

2010

**INDUSTRIAL MINERA MEXICO
GRUPO MEXICO**

**MULTISERVICIOS
INTEGRALES de AMERICA
S.A. de C.V.**

[TRANSPORTE MASIVO PARA SAN LUIS POTOSÍ]

Estudio de Pre Factibilidad



Contenido

1. ANTECEDENTES	6
2. OBJETIVO.....	7
3. MARCO METODOLOGICO.....	8
4. ACTIVIDADES REALIZADAS.....	9
4.1. Obtención de información documental e inspección general.	9
4.2. Información Obtenida de la inspección general.....	10
4.2.1. Información fotogramétrica.....	10
4.2.2. Información cartográfica.....	11
4.2.3. Oferta de transporte público.....	14
4.2.4. Aspectos de detalle que permitan cuantificar la operación de las zonas seleccionadas.....	18
4.3. Trabajos de campo	19
4.3.1. Inspección inicial	19
4.3.2. Encuestas.....	20
4.3.3. Flujos viales congestionamientos y demoras	27
4.4. Trabajos de gabinete	28
4.4.1. Mosaico.....	28
4.4.2. Modelación	28
4.4.3. Parámetros básicos del Modelo.....	28
4.4.4. Procesamiento de la Matriz de viajes	33
5. MODELACIÓN EN CONDICIONES ACTUALES.....	35
5.1. Tipos de asignación.....	35
5.1.1. Asignación sobre vialidades disponibles	36
5.1.2. Asignación sobre las líneas de transporte existentes	37
5.1.3. Asignación en condiciones de proyecto con base a horarios	39
5.2. Adecuación, calibración y descripción completa del modelo:	39
6. PRONOSTICO DE LA DEMANDA.....	40
6.1. Supuestos	40
6.2. Primer postulado: Crecimiento poblacional en la zona metropolitana	40
6.3. Segundo postulado: Desarrollo urbano de IMMSA.....	41
6.4. Tercer postulado: Otras demandas factibles	45
7. MODELACIÓN EN CONDICIONES DE PROYECTO.....	48
7.1. Alternativa A Transporte masivo desde IMMSA hasta la zona Industrial.....	48
7.1.1. Trazo.....	48
7.1.2. Características.....	48
7.2. Alternativa B Transporte masivo desde la Universidad hasta el Interpuerto	51
7.2.1. Trazo.....	51
7.2.2. Características.....	52



7.1. Alternativa C Transporte masivo sobre la Av. Hernán Cortez a la altura del Panteón municipal el Saucito hasta la Colonia Progreso en la Zona Industrial.....	54
7.1.1. Trazo.....	54
7.1.2. Características.....	55
7.2. Selección de la solución	57
8. MODELACIÓN BAJO POSTULADOS DE HORARIOS.....	58
8.1. Lo anterior se desarrolla bajo los siguientes postulados	58
8.2. Resultados de la simulación para la alternativa “C” inmediata (más corta)	58
8.3. Diseño de la operación para la alternativa “C” inmediata (más corta)	61
8.4. Resultados de la simulación para la alternativa “A” más favorable a largo plazo	68
8.4.1. Parámetros operativos	69
8.4.2. Comportamiento por estación por sentido es el siguiente:	77
8.4.3. Gráficas horarias para la operación.....	78
8.5. Impactos.....	80
8.5.1. Análisis de Impactos Socioeconómicos.....	80
8.5.2. Selección de solución(es)	80
8.5.3. Evaluación del proyecto	82
8.5.4. Inversiones	82
8.5.5. Bases para la evaluación y viabilidad técnica y económica.....	84
8.6. Reporte final.....	84
8.6.1. Conclusiones y recomendaciones	84



Índice de Figuras

Figura 1 Mosaico fotográfico de la zona urbana de San Luis Potosí.....	10
Figura 2 Cartografía municipal del Estado de San Luis Potosí.....	11
Figura 3 Traza Vial completa (azul) y vialidades más importantes (rojo)	12
Figura 4 AGEB'S.....	13
Figura 5 Colonias	14
Figura 6 Derroteros del Transporte público	15
Figura 7 Mayor densidad de servicios de transporte público	16
Figura 8 Densidad de rutas en diversos puntos de la Red	17
Figura 9 Ilustraciones de tres tipos de condiciones en la vialidad	19
Figura 10 Perfil Hipsográfico zonal y concentraciones de demanda y transporte.....	20
Figura 11 Peso relativo de las colonias habitacionales en encuesta O-D	22
Figura 12 Peso relativo de colonias asociadas a trabajo y estudio respectivamente	22
Figura 13 Peso relativo de colonias asociadas a Compras y Otros motivos.....	23
Figura 14 Número de encuestas por motivo de viaje (tipo de origen a tipo de destino)	23
Figura 15 Gasto de Transporte contra nivel de ingreso	23
Figura 16 Intensidad de viajes contra gasto	24
Figura 17 Pasajeros entrevistados por ruta y transbordos correspondientes.....	24
Figura 18 Número de cuadras caminadas en cada viaje	24
Figura 19 Las 1500 líneas de deseo más importantes.....	25
Figura 20 Los quinientos pares O-D más significativos	26
Figura 21 Los cincuenta pares O-D más significativos	27
Figura 22 Nodos existentes en el modelo (Intersecciones viales).....	29
Figura 23 Paradas de transporte público identificadas en la zona urbana	30
Figura 24 Conectores entre zonas O-D y paradas de la red de Transporte Público.....	31
Figura 25 Conectores entre zonas O-D y paradas de la red en la zona Centro Oriente....	32
Figura 26 Zonas de origen de viajes clasificadas por volumen.....	33
Figura 27 Zonas de destino de viajes clasificadas por volumen.....	34
Figura 28 Carga de pasaje por tramo vial posible en las vialidades de la ciudad.....	36
Figura 29 Detalle de carga de pasaje por tramo vial posible en el Centro (pas/día).....	37
Figura 30 Carga de pasaje por tramo vial usando los derroteros disponibles.....	38
Figura 31 Trazo A propuesto para el Tren y volúmenes por sección	48
Figura 32 Trazo B propuesto para el Tren.....	51
Figura 33 Alternativa B Volúmenes de pasajeros máximos diarios por sección	52
Figura 34 Trazo C propuesto para el Tren (corto plazo)	54
Figura 35 Alternativa C Volúmenes de pasajeros máximos diarios por sección	55
Figura 36 Ascensos descensos horarios Nor Poniente a Sur Oriente.....	59
Figura 37 Ascensos Descensos horarios de Sur Oriente a Nor Poniente	59



Indice de tablas

Tabla 1 Comportamiento actual de las rutas de transporte	39
Tabla 2 Pronóstico poblacional de la zona metropolitana de San Luis Potosí	40
Tabla 3 Pronóstico quinquenal de viajes diarios	41
Tabla 4 orígenes supuestos para el nuevo desarrollo.....	43
Tabla 5 Destino supuestos para el nuevo desarrollo	44
Tabla 6 Viajes generados por el Desarrollo IMMSA.....	44
Tabla 7 Posibles viajes de la zona industrial	45
Tabla 8 Viajes de las industrias a las colonias	46
Tabla 9 Viajes de las colonias a las industrias	47
Tabla 10 Integración de viajes para el tren.....	49
Tabla 11 Alternativa A Operación de rutas desde IMMSA hasta Av. Industrias.....	50
Tabla 12 Alternativa 2 Operación de rutas desde la Universidad hasta el Interpuerto	53
Tabla 13 Alternativa 3 Operación de rutas desde Prolog. Muñoz hasta Eje 114	56
Tabla 14 Operación diaria de Nor Poniente a Sur Oriente.....	58
Tabla 15 Operación diaria de Sur Oriente a Nor Poniente.....	59
Tabla 16 Operación horaria por estación en HMD Nor Poniente Sur Oriente.....	60
Tabla 17 Operación horaria por estación en HMD Sur Oriente Nor Poniente.....	60
Tabla 18 Solución operacional del Tren actual y futura	68
Tabla 19 Posibles cruces a desnivel.....	81



PROYECTO DE TRANSPORTE MASIVO EN SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P.

1. ANTECEDENTES

Una de las peticiones generalizadas que recibe el Municipio de San Luis Potosí ha sido el tren suburbano, sin embargo los ciudadanos en realidad desean un sistema de transporte masivo de calidad.

Como consecuencia de la expansión urbana de San Luis Potosí y por decisión propia de Grupo México, se ha planteado un proyecto de transporte masivo cuyo trayecto se definirá como resultado del presente estudio, considerando que deberá servir entre otras áreas a una reserva territorial en el Poniente de la Ciudad que, asociada al cambio del uso de suelo actual, industrial para procesos mineros de algunos terrenos, al uso habitacional, permitirá la construcción de nuevos desarrollos, comerciales habitacionales y de servicios.

Existen vías de Ferrocarril que atraviesan la ciudad, conectando con los patios ferroviarios cerca del centro de la ciudad y cuyo derecho de vía, desde el área minera hasta la estación Santiago es propiedad de Grupo México.

Este derecho de vía podría representar una oportunidad para desarrollar un sistema de transporte masivo que eventualmente se justificaría con los movimientos de la población actual y de los desarrollos urbanos futuros. Esto sin embargo no será condicionante para plantear el proyecto por el trayecto más conveniente (que genere el mejor servicio a los usuarios y el mejor negocio para el concesionario).

Por su parte el crecimiento urbano, apoyado cada vez más en un uso de automóvil particular, genera saturaciones y congestionamientos viales constantemente en varios puntos de la ciudad, sobre todo los accesos al centro de la ciudad, el periférico en el tramo del Sur la Av. Salvador Nava (antes diagonal Sur) así como en los accesos carreteros desde México, Matehuala, Cd. Valles Zacatecas y Guadalajara.

El transporte público, que se ha atendido en administraciones recientes, tiene una organización satisfactoria, cuenta con flotillas de autobuses de capacidad media alta (70 pasajeros) en buen estado y con derroteros que en su mayoría tienen como destino el centro de la ciudad, dan buena cobertura a la ciudad, a veces con alta duplicidad. Su organización está basada en empresas y la operación es tradicional (el usuario paga al chofer al ascenso). Los concesionarios operan con utilidades con un pasaje de \$ 5.80.

La introducción de sistemas de transporte masivo se ha planteado en varias ocasiones y tiene mucho sentido para un mejor servicio.



2. OBJETIVO

El objetivo de este estudio fue planteado como la realización de un estudio de movilidad urbana dirigido a la justificación de una línea de transporte masivo que comunique zonas urbanas de alta densidad, incluido el Sur y el Poniente de San Luis Potosí a partir de la detección de la demanda, su pronóstico y la modelación de la misma junto con la oferta planteada por diversas alternativas modales, así como la sensibilización a distintos supuestos, hasta llegar a la evaluación preliminar del proyecto recomendable.

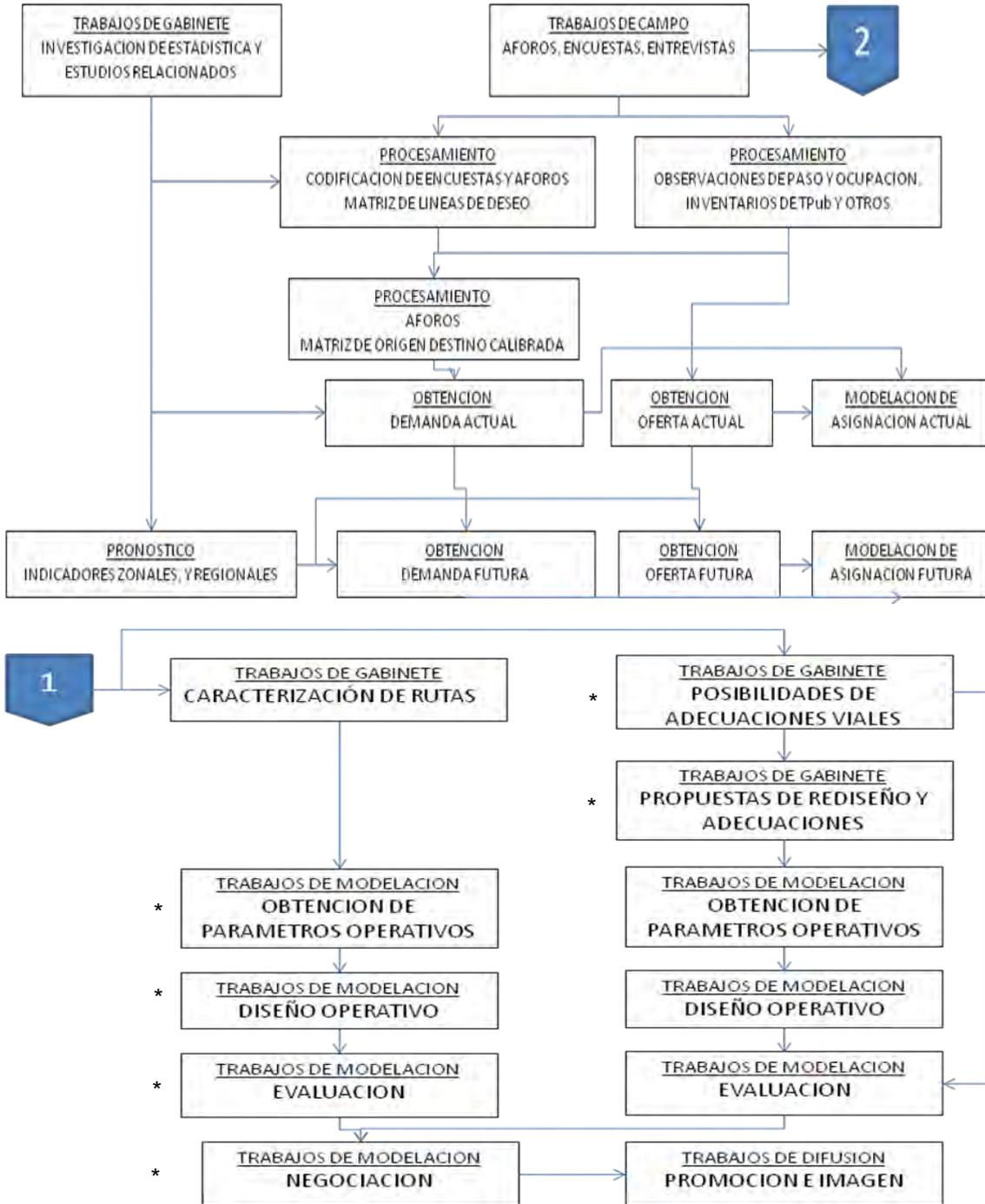
En especial se cubrirán los siguientes objetivos

- Identificación del (los) derrotero(s) más adecuado(s)
- Determinar la demanda esperada para el corredor
- Evaluar y determinar el sistema de transporte adecuado
- Evaluar el impacto socioeconómico
- Evaluar la viabilidad técnica y económica del proyecto

A pesar de que los alcances son de un estudio de prefactibilidad, el análisis de la demanda y la modelación del transporte público en su estado actual y con proyecto se han planteado con mayor profundidad, ya que las cifras que se generan serán utilizadas para múltiples decisiones posteriores, tales como afectaciones, tipo de tecnología, inversiones detalladas, interacción con otros sectores (Autoridades Estatales y Municipales, Industrias, Comercio, Servicios, Desarrolladores inmobiliarios, Apoyos financieros gubernamentales, Líneas de transporte, etc.) que exigirán un mayor detalle de la operación del sistema en cuestión.



