de negocios, es el de obtener y complementar los recursos necesarios para la implementación del proyecto.

En ese sentido, este plan resulta de una sociedad público-privada que va en consonancia con la Misión y Visión del proyecto.

Para alcanzar tal sociedad, es conveniente identificar de qué forma se articularía entre los operadores y la parte pública (Gobierno Estatal y Municipal) el plan de divulgación.

Cabe notar que existen dos instancias de negociación una vez aprobado el PSMUS desarrollado por el Grupo Consultor; la primera corresponde a la propia divulgación del PSMUS a las Organizaciones donde se encuentran inscritos los Operadores. La segunda, corresponde a la instancia en que los Operadores, una vez concertado el PSMUS con las autoridades gubernamentales, presentan su plan de negocios a las entidades financieras

6.14.3 Esquema financiero

El objetivo del modelo financiero es calcular la rentabilidad del sistema propuesto una vez integrados todos los componentes que lo conforman, a través de un análisis de los flujos financieros generados y que tienen en la tarifa el punto de soporte que permita la autosuficiencia del mismo.

A través del análisis planteado se obtuvieron un conjunto de tarifas en contextos distintos (i.e. con o sin aportación pública; con o sin remuneración al capital) las cuales deberán proporcionar viabilidad al proyecto de transporte público propuesto al sufragar todos los gastos derivados de la operación diaria del mismo, así como cualquier costo financiero atribuible a las inversiones previas requeridas para dar inicio al proyecto.

La estructura tarifaria se define de acuerdo con los componentes considerados para el sistema de transporte público propuesto (patios y talleres, centro de control, centro de recaudo, terminales, flota vehicular, etc.). A cada componente del proyecto se le asignó una participación dentro de la tarifa final que garantizara su viabilidad financiera individual dentro del sistema.

La metodología seguida para el desarrollo del modelo financiero ha consistido en la búsqueda de la tasa interna de retorno a partir de los flujos financieros generados por los costos e ingresos de los componentes del sistema y que son pagados a través de la tarifa. Asimismo, se establecieron dos tasas de descuento (12 y 15%)

para los flujos, independientemente de la tasa interna de retorno calculada y el horizonte de la evaluación considerado fue de 20 años.

Para el cálculo de los ingresos se partió de 3 escenarios de demanda; el base (actual) un segundo de crecimiento moderado (3.7%) y un tercero de crecimiento optimista (5%).

6.15 PROPUESTA LEGAL E INSTITUCIONAL

La propuesta legal e institucional describe las acciones que se deben llevar a cabo para que se implemente el PSMUS. Caracteriza las acciones y las actividades; así como las tareas a ser ejecutadas y se presentan bajo los siguientes rubros:

1. Objetivos institucionales
2. Subsistemas de la movilidad urbana
3. Convenio de coordinación
4. Estructuras adicionales a las existentes, en apoyo al sistema tronco-alimentador de transporte público
5. Mejoras a las estructuras existentes
6. Primeras acciones institucionales de apoyo para la constitución de la troncal
7. Ente gestor
8. El sistema de recaudo
9. Programa de trabajo
10. Proyectos y estudios futuros

6.16 TÉRMINOS DE REFERENCIA

Constituyen los documentos que sirven de base para la realización de estudios a nivel de ingeniería de detalle y/o de especificaciones técnicas para la adquisición de equipos.

7 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

7.1 PLAN DE IMPLANTACIÓN DEL NUEVO MODELO OPERACIONAL

El Sistema Integrado de Transporte Público - SITP desarrollado en el PSMUS de la Ciudad de Chihuahua fue concebido para una implantación operacional total a corto plazo.

Este informe presenta una propuesta de implantación de los aspectos operacionales del SITP donde se sugiere que se comience por la región norte del municipio. El proceso consiste en la sustitución de las rutas actuales por las rutas del nuevo sistema.

Se propone que ocurra en cinco fases consecutivas de forma que permita al ente gestor implantar y ajustar una fase antes de seguir la posterior.

El contenido de cada una de las cinco fases se describe a continuación en forma resumida. Las rutas a implantar, alterar o eliminar por etapa en cada fase esta presentado en las Tablas específicas de cada fase contenidas en el informe central del Plan de Implementación.