3. MARCO METODOLOGICO



* Los temas señalados se abordan de manera somera según se explica más adelante



4. ACTIVIDADES REALIZADAS

4.1. Obtención de información documental e inspección general.

Como parte de las actividades iniciales se planteó la obtención de información documental existente, incluyendo estadísticas poblacionales, laborales, comerciales y educacionales, así como estudios de movilidad urbana, de vialidad y de transporte público existentes, tanto a nivel estatal como municipal.

Dadas las gestiones realizadas por el Lic. Horacio Sánchez Unzueta a nombre de Grupo México, el 31 de Mayo de 2010 se obtuvo la información necesaria a partir de la requisición correspondiente a INEGI, que consta entre otros productos de lo siguiente:

- Software IRIS SINCE Versión 4.1 con información poblacional en una Capa de AGEB's de la región bajo estudio. Cabe hacer notar que la información de AGEB's histórica no era georreferenciada y por lo mismo carecía de precisión en los límites de cada área, a partir de la petición realizada INEGI entregó la información con un estándar de precisión compatible con la cartografía y la traza vectorial, amén de tener una información más completa por su actualización, sin embargo la información estadística de los AGEB's fue incompleta (estadística a 2005 y traza geométrica con AGEB's a 2000) pero útil.
- Cartografía de la Región de la Ciudad de San Luis Potosí y área conurbada con la traza urbana georeferenciada y Traza vectorial con características topográficas y de servicios varios.
- Capa de las colonias de la región bajo estudio.
- Capa con la ubicación de centros escolares de distintos niveles académicos.

Lo anterior permite abreviar los trabajos para la carga de la información estadística y geográfica así como para el armado del modelo de transporte.

El estudio de movilidad urbana se solicitó al IMPLAN pero fuimos referidos a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Estado, misma que nos remitió un documento con planteamientos generales de transporte masivo para la zona urbana, así como los trazos de las rutas publicadas en Internet. Para fines de Junio sin embargo recibimos documentos completos de rutas, planes de movilidad y otros estudios afines que se han realizado en años recientes.

También como parte de los documentos analizados se consideró el Plan Maestro para el desarrollo del Corredor industrial de San Luis Potosí desarrollado por Kansas City Southern de México que plantea fortalecer la estructura ferroviaria de la Ciudad con una inversión estimada de 280 Millones de Dlls. y que considera el desarrollo de los llamados trenes comunitarios para San Luis Potosí en parte sobre la vía B concesionada a esa empresa.

Adicionalmente a lo anterior se obtuvo la información general del desarrollo urbano planteado por IMMSA para los terrenos de su propiedad al Poniente de la Ciudad.

4.2. Información obtenida de la inspección general.

4.2.1. Información fotogramétrica

A partir de información disponible en Internet se descargaron fotografías de Google para el armado de un mosaico fotográfico que fue escalado y georeferenciado para fines de incorporación en el modelo.



Figura 1 Mosaico fotográfico de la zona urbana de San Luis Potosí



4.2.2. Información cartográfica

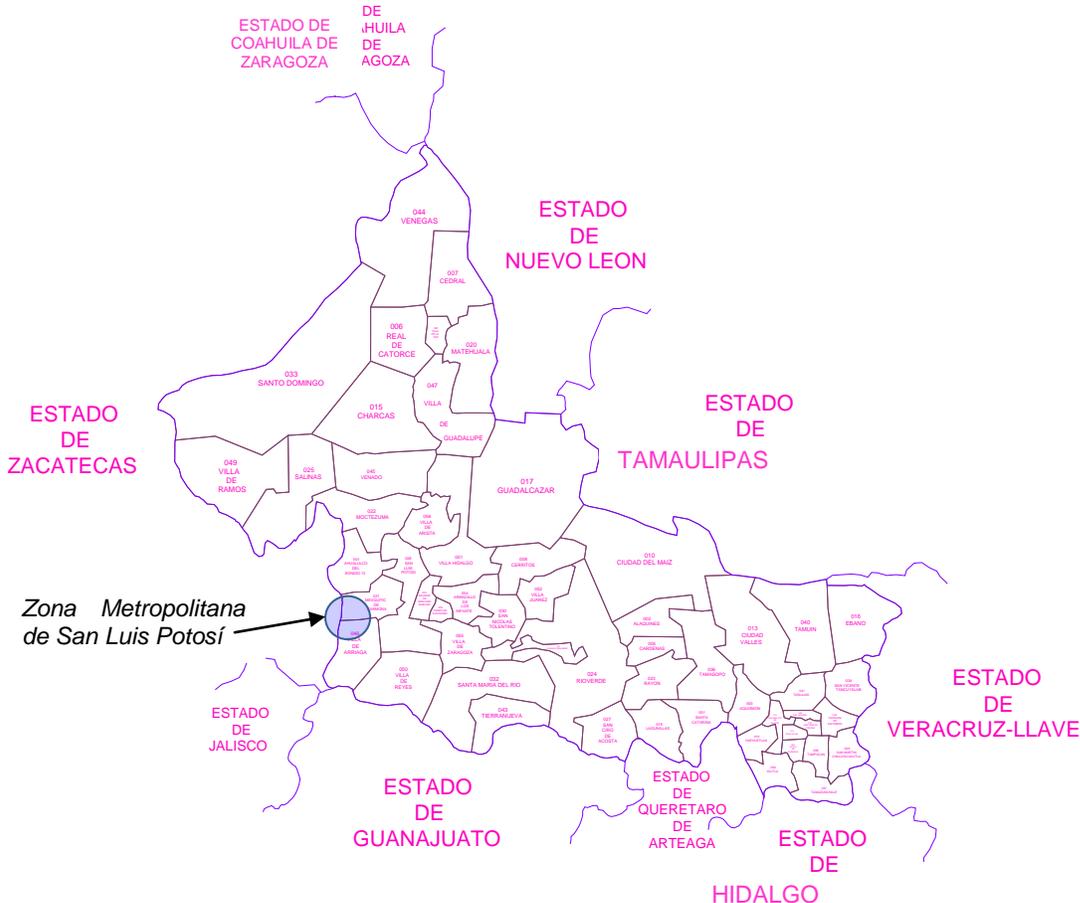


Figura 2 Cartografía municipal del Estado de San Luis Potosí

Por su parte la cartografía de la zona metropolitana de San Luis Potosí que abarca el municipio del mismo nombre y el de Soledad de Graciano Sánchez se trabajó a varios niveles, haciéndose congruente con un mosaico fotográfico de la zona y obteniéndose las representaciones correspondientes a:

- Traza Vial
- Areas Geoestadísticas Básicas (AGEB'S)
- Colonias

Esta información se cargó en el modelo de simulación por ser requerida para su operación y se muestran a continuación.



Figura 3 Traza Vial completa (azul) y vialidades más importantes (rojo)



Multiservicios Integrales
de América, S.A. de C.V.

Estudio de prefactibilidad del tren urbano para San Luis Potosí



Figura 4 AGEB'S

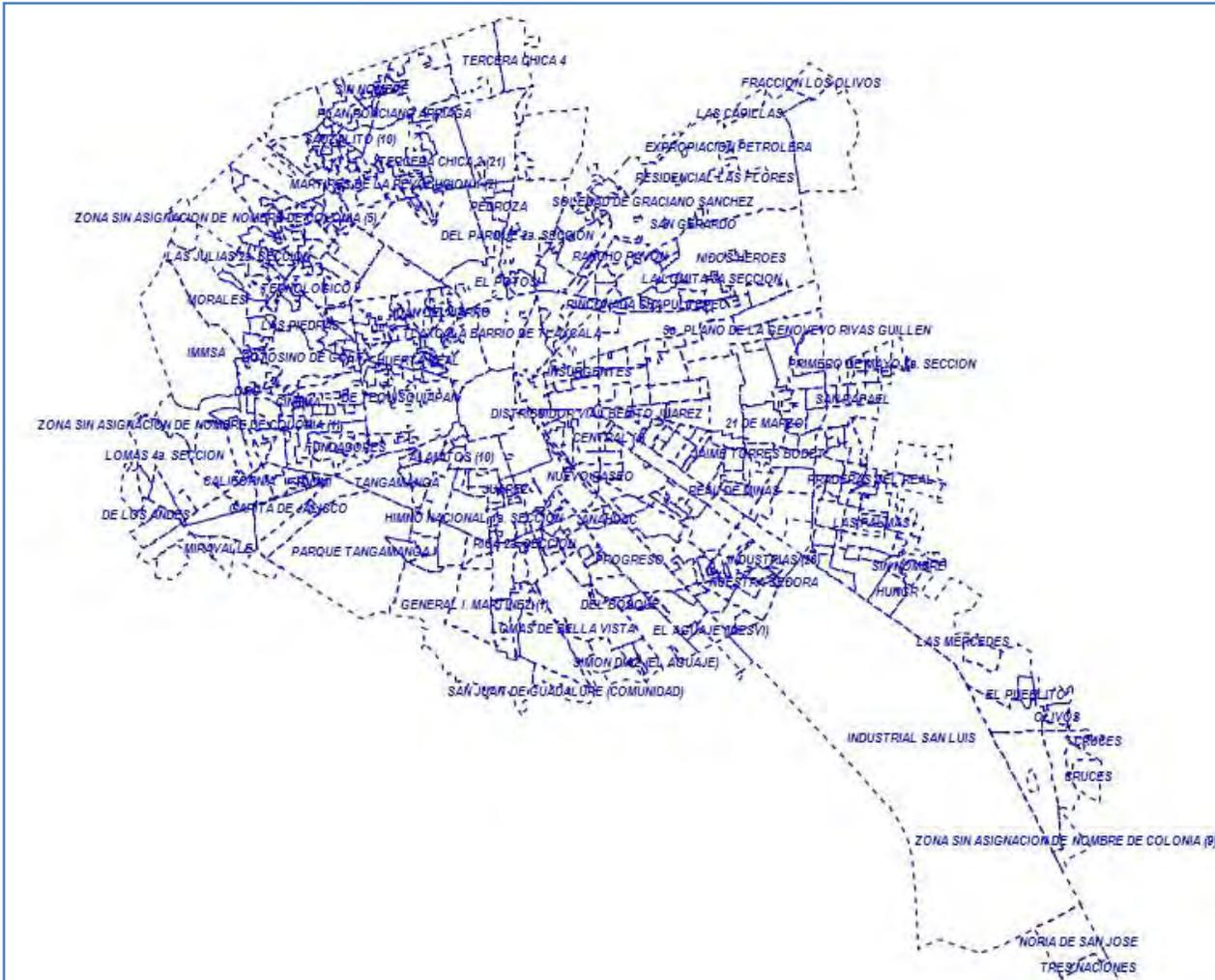


Figura 5 Colonias

4.2.3. Oferta de transporte público

Se identificaron las zonas de mayor requerimiento de transporte, (incluidas las zonas Sur y Poniente de la zona urbana) así como las rutas de transporte más representativas de los viajes en transporte público en la Ciudad.

Se hizo el Inventario del Transporte público en sus trayectos actuales, identificándose 36 rutas que en su mayoría coinciden con los inventarios oficiales publicados, sin embargo existen diferencias y rutas adicionales que dan una oferta distinta a la autorizada.

Los ramales de dichas rutas ascienden a 60 que cubren prácticamente la totalidad de la zona metropolitana y que se pueden apreciar en el siguiente gráfico.

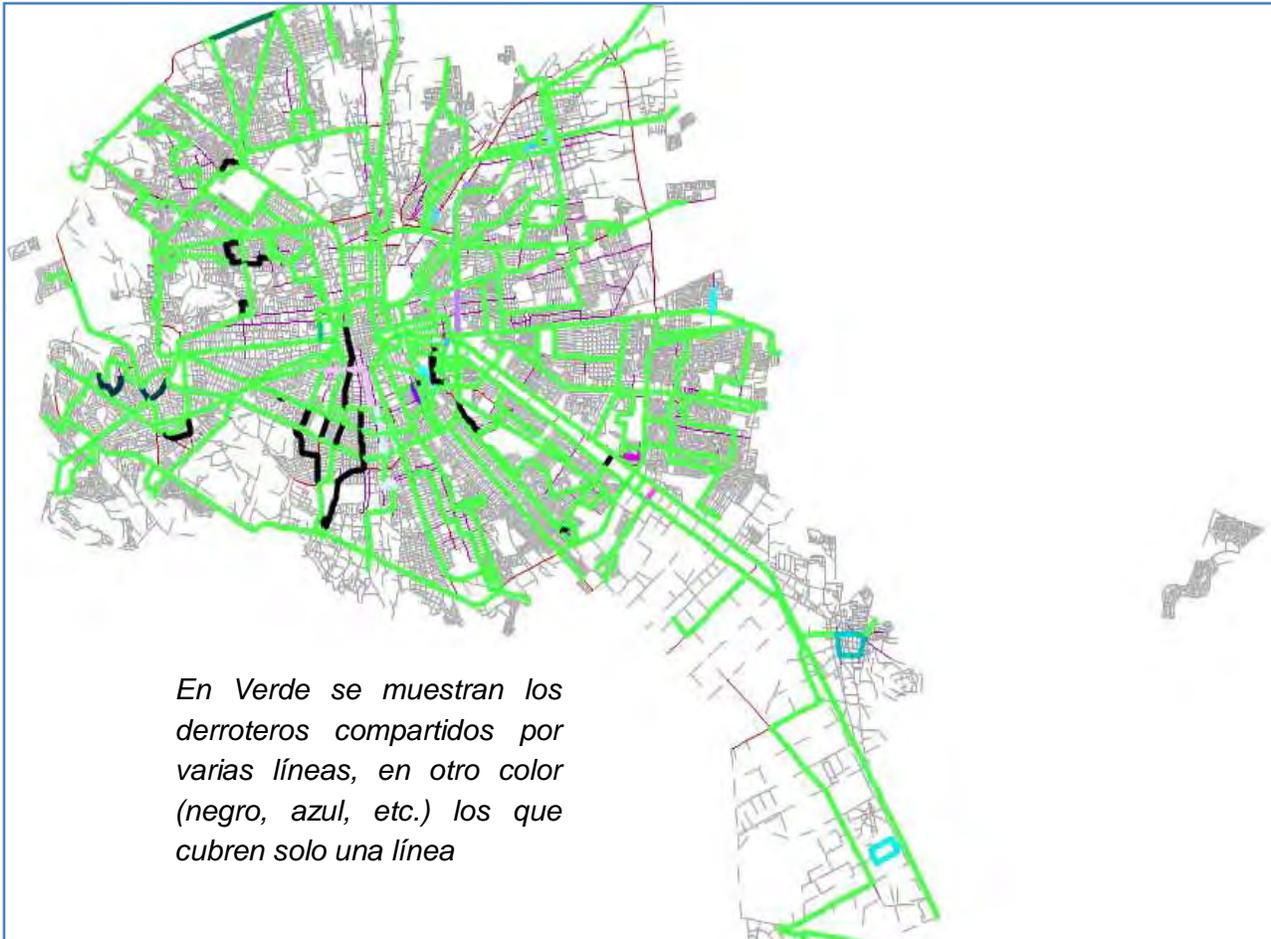


Figura 6 Derroteros del Transporte público

De las visitas realizadas, la información preliminar de las encuestas y la inspección inicial de la información existente se ha detectado la distribución inicial de la población y consecuentemente de la demanda. Destaca lo siguiente:

- La cobertura de las líneas de transporte es básicamente radial a partir del centro de la Ciudad, prácticamente todas las rutas terminan en el centro de la ciudad, aunque hay algunas perimetrales.
- De entre las zonas atractoras y generadoras de viajes destacan, el propio centro de la Ciudad, caracterizados alrededor de La Alameda y el Centro Histórico, la Central Camionera, la zona industrial (área muy extensa), las zonas educativas (universidades, tecnológico, etc.) y zonas a lo largo de corredores viales con actividades comerciales y mixtas.
- Las zonas más populosas se encuentran al Nor poniente de la zona urbana, especialmente en El Saucito, Muñóz, al centro Valle de Santiago, Industrial Mexicana, al Oriente por la Av. San Pedro en el Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, al Sur los desarrollos habitacionales de Infonavit e INESVI en las colonias Progreso y el Aguaje como se ilustra en la siguiente

figura.

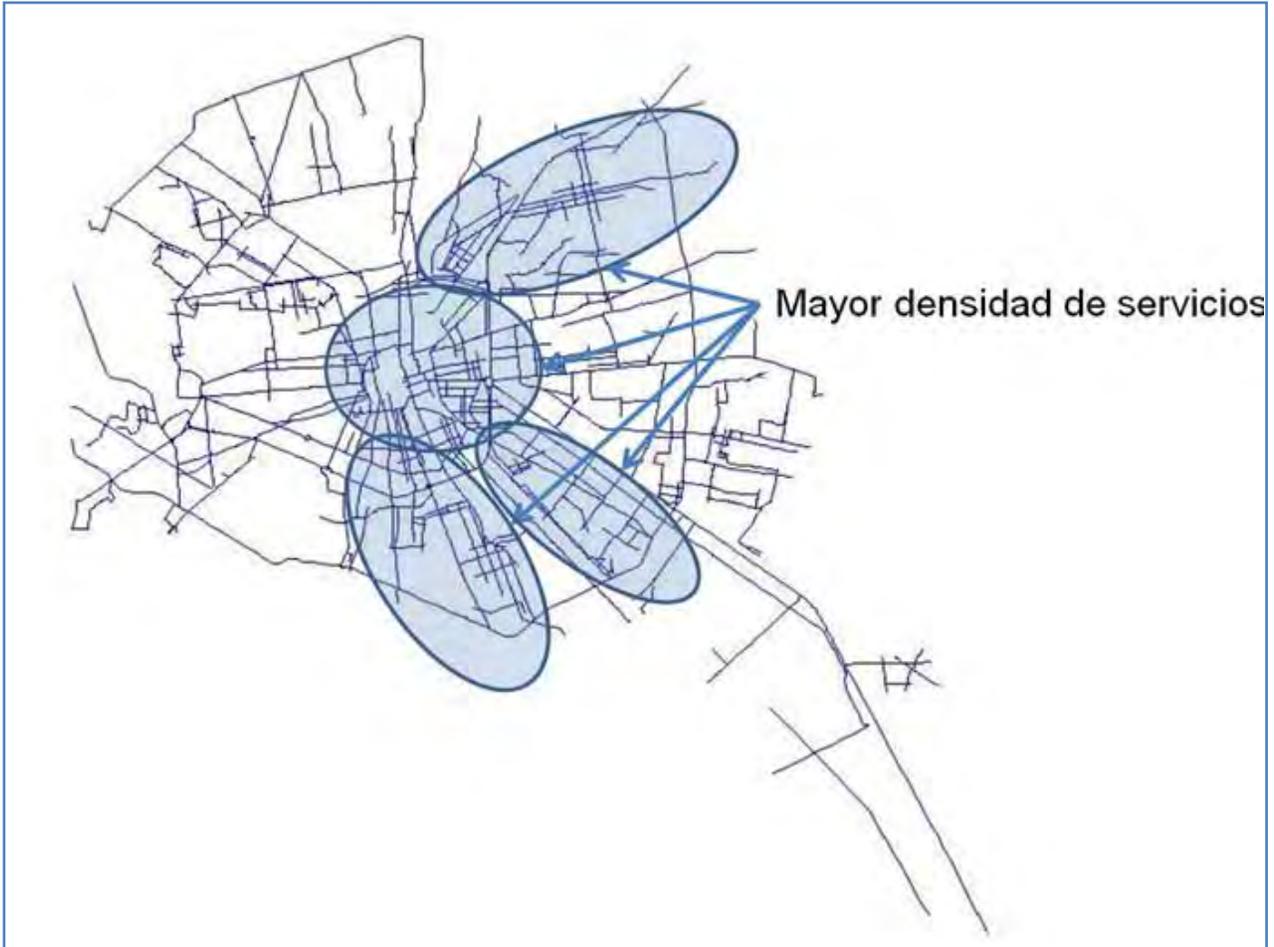


Figura 7 Mayor densidad de servicios de transporte público

- La traza vial más significativa se forma por un eje Norte Sur representado por la carretera México San Luis Potosí y de este a Matehuala. Un eje Oriente Poniente formado por el Boulevard Río Santiago y la prolongación por Av. San Pedro, así como la Av. Venustiano Carranza al Oriente y la Salida a Cd. Valles al Poniente. Adicionalmente el anillo periférico y la Av. Salvador Nava que tienen características perimetrales.

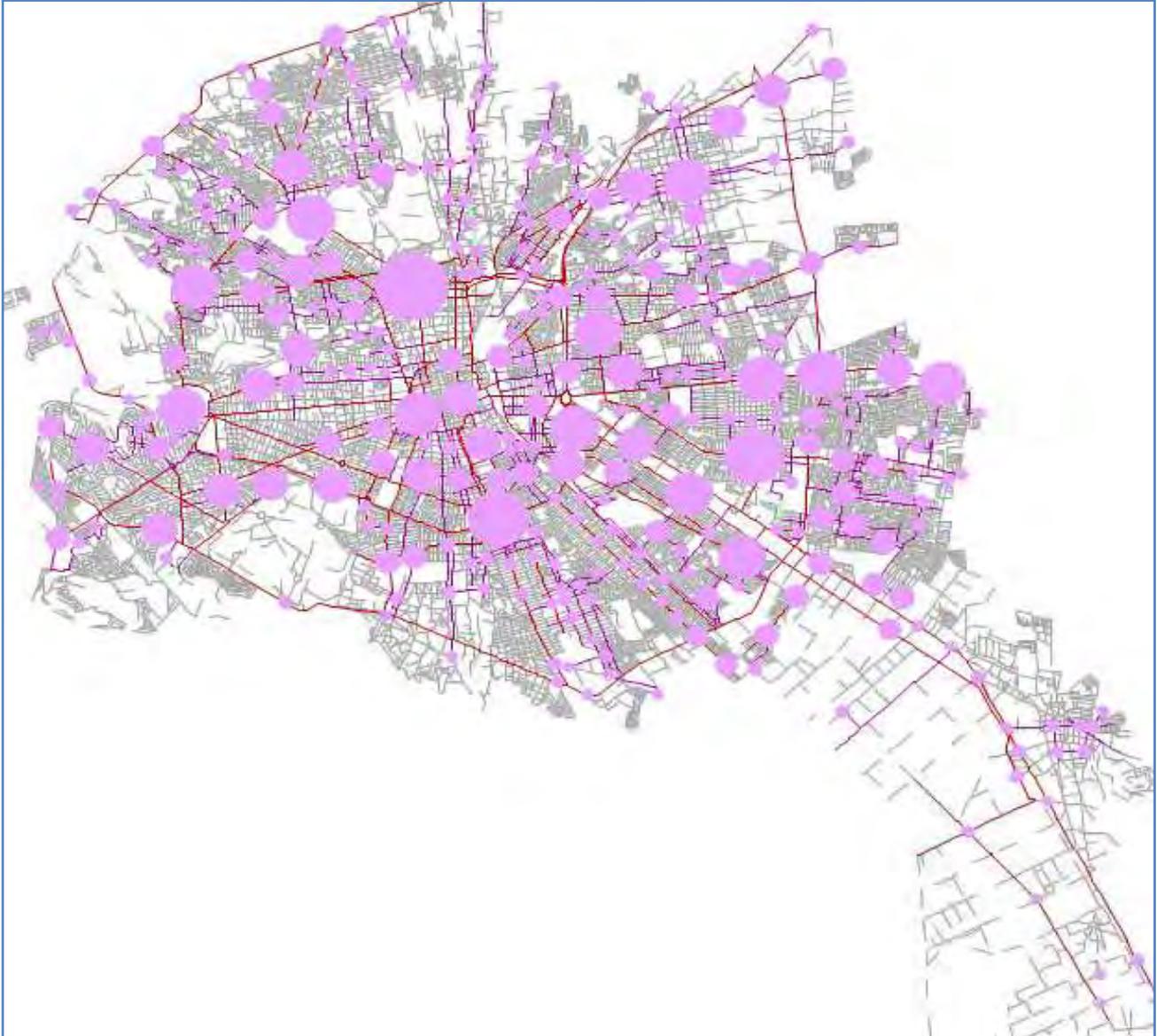


Figura 8 Densidad de rutas en diversos puntos de la Red

Las líneas representativas de la oferta de transporte público se enumeran en seguida, identificando las distancias recorridas y el número de derroteros asociados a cada una de ellas.



RUTA	TSYS	DISTANCIA m	DERROTOS
Ruta 01	Bus	45.149	6
Ruta 02	Bus	47.131	4
Ruta 03	Bus	61.639	6
Ruta 04	Bus	32.410	2
Ruta 05	Bus	44.425	4
Ruta 06	Bus	43.816	6
Ruta 07	Bus	20.837	2
Ruta 08	Bus	56.648	4
Ruta 09	Bus	58.607	6
Ruta 10	Bus	34.090	4
Ruta 11	Bus	30.067	4
Ruta 12	Bus	38.281	4
Ruta 13	Bus	48.645	6
Ruta 14	Bus	41.035	4
Ruta 15	Bus	52.913	4
Ruta 16	Bus	57.150	10
Ruta 17	Bus	33.918	2
Ruta 18	Bus	49.384	6
Ruta 19	Bus	49.929	4
Ruta 20	Bus	50.361	4
Ruta 21	Bus	41.664	4
Ruta 22	Bus	54.100	4
Ruta 23	Bus	41.663	4
Ruta 24	Bus	86.717	6
Ruta 25	Bus	37.729	4
Ruta 26	Bus	36.239	2
Ruta 27	Bus	48.926	4
Ruta 28	Bus	30.498	2
Ruta 29	Bus	24.264	2
Ruta 30	Bus	21.640	2
Ruta 31	Bus	14.173	2
Ruta 33	Bus	27.417	4
Ruta 34	Bus	37.623	4
Ruta 35	Bus	19.532	2
TOTAL		1,418.62	138

4.2.4. Aspectos de detalle que permitan cuantificar la operación de las zonas seleccionadas.

Vialidades

Levantamiento de la traza vial, semaforización y estado actual de la vialidad.

Se realizó una inspección general de las principales características de la vialidad y se cuenta con un reporte fotográfico de las mismas, en seguida se caracterizan algunas.