Plan de implantación del nuevo modelo operacional

- ✓ Fase 1 de implantación – tramo norte – cuenca 1
- ✓ Fase 2 de implantación – rutas de la cuenca 5
 - o Implantar rutas alimentadoras y troncales cuenca 5
 - o Eliminar rutas remanentes del corredor universidad
- ✓ Fase 3 – implantación del corredor sur
- ✓ Fase 4 – implantación de rutas remanentes cuenca 2 y 3 debajo de la Terminal sur
- ✓ Fase 5 - implantación de rutas remanentes de la cuenca poniente

7.2 PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE GESTIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO

El cambio en la operación del sistema de transporte público con motivo de la propuesta elaborada por el Grupo Consultor, conlleva a un cambio en los patrones de gestión por parte de las empresas permisionarias.

Este cambio debe ser gradual, pero no por ello indefinido. En ese sentido, cabe al Ente Gestor del nuevo sistema, promover la reestructuración empresarial y la visión económica a las empresas permisionarias, como condición de una operación eficiente, la misma que redundará en la economía del sistema y por ende en la rentabilidad de la operación.

De esta forma, se ha dividido en dos grandes grupos, la propuesta inicial de un modelo de gestión básico para el nuevo sistema a ser implantado. Por un lado, el modelo de gestión operacional, que como su nombre lo dice, está referido a los aspectos directamente relacionados con la operación del sistema; y por el otro, el modelo de gestión de mantenimiento, que está vinculado a las tareas básicas de la producción del servicio en relación a sus costos de operación.

Tabla 7.1 Monitoreo de Gestión de Transporte Público. Gestión operacional

Rubro	Objetivo	Unidad	Método	Reporte y Responsable
Control de pasajeros transportados	Permite llevar el control de la operación de acuerdo con los objetivos de productividad del sistema	Pasajeros diarios transportados	Reporte del Centro de Recaudo	Diario
Control de la calidad del servicio	Permite verificar los aspectos de comodidad, puntualidad, seguridad, atención del servicio	Detallado en las tablas correspondientes		
Control de los costos de operación	Permite el control de la eficiencia en la asignación de recursos a la producción y a la fijación de los parámetros operacionales	Costos por kilómetro	Reporte de las empresas de la estadística de costos de operación de las empresas a la DT	Mensual
Control del índice de pasajero kilómetro (IPK)	Permite llevar el control de la operación de acuerdo con los objetivos de productividad del sistema	Pasajeros transportados / kilómetros útiles rodados	Reportes del Centro de Recaudo y del Centro de Control a la DT	Diario
Control del reporte de quejas y sugerencias de los usuarios	Permite efectuar el reajuste de los aspectos operativos en función a la observancia de los usuarios	Total de quejas clasificadas	1.- Reporte del buzón de sugerencias	DT
			2.- Reporte telefónico de las sugerencias	Mensual
Control de los accidentes	Permite la identificación de las fallas y la estrategia de solución de las mismas	Incluido en el control de calidad del servicio		
Control del Personal (ausentismo y rotatividad)	Permite la identificación de necesidades de reajuste en el personal o la implementación de medidas de prevención.	Reporte de ausencias y de rotatividad	Reporte de las empresas a la DT	Semanal
Control de fallas en operación	Permite la identificación de las fallas y la estrategia de solución de las mismas	Fallas por vehículo en la operación	Reporte del Centro de Control Operacional	DT