Avenida en condiciones excelentes - Zonas con encharcamientos requieren mantenimiento - Vialidad sección reducida c/adoquín

Figura 9 Ilustraciones de tres tipos de condiciones en la vialidad

La traza urbana en general, sobre todo en el centro de la ciudad, es de sección reducida, lo cual dificulta la ubicación de proyectos demandantes de sección vial como el que nos ocupa.

4.3. Trabajos de campo

Si bien estos cubren aspectos de oferta y demanda la primera se obtiene en gran medida de información documental e inspecciones visuales, por lo que los trabajos de campo se dirigen fundamentalmente a la obtención de la demanda a través de la aplicación de encuestas.

4.3.1. Inspección inicial

La inspección inicial realizada como parte de los trabajos de campo permite la ubicación de lo siguiente:

- Principales puntos de interés
- Núcleos de población
- Centros de servicio (Educativo, salud, comercial, industrial, etc.)
- Puntos de Aforo
- Puntos de encuesta
- Etc.

A partir de la inspección inicial de las encuestas es posible identificar algunos de los núcleos de población así como algunas de las zonas de mayor flujo

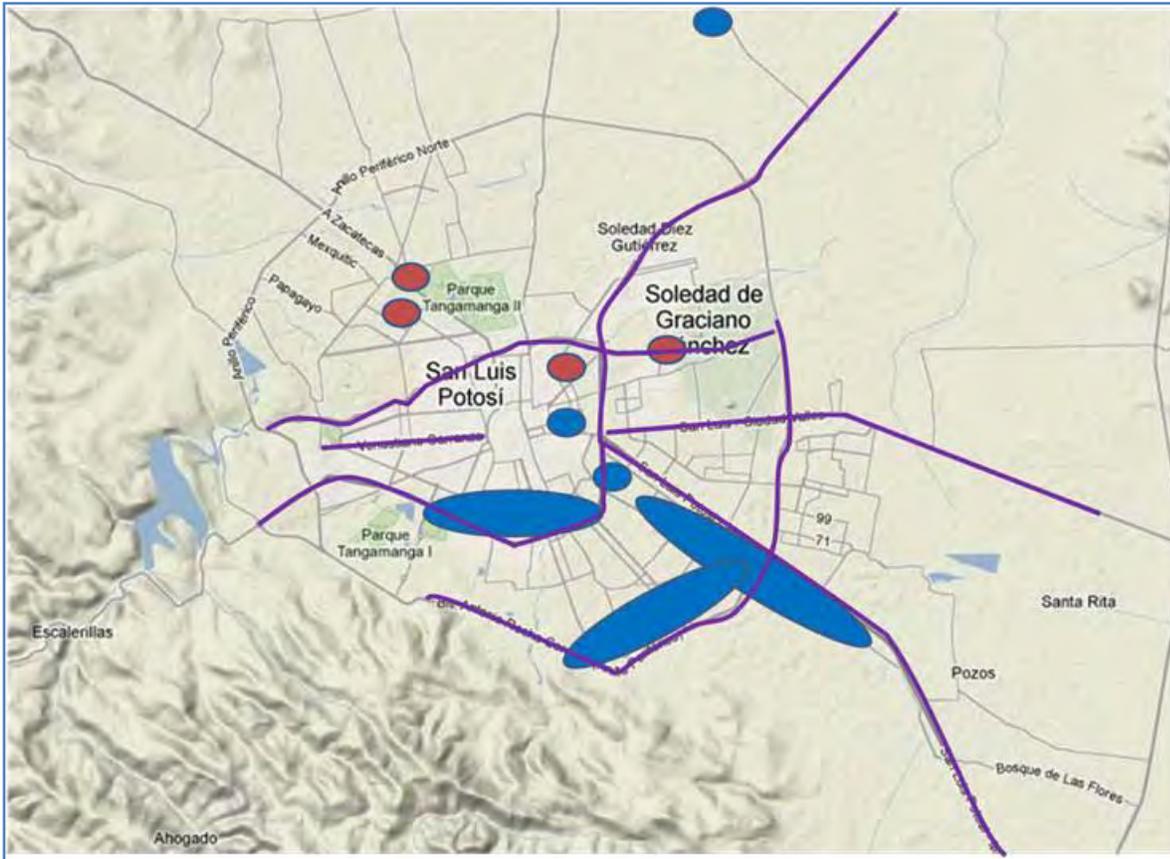


Figura 10 Perfil Hipsográfico zonal y concentraciones de demanda y transporte.

4.3.2. Encuestas

Levantamiento de Encuestas Origen Destino en las zonas seleccionadas

Se realizó una encuesta de Origen – Destino en la zona urbana de San Luis Potosí, se levantaron más de 4,500 encuestas que representan los deseos de viajes que actualmente tiene la población que utiliza transporte público.

Hay que hacer notar que esta encuesta se aplicó durante los días 13 al 28 de Mayo de 2010 que es un período de operación representativo de viajes en la Ciudad (no período vacacional) y fue complementado con observaciones adicionales a fines de la primera quincena de Junio. Se aplicó por un grupo de 15 encuestadores, supervisores y coordinador de campo, para dicha encuesta uniformamos al personal de campo y los identificamos con gafetes de nuestra empresa. No tuvimos objeciones por parte de las autoridades que en su caso nos permitieron proseguir con el trabajo.

La contestación de las encuestas se permite con cierta libertad, aunque se preguntan colonias, los pasajeros con frecuencia no saben a cual colonia van, sino que dan alguna ubicación más familiar a ellos, tales como la intersección de dos calles, la referencia a un punto notable (centro comercial, escuela, etc.) lo cual provoca el requisito de llevar a cabo una traducción a las colonias



previamente normalizadas para el modelo.

Se anexa el formato de levantamiento.

GRUPO MEXICO		ESTUDIO DE RUTAS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS		ENCUESTA O-D EN TRANSPORTE PÚBLICO	
PUNTO DE OBSERVACION: _____					HOJA: _____
SENTIDO: _____		HORA DE INICIO: _____		HORA DE TERMINO: _____	
DE QUE LUGAR VIENE? 1.- CASA 2.- TRABAJO 3.- ESCUELA 4.- COMPRAS 5.- OTRO					<input type="checkbox"/>
EN QUE COLONIA Y/O MUNICIPIO QUEDA ? _____					<input type="checkbox"/>
A DONDE VA? 1.- CASA 2.- TRABAJO 3.- ESCUELA 4.- COMPRAS 5.- OTRO					<input type="checkbox"/>
A QUE COLONIA Y/O MUNICIPIO VA ? _____					<input type="checkbox"/>
OCUPACION ¿ EMPLEO ? _____		CUANTOS VIAJES HACE AL DIA _____		CUANTO GASTA AL DIA EN TRANSPORTE ? _____	
ESTADO CIVIL? 1.- SOLTERO(A) 2.- CASADO(A) 3.- OTRO CUAL? _____					TIENE HIJOS? <input type="checkbox"/>
NIVEL DE ESTUDIOS? _____		1.- PRIMARIA TRUNCA 3.- SECUNDARIA TRUNCA 5.- MEDIO SUPERIOR		2.- PRIMARIA TERMINA 4.- SECUNDARIA TERMINA 6.- SUPERIOR? _____	
CUANTAS CUADRAS CAMINA HASTA LA PARADA DONDE SUBE AL TRANSPORTE? _____			CUENTA CON VEHICULO EN SU CASA		1.- SI 2.- NO <input type="checkbox"/>
NIVEL SOCIOECONOMICO? (SALARIOS MINIMOS)		1.- 1 ó MENOS	2.- DOS A TRES	3.- TRES A CINCO	4.- MAS DE CINCO <input type="checkbox"/>
SEXO 1.- MASCULINO 2.- FEMENINO <input type="checkbox"/>		RUTA Y RAMAL DONDE SE VA A SUBIR: _____			
		RUTA Y RAMAL DONDE SE VA A BAJAR: _____			

También es pertinente mencionar que surgieron intereses individuales que sacaron una encuesta apócrifa acentuando la desaparición de líneas de transporte a favor del transporte masivo (Tren del Grupo México) que hasta donde sabemos tuvo un impacto mínimo, pero es relevante su mención.

Características de la población

Las características de la población se pueden apreciar al clasificar los perfiles obtenidos en la encuesta, mientras que la configuración de la demanda de viajes se obtiene a partir de las líneas de deseo manifestadas en los orígenes y destinos obtenidos de la encuesta.

En los siguientes gráficos se presentan las características de la población y sus viajes:

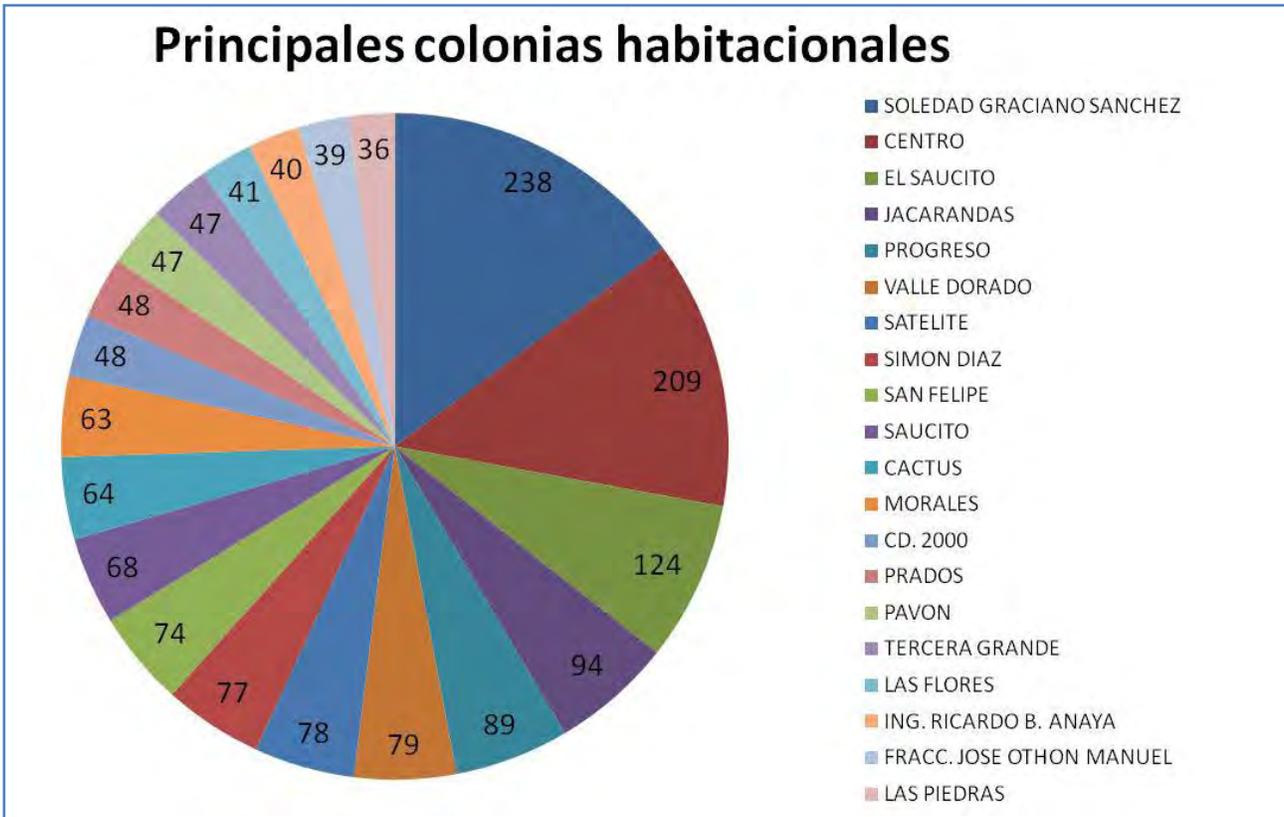


Figura 11 Peso relativo de las colonias habitacionales en encuesta O-D



Figura 12 Peso relativo de colonias asociadas a trabajo y estudio respectivamente



Figura 13 Peso relativo de colonias asociadas a Compras y Otros motivos

- 1 Casa
- 2 Trabajo
- 3 Escuela
- 4 Compras
- 5 Otros



Figura 14 Número de encuestas por motivo de viaje (tipo de origen a tipo de destino)

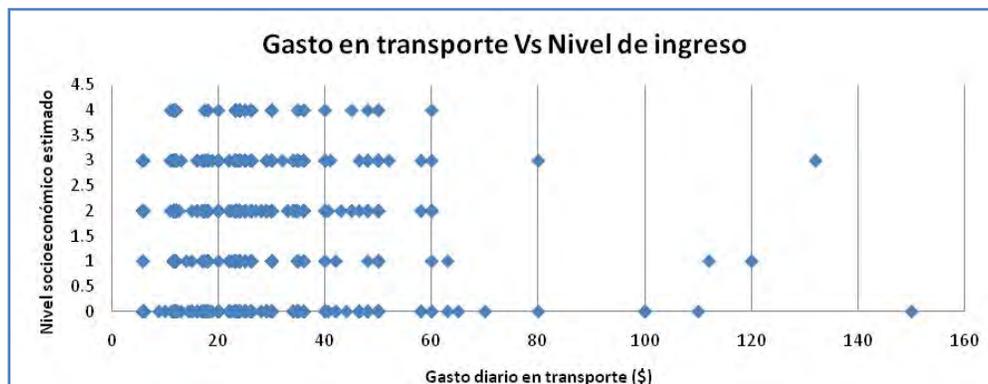


Figura 15 Gasto de Transporte contra nivel de ingreso



Figura 16 Intensidad de viajes contra gasto

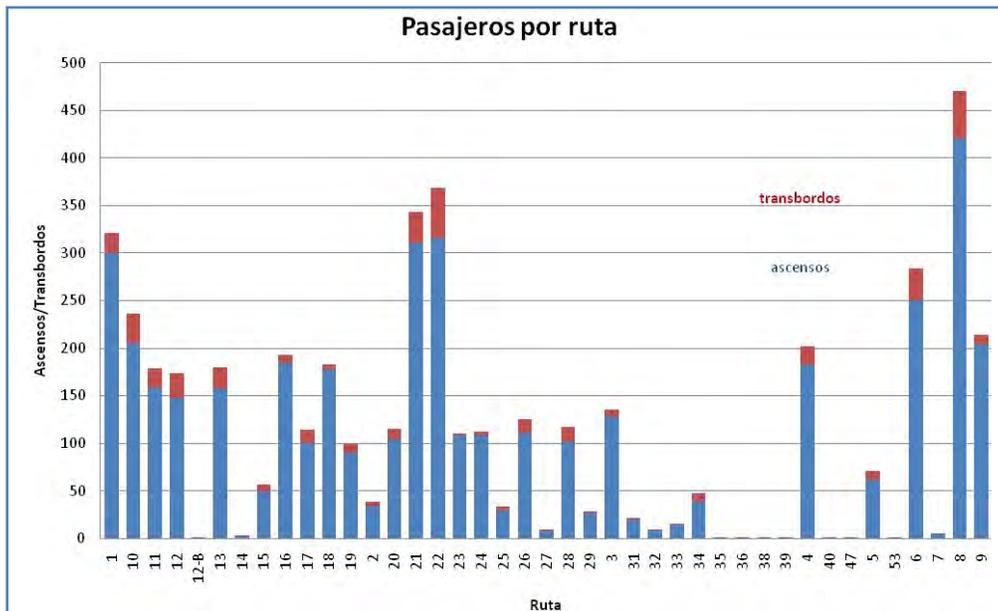


Figura 17 Pasajeros entrevistados por ruta y transbordos correspondientes



Figura 18 Número de cuadras caminadas en cada viaje



Líneas de deseo

Al sumar las encuestas por Orígenes y Destinos se pueden generar las líneas de deseo de los usuarios que posteriormente se procesan para transformarlas en viajes.

El proceso de ajuste o normalización se logra aplicando a los datos de la encuesta la información obtenida en campo de los flujos del transporte público observados, tanto en volúmenes como en frecuencias en distintos puntos de la red y asociados a las diferentes rutas. Este proceso permite llegar a la Matriz de viajes entre zonas.

Aunque las líneas de deseo obtenidas ascienden a más de 4,500 su representación gráfica no es de utilidad por la gran cantidad de información que se empasta, por lo que se opta por mostrar 3 grupos, las 1500 más importantes, las 250 más importantes y las 50 más importantes. Las principales líneas de deseo se presentan en los siguientes gráficos:

En las 1500 líneas de deseo más importantes resaltan 8 puntos de la periferia de la zona urbana que generan o reciben viajes, estos se señalan en elipses sombreadas en la figura; en diferentes tonalidades se aprecian los pares de diferentes volúmenes de viajes

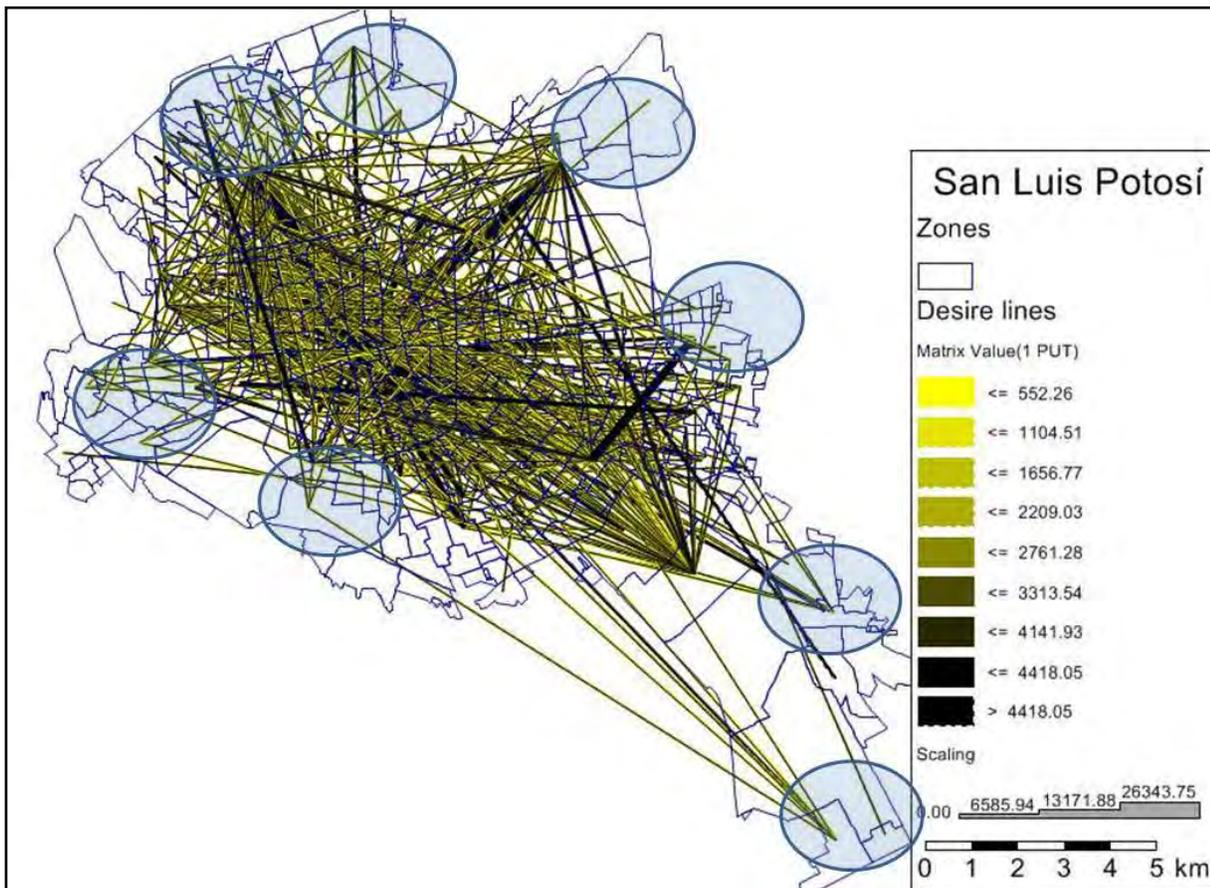


Figura 19 Las 1500 líneas de deseo más importantes

El volumen total de viajes de la matriz O-D obtenido para la zona metropolitana es de 965,896.013



este volumen no considera transbordos por lo que la cifra de los viajes atendidos puede ser mayor.

La clasificación con solamente 500 líneas principales es más representativa del perfil radial de viajes de la ciudad, aunque se manifiestan pares que no pasan por el centro (por ejemplo entre Soledad de Graciano Sánchez y el Sur) la mayoría de viajes tienen su origen o destino en las colonias del centro.

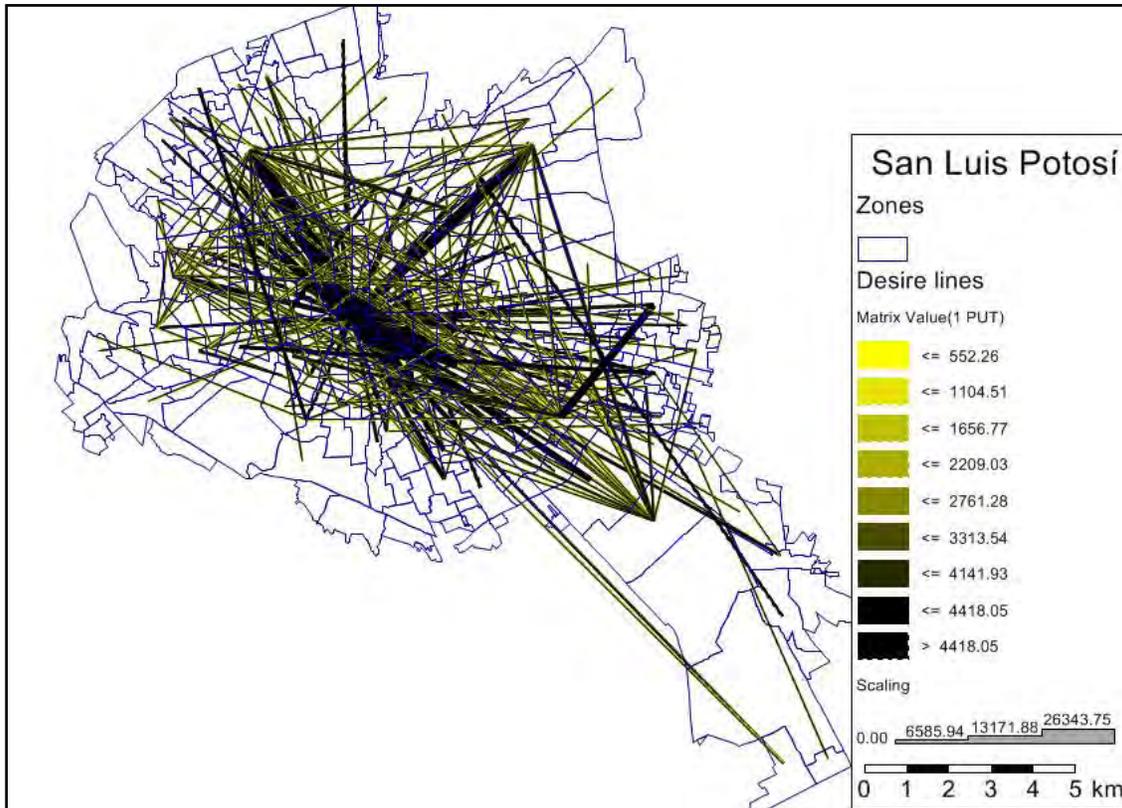


Figura 20 Los quinientos pares O-D más significativos

Simplificando aún más las líneas O-D a las 50 de mayor importancia resaltan los puntos de O-D más significativos, tales como la zona de Muñoz, la parte Norte de Soledad, la salida a Río Verde, algunos viajes de la zona Industrial, la Zona Sur de San Luis (por la Feria) etc.

Es conveniente hacer notar que en estas encuestas solo aparece el mercado actual del transporte público, por lo que no se registran segmentos potenciales de viaje tales como transporte dedicado de las industrias o viajes en taxi o auto particular que podrían aportar viajes a un sistema de transporte masivo como el que nos ocupa.

Se enfatiza el Origen / Destino en el centro de la Ciudad

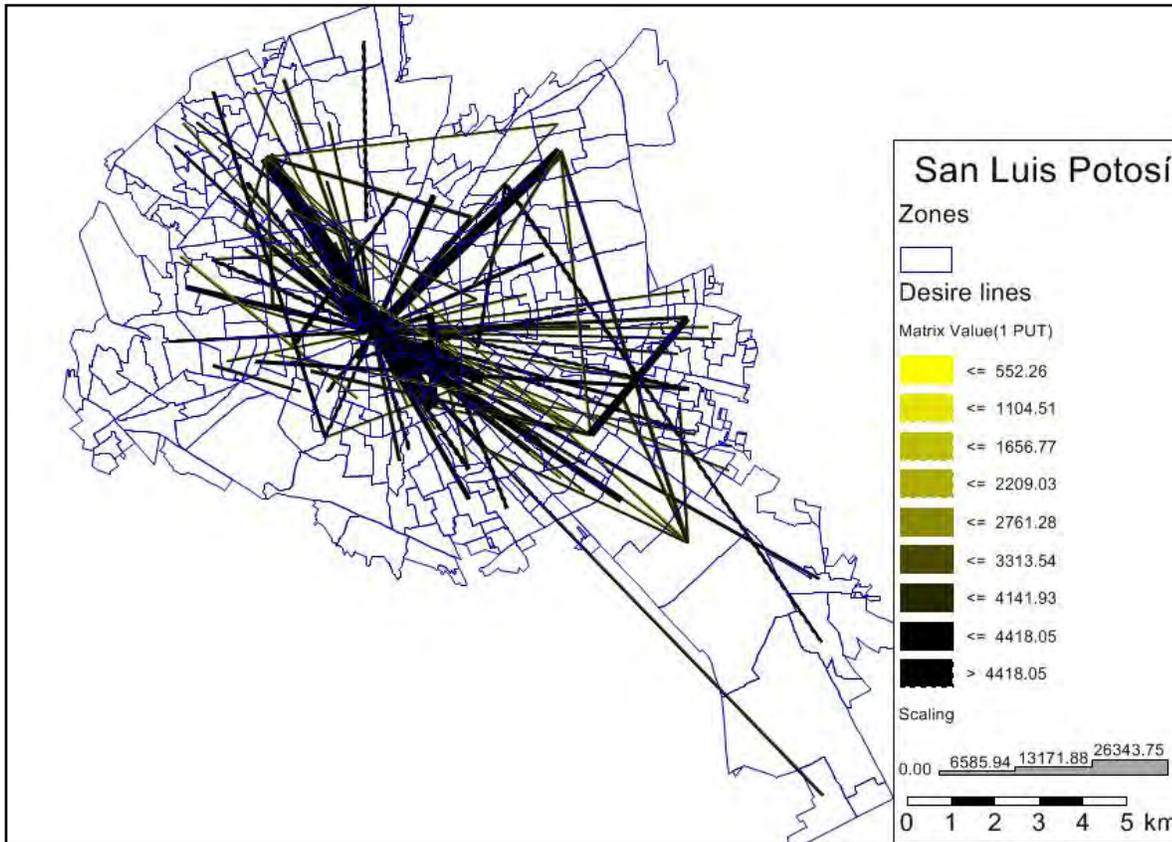


Figura 21 Los cincuenta pares O-D más significativos

La Matriz Origen destino, formada por 348 zonas de Origen y/o destino representa 121,104 posibles pares de viajes, de ellos solamente resultaron activados 1,762 pares.

4.3.3. Flujos viales congestionamientos y demoras

Se realizó una inspección de los flujos viales y principales zonas de congestionamiento siendo identificables los flujos en periférico y los congestionamientos en los accesos a la zona centro.

Dado que el alcance de este trabajo se dirige al transporte público y la selección del tipo de transporte por parte de los habitantes en la ciudad es muy estable, se ha considerado que la transferencia de transporte privado a público no será significativa, al menos en las primeras etapas del proyecto, por lo que no se detallaron mediciones de flujos viales de transporte privado de pasajeros y carga.