Tabla 7.2 Monitoreo de Gestión de Transporte Público: Gestión de mantenimiento

Rubro	Objetivo	Unidad	Método	Reporte y Responsable
Consumo de combustible y lubricantes	Permite ajustar los parámetros operacionales por ruta y verificar las velocidades promedio de la flota, así como el establecimiento de benchmark a la operación	Costo por kilómetro	Registro mensual elaborado por las empresas enviado a la DT	Mensual DT
Estado de conservación de los vehículos	Permite controlar las condiciones de calidad del servicio	Muestra de vehículos en mal estado de limpieza/ Muestra de vehículos revisados	Inspección de la DT	Semanal DT
Desempeño del personal de mantenimiento	Permite controlar el rendimiento de la mano de obra y el establecimiento de benchmark a la operación	Atención de fallas de autobuses por mecánico	Registro mensual elaborado por las empresas enviado a la DT	Mensual DT
Desempeño de las llantas	Permite ajustar los parámetros operacionales por ruta, así como el establecimiento de benchmark a la operación	Rendimiento por km de las llantas (diferencia entre el inicio del rodaje y el cambio de llanta)	Registro elaborado por las empresas enviado a la DT	Mensual DT
Fallas de vehículos en operación	Permite obtener un registro de fallas para la elaboración de planes de contingencia	Fallas por vehículo - ruta	Registro de fallas del CCO	Semanal CCO
Consumo de repuestos	Permite obtener un registro de control para los reajustes en los rendimientos y parámetros de operación.	Costo por km	Registro mensual elaborado por las empresas enviado a la DT	Mensual DT
Desempeño de equipos mecánicos	Permite obtener un registro de control para los reajustes en los rendimientos y parámetros de operación.	Costo Mensual	Registro mensual elaborado por las empresas enviado a la DT	Mensual DT

7.3 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN GESTIÓN DE TRÁNSITO

En este apartado se describen los principales programas y líneas de acción que se deben implementar para el correcto funcionamiento del PSMUS.

Programa al plazo inmediato	Líneas de Acción	Costo (MDP)
Intersecciones Críticas	• Adecuaciones Geométricas.	\$39.00
	• Señalización horizontal y vertical	
	• Semaforización	
Instalación de semáforos vehiculares	• Semaforización	\$7.68
Instalación de Semáforos peatonales	• Semaforización	\$2.10
Cambio de controladores	• Modernización de equipo	\$4.88
Fibra óptica	• Conexión con intersecciones	\$3.30
Coordinación Semaforica	• Sincronización de la red vial principal	\$5.00
Señalamiento Vertical y Horizontal	• Señalizar las principales vías	\$13.04
	• Orientar a los conductores	
Corredor de transporte público	• Señalización	\$123.97
	• Sistema de Semáforos y video	
	• Pavimentación	
	• Paradas	
	• Imagen Urbana	

Programa a corto plazo	Líneas de Acción	Costo (MDP)
Instalación de semáforos vehiculares	• Semaforización	\$9.00
Instalación de Semáforos peatonales	• Semaforización	\$2.25
Cambio de controladores	• Modernización de equipo	\$6.40
Fibra óptica	• Conexión con intersecciones	\$8.75
Señalamiento Vertical y Horizontal	• Señalizar las principales vías • Orientar a los conductores	\$1.50

Programa a mediano plazo	Líneas de Acción	Costo (MDP)
Señalamiento Vertical y Horizontal	• Señalizar las principales vías • Orientar a los conductores	\$7.50
Instalación de semáforos vehiculares	• Semaforización	\$30.00

Programa a largo plazo	Líneas de Acción	Costo (MDP)
Señalamiento Vertical y Horizontal	• Señalizar las principales vías • Orientar a los conductores	\$25.00
Instalación de semáforos vehiculares	• Semaforización	\$39.00

7.4 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN GESTIÓN DE VIALIDAD

Programa	Líneas de Acción	Plazo	Costo (MDP)
Implementación Pares Viales	• Prolongación de vialidades • Conectividad en los extremos • Aprovechamiento de la red vial	2007-2008	\$111.55
Vialidades nuevas	• Continuidad de vialidades • Red vial complementaria • Conectividad de la red vial	2009-2011	\$1,074.64
Flujos continuos en intersecciones	• Pasos a desnivel	2008-2009	\$334.59
Vialidades nuevas	• Continuidad de vialidades • Red vial complementaria • Conectividad de la red vial	2012-2016	\$1,605.49
Flujos continuos en intersecciones	• Pasos a desnivel y Puentes	2012-2016	\$1,735.00
Vialidades nuevas	• Continuidad de vialidades • Red vial complementaria • Conectividad de la red vial	2017-2066	\$917.79
Flujos continuos en intersecciones	• Pasos a desnivel y Puentes	2017-2066	\$1,210.00