Los efectos de congestionamiento por el tránsito urbano se estiman en la velocidad comercial de las rutas de transporte observadas en campo y se incorporan en el modelo.

Se describe la caracterización principal del comportamiento vial en la zona urbana.



4.4. Trabajos de gabinete

4.4.1. Mosaico

Como soporte inicial a los trabajos de modelación, se generó un mosaico de la Ciudad de San Luis Potosí que fue escalado y georeferenciado.

Este mosaico, que se presenta en la Figura 1, es utilizado en la modelación y coincide con el mosaico proporcionado por INEGI, sin embargo permite un detalle mucho mayor que será útil en el desarrollo de los modelos.

Este mosaico cubre desde la Zona del Aeropuerto en el Norte de la Ciudad hasta la terminación de la zona Industrial en el Sur (municipio de Pozos) y desde la zona de la planta de Industrial Minera México al Poniente hasta la salida de la carretera a Río Verde en el Oriente.

4.4.2. Modelación

Una vez identificada la Oferta y la Demanda se inició la etapa de Modelación en que se construyó el modelo en la plataforma VISUM, mediante las siguientes actividades:

- Construcción del modelo, alcances, opciones, postulados básicos
- Carga de la información obtenida

4.4.3. Parámetros básicos del Modelo

Se definieron los siguientes parámetros básicos:

- Matriz de demanda Diaria con todos los motivos de viaje. Un análisis más detallado (para diseño del transporte masivo) requerirá la matriz por horas durante el día y por motivo de viaje.
- Selección de modos de transporte públicos: Caminata, Autobús convencional y Sistema de Alta capacidad en carril confinado (BRT o Tren ligero).
- Vialidades primarias y secundarias: según se asienta en la cartografía correspondiente (Figura 3).
- Los nodos aparecen solo en intersecciones viales
- No se consideraron elementos de detalle que al nivel de este estudio son demasiado detallados, tales como: semaforización, restricciones en vueltas, temporada vacacional o días festivos, tarifas diferenciales entre transportes, etc.
- Velocidad comercial de los transportes: Se consideró en 25 km/hr para autobuses y 50 km/hr para el transporte masivo.
- Los conectores entre los centroides representativos de las zonas de orígenes y destinos hacia las paradas del transporte público representan los trayectos de los usuarios en caminata. Se establecieron restricciones para que de una zona O-D pudieran acceder a las 3 paradas de transporte público más cercanas.
- Las paradas según se identificaron en capo se asociaron a nodos (intersecciones viales)

Algunos de estos elementos se muestran en las siguientes gráficas:



Figura 22 Nodos existentes en el modelo (Intersecciones viales)

El número total de nodos que se incorporaron al modelo fue de 27,725

Estos corresponden a 79,670 tramos viales (cuadras) con 5,952.101 km de desarrollo



Figura 23 Paradas de transporte público identificadas en la zona urbana

Se ubicaron 610 paradas de transporte público en la red, algunas de ellas suficientemente próximas para operar como andenes de una misma área de parada, pero que se operan por una línea diferente o en puntos cercanos.



Figura 24 Conectores entre zonas O-D y paradas de la red de Transporte Público

Se tomó el criterio de conectar cada zona O-D con las 3 paradas de transporte público más próximas, considerando una línea recta entre el centroide de la zona y el punto de parada. Con este criterio se generaron 2031 conectores para las 348 zonas definidas; de ellos solo 231 conectores rebasan los 700 m de caminata.



Figura 25 Conectores entre zonas O-D y paradas de la red en la zona Centro Oriente

Aunque el modelo permite parametrizar las distancias entre los puntos de origen y las paradas del transporte público, la modelación básica consideró la posibilidad de acceder hasta a 3 paradas a partir de un domicilio, de ellas se selecciona cual parada se usará dependiendo del trayecto deseado y de las rutas disponibles en las distintas paradas de la red. Lo anterior resulta en una distribución probabilística de uso de las distintas líneas para cada deseo de viaje.



4.4.4. Procesamiento de la Matriz de viajes

Al procesar la Matriz de encuestas obtenida afectándola de las observaciones de frecuencia de paso del transporte público y ocupación vehicular, es posible transformar las encuestas a viajes, obteniendo la matriz expandida que reporta los volúmenes de viajes en transporte público de y a las distintas zonas de la ciudad.

ORÍGENES DE VIAJES

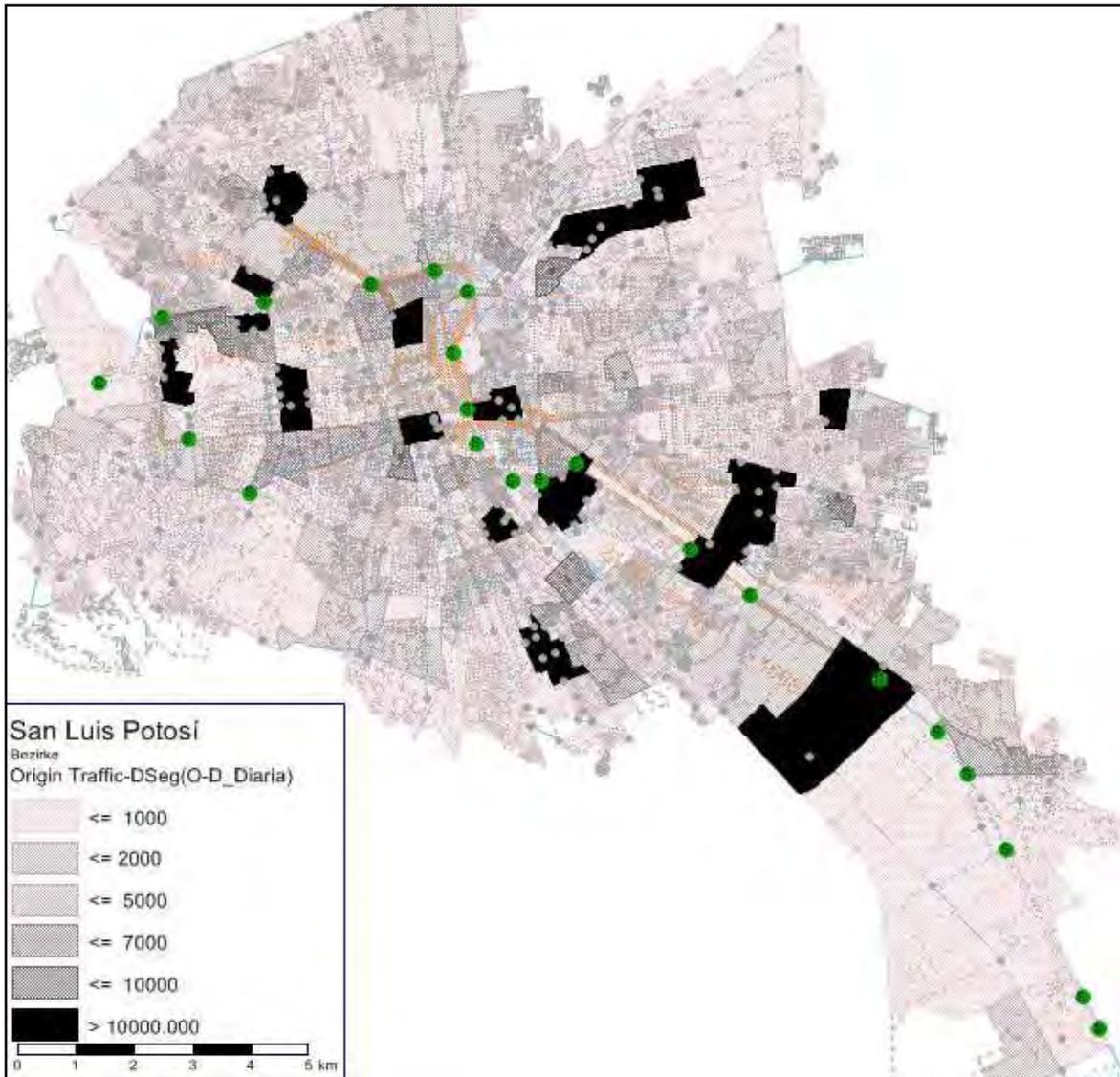


Figura 26 Zonas de origen de viajes clasificadas por volumen

DESTINOS DE VIAJES

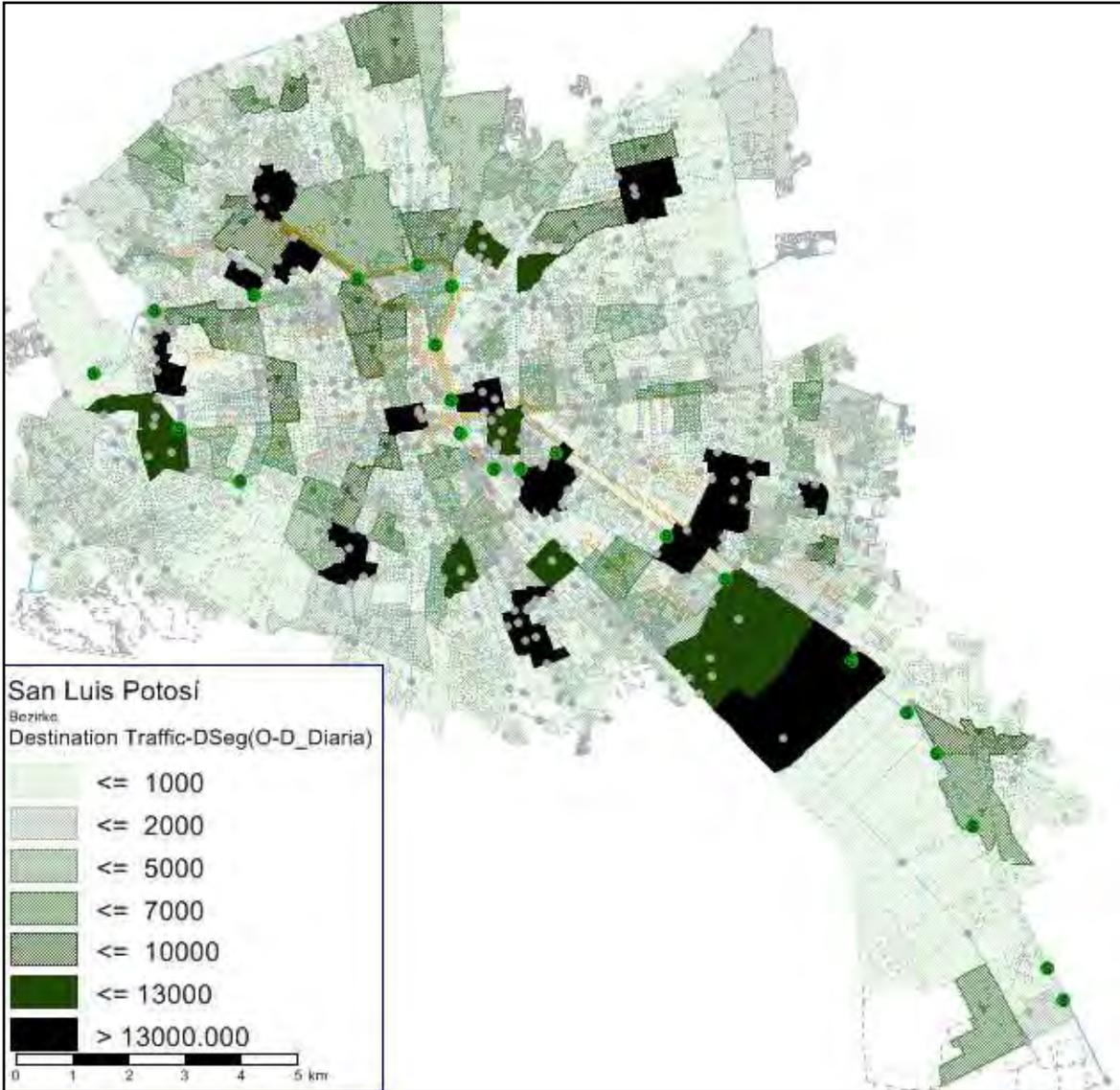


Figura 27 Zonas de destino de viajes clasificadas por volumen

Como se aprecia en ambas figuras hay varias zonas en que coinciden los orígenes y los destinos para la muestra levantada y se identifican con los mercados de transporte más atractivos



5. MODELACIÓN EN CONDICIONES ACTUALES

5.1. Tipos de asignación

A partir de los elementos establecidos se activaron los procesos del modelo, obteniendo una asignación de la demanda actual a las redes de transporte vigentes, como resultado de ellas se simularon los comportamientos del transporte en la situación actual.

La forma de asignación en el modelo puede ser de tres formas:

- Asignado por vialidad disponible. Solo toma en cuenta la traza vial, no la existencia de rutas en el trayecto. Este método es útil para ver como se movería el público en caso de tener una oferta ilimitada de transporte. (TSYS)
- Asignado por existencia de rutas y frecuencia general de servicio. Solo toma en cuenta el derrotero existente para que el público seleccione sus alternativas de viaje entre Origen y Destino, se permiten transbordos e influyen las esperas y demoras para la selección de la línea a tomar; permite analizar varias alternativas para seleccionar la mejor. (Headway)
- Asignado por tabla horaria de servicios, con detalle de la oferta por tiempo modificando las esperas y demoras que determinan la selección ideal; este tipo de simulación es la más precisa y permite obtener demandas de los servicios muy cercanas a la realidad, se utiliza una vez que se haya definido la alternativa más viable. (Timetable)

En las simulaciones realizadas se trabajaron los tres métodos de asignación con distintas finalidades, obteniéndose las gráficas siguientes:



5.1.1. Asignación sobre vialidades disponibles

El primer criterio (TSYS) es sobre vialidades disponibles

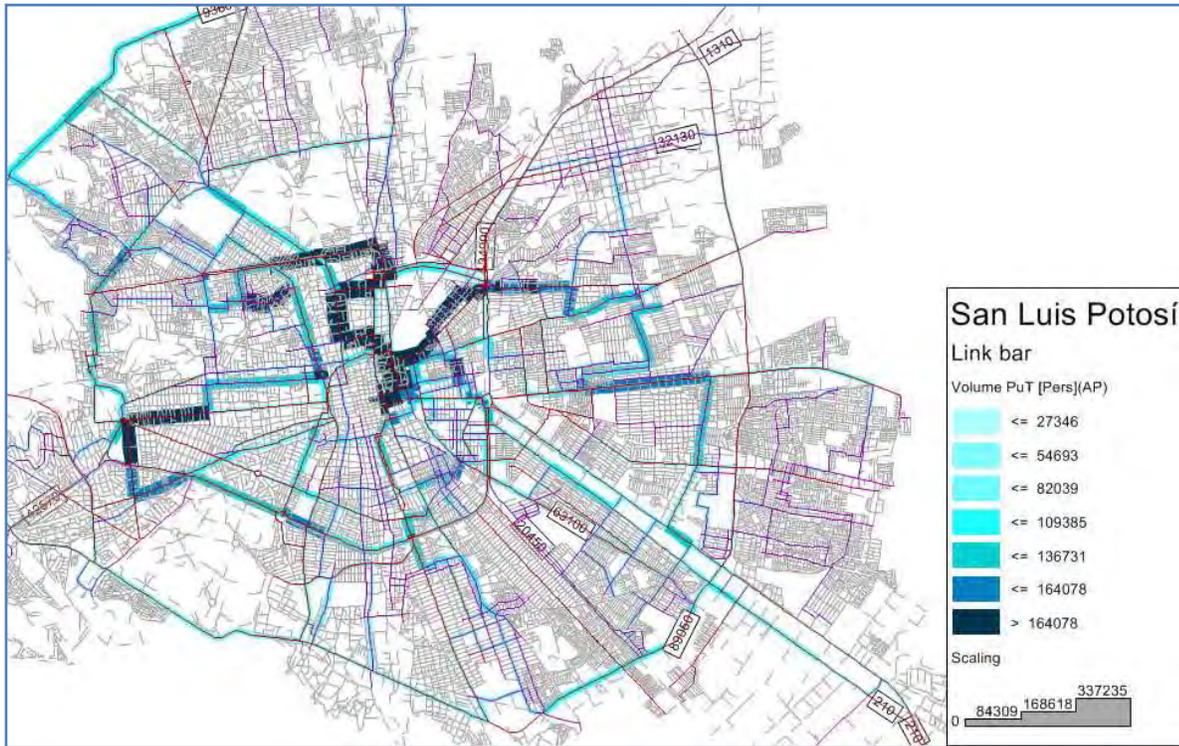


Figura 28 Carga de pasaje por tramo vial posible en las vialidades de la ciudad

Esta asignación representa la asignación de viajes a la traza urbana, independientemente del transporte disponible.

En estas gráficas se aprecia que si los usuarios tuvieran una oferta ilimitada de transporte seguirían los trayectos marcados en los que predominan los accesos al centro, un tramo sobre la Av. Ferrocarril algunos tramos por la Universidad y otras avenidas principales.

En un acercamiento de la gráfica anterior se detectan los trayectos en el centro de la Ciudad en los que se aprecian flujos diarios máximos que podrían ser de 221,000 pasajeros diarios en tramos selectos. Los flujos máximos sobre la Av. Ferrocarril llegan a 207,000 viajes justo antes de llegar a Fray Diego de la Magdalena.



Figura 29 Detalle de carga de pasaje por tramo vial posible en el Centro (pas/día)

Los flujos predominantes son al Norte del Centro llegando hasta la Alameda.

La utilidad de esta simulación consiste en que refleja el trayecto ideal de un medio de transporte, sin considerar que las líneas actuales circulen por ahí u otros trayectos, o sea no se sesga la solución al transporte disponible.

5.1.2. Asignación sobre las líneas de transporte existentes

Sin embargo para fines de análisis de los flujos reales, como los usuarios no pueden seguir los trayectos ideales, deben limitar sus opciones a la oferta de transporte público disponible según se muestra en la Figura siguiente.

En esta figura se enfatiza el trayecto Nor – Poniente a Sur – Oriente pasando por el Centro de la Ciudad que convencionalmente se concentra en la antigua estación del Ferrocarril a la orilla de la Alameda. En ese punto confluyen tanto los usuarios que van al centro de la ciudad como de los que usan ese punto para transbordar a otras líneas con destinos diferentes.



Segundo criterio (Headway) usando los derroteros disponibles

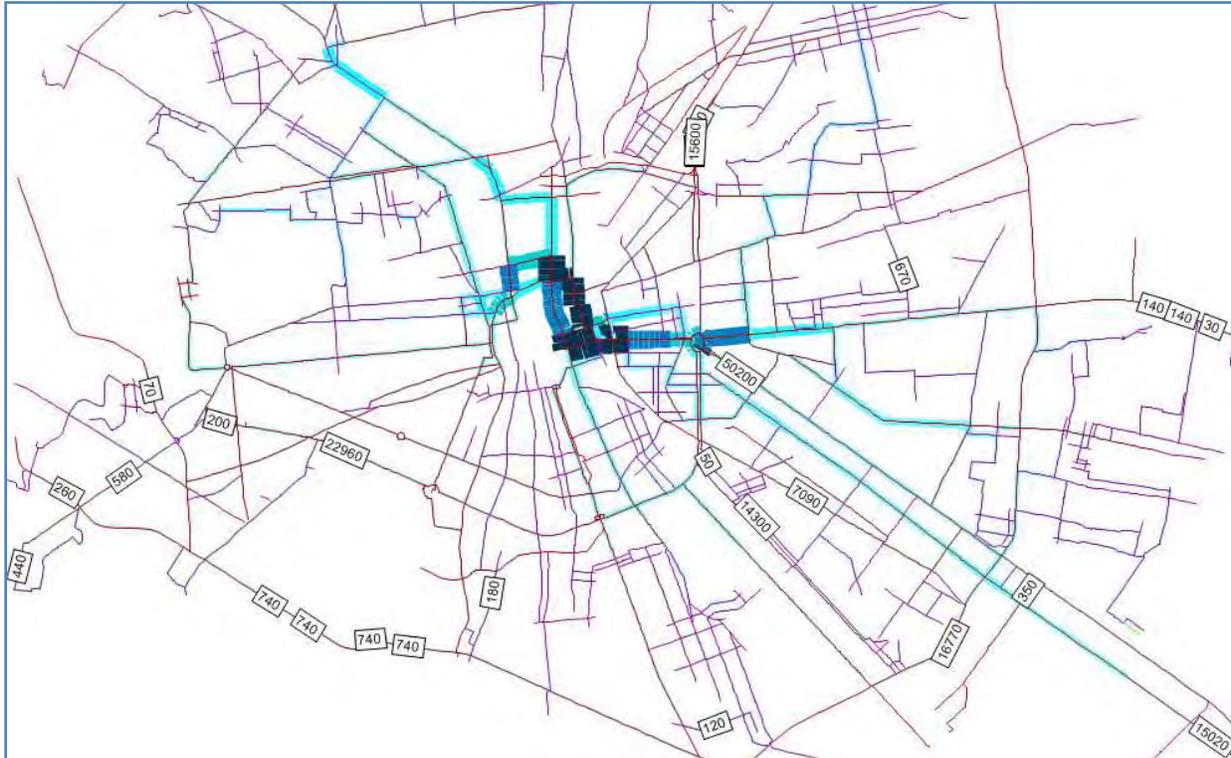


Figura 30 Carga de pasaje por tramo vial usando los derroteros disponibles

En esas condiciones es factible analizar la demanda atendida por cada una de las rutas en la situación actual y de acuerdo a la modelación. Los parámetros de operación de las rutas de transporte reflejan los siguientes indicadores:

RUTA	TSYS	DIST	# D	PAS-KM/AÑO	PAS-KM/DIA	VIAJES / AÑO	VIAJES / DIA
Ruta 01	Bus	45.149	6	91804828.5	251520.078	22032914	60364
Ruta 02	Bus	47.131	4	20344934.8	55739.547	4811484	13182
Ruta 03	Bus	61.639	6	54275224.7	148699.246	9553372	26174
Ruta 04	Bus	32.410	2	83777648.2	229527.803	12986209	35579
Ruta 05	Bus	44.425	4	54249794.7	148629.575	6845916	18756
Ruta 06	Bus	43.816	6	126914083	347709.817	19267900	52789
Ruta 07	Bus	20.837	2	38209608.9	104683.86	6042042	16554
Ruta 08	Bus	56.648	4	177150286	485343.249	22450409	61508
Ruta 09	Bus	58.607	6	237219571	649916.633	24901424	68223
Ruta 10	Bus	34.090	4	8499745.82	23286.975	1875165	5137
Ruta 11	Bus	30.067	4	100926389	276510.656	18536282	50784
Ruta 12	Bus	38.281	4	54197085.9	148485.167	11585343	31741
Ruta 13	Bus	48.645	6	72762772.2	199350.061	15630310	42823
Ruta 14	Bus	41.035	4	56511612.6	154826.336	9410558	25782
Ruta 15	Bus	52.913	4	31726957.8	86923.172	6190076	16959
Ruta 16	Bus	57.150	10	168019790	460328.192	24654254	67546



Ruta 17	Bus	33.918	2	71960915.7	197153.194	11195432	30672
Ruta 18	Bus	49.384	6	40758929.7	111668.301	8288278	22708
Ruta 19	Bus	49.929	4	69425202.9	190206.035	13641307	37373
Ruta 20	Bus	50.361	4	38476747	105415.745	8732394	23924
Ruta 21	Bus	41.664	4	51472034	141019.271	9320343	25535
Ruta 22	Bus	54.100	4	138790527	380248.019	17753032	48638
Ruta 23	Bus	41.663	4	42288141.9	115857.923	6800265	18631
Ruta 24	Bus	86.717	6	224089673	613944.311	27989769	76684
Ruta 25	Bus	37.729	4	26268183.8	71967.627	4027871	11035
Ruta 26	Bus	36.239	2	144623035	396227.494	20461849	56060
Ruta 27	Bus	48.926	4	39554690.7	108369.016	5540102	15178
Ruta 28	Bus	30.498	2	26570718.7	72796.49	4059237	11121
Ruta 29	Bus	24.264	2	2928496.86	8023.279	556213	1524
Ruta 30	Bus	21.640	2	37365214.4	102370.45	8901018	24386
Ruta 31	Bus	14.173	2	22493501.8	61626.032	5219795	14301
Ruta 33	Bus	27.417	4	24710385.9	67699.687	5958521	16325
Ruta 34	Bus	37.623	4	61924376.7	169655.827	16848476	46160
Ruta 35	Bus	19.532	2	5719370.08	15669.507	1005774	2756
TOTAL		1,418.62	138	2,446'010,479	6'701,398.58	393'073,334	1'076,912

DIST: Distancia recorrida de ida y vuelta(km), # D: Número de derroteros de cada línea (1 por sentido)

Tabla 1 Comportamiento actual de las rutas de transporte

5.1.3. Asignación en condiciones de proyecto con base a horarios

5.2. Adecuación, calibración y descripción competa del modelo:

La calibración del modelo se presenta comparando los flujos que genera el modelo en diversos puntos de la traza vial contra las observaciones de Frecuencia y Ocupación Vehicular realizadas en campo.

Dicha calibración fue mínima, ya que el modelo respondió a las observaciones de campo.



6. PRONOSTICO DE LA DEMANDA.

Tanto para las condiciones actuales como las de proyecto es necesario determinar el posible crecimiento de la demanda a futuro.

6.1. Supuestos

Como primer paso se genera el pronóstico de la demanda a distintos horizontes compatibles con el período de pago de la inversión considerado a 25 años. En seguida se procede a los ejercicios de simulación en que los distintos postulados son cargados en el modelo y se configuran los servicios de acuerdo a dichos supuestos, de esta etapa se obtienen los resultados de demanda para cada alternativa analizada.

6.2. Primer postulado: Crecimiento poblacional en la zona metropolitana

La base para pronóstico de la demanda que se tomó fueron los datos del Consejo Nacional de Población que presenta datos poblacionales del 2005 al año 2030:

Año	San Luis Potosí	Soledad de Graciano Sánchez	Zona metropolitana	Tasa crecim.
2005	735 886	225 796	963687	
2006	745 366	233 998	981370	1.835%
2007	755 952	243 037	1000996	2.000%
2008	766 078	251 971	1020057	1.904%
2009	775 759	260 796	1038564	1.814%
2010	785 010	269 512	1056532	1.730%
2011	793 839	278 118	1073968	1.650%
2012	802 272	286 616	1090900	1.577%
2013	810 328	295 008	1107349	1.508%
2014	818 015	303 295	1123324	1.443%
2015	825 343	311 474	1138832	1.381%
2016	832 339	319 555	1153910	1.324%
2017	839 014	327 536	1168567	1.270%
2018	845 357	335 406	1182781	1.216%
2019	851 374	343 168	1196561	1.165%
2020	857 077	350 823	1209920	1.116%
2021	862 452	358 360	1222833	1.067%
2022	867 496	365 775	1235293	1.019%
2023	872 190	373 054	1247267	0.969%
2024	876 513	380 188	1258725	0.919%
2025	880 458	387 165	1269648	0.868%
2026	884 023	393 981	1280030	0.818%
2027	887 198	400 626	1289851	0.767%
2028	889 973	407 092	1299093	0.717%
2029	892 334	413 361	1307724	0.664%
2030	894 270	419 431	1315731	0.612%

Tabla 2 Pronóstico poblacional de la zona metropolitana de San Luis Potosí



Dado que no se cuenta con datos para suponer un patrón de viajes diferente a futuro ni por edad ni por sexo, se toma la población total como base de pronóstico.

El criterio para determinar el pronóstico de viajes comprende el crecimiento poblacional afectado de la tasa de viajes de la población, que en nuestro caso se presenta de $1'076,912 / 1'056,532 = 1.01928$ viajes diarios por habitante.