7.5 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN SISTEMA NO MOTORIZADO

Programa	Km	Periodo	Plazo	Costo (MDD)	Reporte Responsable
Ciclopistas	31	2008	Inmediato	\$4.64	DOPS / DDUE
	44	2008-2011	Corto	\$6.67	
	64	2011-2016	Mediano	\$9.65	
	145	2016-2026	Largo	\$21.77	
Total kms	285		Total sin IVA	\$42.74	

Vialidad Peatonal	1	2008	Inmediato	\$0.29	DOPS / DDUE
	6	2008-2011	Corto	\$3.38	
	8	2011-2016	Mediano	\$7.98	
	14	2016-2026	Largo	\$14.40	
Total kms	29		Total sin IVA	\$26.05	

7.6 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN LEGAL E INSTITUCIONAL

Programa	Líneas de Acción	Plazo / Responsable
1. Acuerdo Estado – Municipio para la Implantación de la Troncal.	Nombramiento de Coordinadores por parte de Gobierno del Estado (GE) y Gobierno Municipal (GM) para establecer acuerdos y calendarios	2007 GE-GM
	Mesa de Trabajo para la definición de la estructura, integrantes y funciones del Ente Gestor	2007 GE-GM
2. Acuerdo con los transportistas para iniciar negociaciones orientadas al proceso de modernización del transporte	Convocatoria a transportistas a fin de dar a conocer en detalle el PSMUS, en especial la propuesta del Sistema Integrado de Transporte Público	2007 EG
3. Creación de las Empresas (SA. ó EI.) que agrupen a los transportistas actuales.	Convocatoria a los transportistas por parte del Ente Gestor	2007 EG
		2007
4.- Plan de Negocios Específico	Acuerdo de Empresas (EP) en formar parte del SITP	2007 E
5. Negociación con las nuevas empresas de transporte sobre su participación en el	Mesa de trabajo con Empresas para la asignación de rutas del SITP	2007 EG
		2007
6.- Implementación del Centro de Control	Definición de tipo de contrato del Centro de Control	EG
	Convocatoria para contratación del Centro de Control	
7.- Implementación del Centro de Recaudo	Definición de tipo de contrato del Centro de Recaudo	2007
	Convocatoria para contratación del Centro de Recaudo	EG
8. Creación del Órgano de Control, dependiente del Gobierno Estatal y con	Definición de estructura y funciones del Órgano de Control	2007 EG
9. Creación del Fideicomiso de Recaudo	Revisión de capacidades de financiamiento de los componentes del PSMUS por parte del Gobierno del Estado y Gobierno Municipal	2007
	Mesa de trabajo con entidades financieras	EG
10. Creación del "Distrito de Parqueo"		

7.7 PROPUESTA DE FINANCIAMIENTO DEL PSMUS

De acuerdo con las estimaciones realizadas por el Grupo Consultor, las inversiones necesarias para implantar la troncal totalizan 414.34 millones de pesos. La repartición de este conjunto de inversiones está en función directa con la competencia de funciones de cada entidad de Gobierno; así como a una repartición de inversiones en Terminales, Patios y Talleres. Su desglose se detalla en la siguiente tabla:

COSTOS DE INVERSIÓN DE LA TRONCAL	MILLONES DE PESOS	MUNICIPIO	ESTADO
1. CARRIL DE TRANSPORTE PUBLICO	56.34		56.34
2. CARPETA ASFALTICA	28.66		28.66
3. SEÑALIZACIÓN DE PROYECTO	5.08		5.08
4. SEMAFOROS	2.65		2.65
5. FIBRA OPTICA Y CAMARAS	10.68		10.68
6. PARADEROS	9.58	9.58	
7. IMAGEN URBANA	10.99	10.99	
8. PATIOS y TALLERES			
Patio Norte	105.54	105.54	
Patio Sur	42.46		42.46
9. TERMINALES			
Terminal Norte	74.41	74.41	
Terminal Sur	67.97		67.97
SUBTOTAL	414.34	200.51	213.83
I.V.A. 15.00%	62.15	30.08	32.07
TOTAL PRESUPUESTO	476.49	230.59	245.9
PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN	100%	48%	52%