Si adicionalmente se supone que la configuración urbana de San Luis Potosí no cambiará sustancialmente, en uso del suelo o nuevos proyectos urbanos, el crecimiento será proporcional en la matriz O-D. (Aún no se considera el efecto del desarrollo de IMMSA).

Lo anterior lleva a los siguientes pronósticos quinquenales de viajes en la zona urbana:

Año	Viajes/día	Tasa anual	^ Viajes Tren
2010	1,067,301	-	
2015	1,150,440	1.51%	3,643.26
2020	1,222,252	1.22%	6,624.30
2025	1,282,589	0.97%	9,022.51
2030	1,329,142	0.72%	10,811.90

Tabla 3 Pronóstico quinquenal de viajes diarios

El incremento diario de viajes representa menos de 5% de la demanda a 20 años

6.3. Segundo postulado: Desarrollo urbano de IMMSA

Para obtener el número aproximado de viajes que se generarán desde y hacia la nueva zona urbana IMMSA se realizó un análisis de zonas semejantes que cumplen con características semejantes a las de este nuevo desarrollo, como son número de habitantes por metro cuadrado, perfil de uso de suelo (vivienda, comercio, servicios) y nivel socioeconómico de la zona (asociado a vivienda media, media-alta y alta) entre otros.

Para cumplir este objetivo, se revisaron los datos proporcionados por el INEGI de los AGEB'S existentes en la Ciudad de San Luis Potosí y se formó un núcleo con 4 de ellos que en su conjunto cumplen con las expectativas de crecimiento total de la nueva zona urbana. Las colonias representativas en estos AGEB'S son Del Valle, Fuentes del Bosque, Valle de Bravo, Parque España, Tequisquiapan, Diego García y Fraccionamiento San Pedro. Esto se muestra en el siguiente cuadro:

Unidades urbanas	No. Unid.	Habit./ empleado	Hab totales
Número de viviendas de nivel alto	656	4	2624
No. viviendas interés medio – alto / comercio	903	3	2709
No. viviendas interés medio – alto	2,072	3	6216
No. viviendas interés medio	2,147	4	8588
TOTAL VIVIENDAS	5778	Habitantes	20137
Centro Urbano			
Hotel	1	80	80
Comercio / Recreación / Cultura:			



Centro Comercial	1	300	300
Oficinas	160	10	1600
Locales de Comercio Mayoreo	50	11	550
Club Deportivo	1	100	150
TOTAL		Empleados	2680

Debido a la similitud de funcionamiento entre el desarrollo de IMMSA y las colonias mencionadas, podemos concluir que se generarán un aproximado de 19,305 viajes como originados en la zona hacia colonias como son El Saucito, Jacarandas, Tercera Grande, Centro, Los Reyes, Industrial Aviación, Santiago, Los Reyitos, San Luis, por mencionar algunos de los más importantes (Tabla 4).

Por otra parte, el número aproximado de viajes generados con destino a este conjunto será de 12,327 viajes, los más alto volumen se realizarán desde colonias como son Centro, Zona Industrial del Potosí, Del Llano, San Luis Rey y El Saucito (Tabla 5).

La semejanza entre estos AGEB's y el desarrollo de IMMSA se muestran en los siguientes parámetros:

AGEB	ÁREA	HABITANTES	m2/hab	Viajes origen	Viajes destino
13054	497218.36	1453	342.201211	2944	1549
13069	326102.70	2047	159.307621	354	2063
10312	589573.76	2574	229.049635	0	120
13088	541601.02	4184	129.44575	16005	8593
total	1954495.84	10258	190.533812	19305	12326
(IMMSA) 933	2628025.00	20137	130.507275		

El área de IMMSA es superior al área de los AGEB's y la población es inferior, sin embargo se considera que al paso del tiempo se estabilizaran pareciéndose cada vez más, por lo que se consideran los viajes de origen y destino según lo reportado.

La suma de viajes de origen y destino para el desarrollo es de 31,631 viajes diarios.

Las tablas de los destinos y los orígenes correspondientes al desarrollo de IMMSA se muestran en seguida:



ORIGEN DESARROLLO IMMSA

NOMBRE DESTINO	ID VISUM	179	221	232	233	SUMA
FRACC. LAS MERCEDES	3	0	75	0	250	325
FRACC. LOS SILOS	9	0	74	0	92	166
JULIAN CARRILLO	27	0	0	0	67	67
SAN MIGUELITO	29	0	0	0	179	179
SATELITE	42	0	0	0	240	240
SAN SEBASTIAN	57	0	0	0	150	150
FRACC. SAN PATRICIO	59	0	206	0	147	352
SAN LUIS	63	0	0	0	610	610
CENTRO	66	0	0	0	709	709
HIDALGO	69	0	0	0	635	635
LA PAZ	77	0	0	150	0	150
TERCERA GRANDE	80	0	0	0	1162	1162
LOS MAGUEYES I Y II	81	0	0	75	0	75
REAL DEL PENASCO	83	0	0	0	294	294
ZONA INDUSTRIAL DEL POTOSI	90	0	0	0	67	67
FRACC. INDUSTRIAS	105	0	0	0	94	94
VILLA DE POZOS	120	0	0	0	92	92
TRES NACIONES PARQUE INDUSTRIAL	124	0	0	0	94	94
FRACC. 1ª. SECC. LAS MERCEDES	136	0	0	0	74	74
CIUDAD 2000	141	0	0	273	0	273
RICARDO B. ANAYA	152	0	0	0	182	182
LOMAS DE SAN LUIS 3ª. SECC.	177	0	0	0	70	70
VERDE CAMPESTRE	182	0	0	0	236	236
VALLE DEL CAMPESTRE	186	0	0	0	130	130
LAS GULIAS	187	0	0	0	282	282
HACIENDAS DEL MEZQUITAL	189	0	0	0	130	130
WENSESLAO VICTORIA	194	0	0	0	120	120
LOS LIMONES	195	0	0	0	153	153
RNDA. SAN ANGEL INN	198	0	0	0	556	556
DEL REAL	209	0	0	92	0	92
JACARANDAS	210	0	0	1162	236	1398
ISSSTE	218	0	0	0	147	147
SANTIAGO	223	0	0	179	397	576
FUNDADORES	229	0	0	0	315	315
PRADOS DE SAN LUIS	231	0	0	0	179	179
LOS REYITOS	235	0	0	244	406	650
LOS REYES	239	0	0	0	625	625
U. HAB. SANTA LUCIA	241	0	0	0	153	153
FOVISSSTE	242	0	0	0	398	398
VALLE VERDE	244	0	0	0	389	389
INDUSTRIAL AVIACION	247	0	0	0	724	724
TERCERA CHICA	248	0	0	0	75	75
EL SAUCITO	251	0	0	0	3060	3060
FRACC. SAN ANGEL	252	0	0	0	170	170
PROGRESO	269	0	0	0	191	191
RURAL ATLAS	270	0	0	186	130	316
PRADERAS DEL MAUREL	279	0	0	0	372	372
SOLEDAD DE GRACIANO SANCHEZ	284	0	0	0	72	72
SAN JOSE	288	0	0	0	50	50
FRACC. RIVERA	289	0	0	0	84	84
SAN ANTONIO	294	0	0	0	86	86
FRACC. JOSE OTHON MANUEL	298	0	0	0	173	173
U. HAB. PAVON	307	0	0	0	84	84
QUINTA EL PEDREGAL	315	0	0	442	69	511
LA CONSTANCIA	321	0	0	141	0	141
LAS FLORES	322	0	0	0	165	165
HOGARES FERROCARRILEROS 1 S	329	0	0	0	444	444
TOTAL		0	355	2945	16005	19305

Tabla 4 orígenes supuestos para el nuevo desarrollo



DESTINO DESARROLLO IMMSA

NOMBRE ORIGEN	ID VISUM	179	221	232	233	SUMA
FRACC. LAS MERCEDES	3	0	0	0	303	303
ALAMITOS	16	0	0	0	147	147
SAN LUIS REY	26	0	0	329	372	701
JULIAN CARRILLO	27	0	0	0	220	220
SAN MIGUELITO	29	0	0	0	283	283
SATELITE	42	0	0	0	290	290
EL SANTUARIO	48	0	0	0	456	456
FRACC. CENTRAL	60	0	0	0	110	110
CENTRO	66	0	116	0	1761	1878
POPULAR	73	0	0	147	0	147
ZONA INDUSTRIAL DEL POTOSI	90	0	1764	0	0	1764
LA MARGARITA	97	0	0	0	110	110
FRACC. SIMON DIAZ	100	0	0	0	179	179
FRACC. INDUSTRIAS	105	0	0	0	152	152
FRACC. LAS DALIAS	108	0	183	0	0	183
FRACC. VALLE DE LAS DALIAS	109	0	0	0	1564	1564
FRACC. PROVIDENCIA	116	0	0	0	66	66
VILLA DE POZOS	120	0	0	0	72	72
RES. ORQUIDEA	132	0	0	0	108	108
ZONA INDUSTRIAL EL POTOSI	137	0	0	0	95	95
RICARDO B. ANAYA	152	0	0	0	140	140
LOMAS DE SAN LUIS	178	0	0	0	97	97
FRACC. EL ROSEDAL	185	0	0	479	0	479
HIMNO NACIONAL 2ª. SECCION	211	0	0	0	105	105
TIERRA BLANCA	212	0	0	0	219	219
ISSSTE	218	0	0	0	173	173
FUNDADORES	229	0	0	0	71	71
EL SAUCITO	251	0	0	479	154	633
RURAL ATLAS	270	0	0	0	225	225
FRACC. SANTA LUCIA	276	0	0	0	220	220
SAN JOSE	288	0	0	0	72	72
FRACC. ARBOLEDAS	292	0	0	0	152	152
U. HAB. PAVON	307	0	0	0	225	225
RES. PAVON	308	0	0	0	95	95
EMILIANO ZAPATA	314	120	0	0	0	120
VILLA DEL CACTUS	316	0	0	116	0	116
LA SIERRA	317	0	0	0	137	137
VILLAS DE SAN FRANCISCO	326	0	0	0	147	147
REFORMA	337	0	0	0	72	72
TOTAL	12327	120	2064	1549	8594	12327

Tabla 5 Destino supuestos para el nuevo desarrollo

El despegue del desarrollo se consideró a 2015 y horizonte de maduración del mismo se considera en 10 años.

Se estima que los viajes en transporte público que asimilaría el tren serán el 80% del total de viajes en transporte público.

Año	Viajes/día Tr. Público	Tasa anual	Incremento Viajes Tren
2010	-	-	-
2011	1875	-	1,500
2012	12,436	32.65%	9,948
2014	31,631	32.65%	25,304
2030	31,631	0%	25,304

Tabla 6 Viajes generados por el Desarrollo IMMSA

En la tabla se muestra la demanda diaria de transporte y del tren para el centro urbano IMMSA. Los



orígenes – destinos asociados a este transporte quedan todos en la zona urbana de San Luis Potosí, por lo que independientemente del destino final pueden asimilarse en su totalidad a la demanda del proyecto, dado que sería un transporte que llega al interior del desarrollo.

6.4. Tercer postulado: Otras demandas factibles

Las industrias representan un mercado potencial adicional que se puede considerar para el proyecto, las hipótesis usadas son las siguientes:

En la zona industrial se ha estimado por entrevistas locales un volumen aproximado de 90,000 trabajadores por turno, la mitad de esta cifra representa un segundo turno cuando estos existen, lo cual lleva a 135,000 trabajadores.

El volumen de empleados y directivos en las industrias se estima en 13,500 (10 % de los trabajadores)

Para estos dos segmentos existe un servicio de Transporte Privado en autobús contratado por las industrias que actualmente mueve el 90% de esta demanda.

El volumen de visitantes y empleos indirectos se estima en 14,850 personas (10% de la planta laboral)

La configuración de orígenes y destinos desde y hacia la zona industrial se obtiene de igual manera que para el nuevo desarrollo de IMMSA haciendo la semejanza de los orígenes y destinos de otras zonas semejantes y las 3 AGEB's de las zonas industriales, llevándolas a los volúmenes que podrían sustituir el 90% de los autobuses privados contratados actualmente por las industrias a usar el tren, dejando solo el 10% a autobuses privados.

El cuadro muestra el tipo de transporte que podrían usar una vez que opere el Tren (en un sentido).

Categoría	Número/ día	% TPr	TPr	% auto	Auto	% tren	Tren
Trabajadores	135,000	40.00%	54,000	5%	6,750	55.0%	74,250
Empleados	13,500	16%	2,160	50%	6,750	34%	4,590
Indirectos	8,000	-	-	66.66%	5,333	33.33%	2,666
TOTAL	156,500		56,160		18,833		81,506

Tabla 7 Posibles viajes de la zona industrial

Los viajes identificados de este segmento equivalen a 163,012 en dos sentidos y su formación será a lo largo de 5 años, iniciando con 120,000 y creciendo en 8,600 anuales.

Asimilando las zonas 90, 133 y 137 de las industrias a los diferentes orígenes y destinos de la ciudad se obtienen los volúmenes de 23,707 antes mencionados, primeramente de las industrias a las colonias en la siguiente tabla.



ID VISUM	SUMA	90	137	133	NOMBRE
16	468	156	156	156	ALAMITOS
27	150	50	50	50	JULIAN CARRILLO
36	153	51	51	51	PRIV. REGIA
42	689	230	230	230	SATELITE
45	681	227	227	227	U. HAB. SIMON DIAZ
49	790	263	263	263	SANTA FE
63	110	37	37	37	SAN LUIS
66	2287	762	762	762	CENTRO
71	985	328	328	328	TLAXCALA
72	329	110	110	110	INDUSTRIAL MEXICANA
77	1313	438	438	438	LA PAZ
80	220	73	73	73	TERCERA GRANDE
81	690	230	230	230	LOS MAGUEYES I Y II
82	155	52	52	52	MATAMOROS
93	360	120	120	120	FLORES DEL AGUAJE
94	442	147	147	147	U. HAB. EL ARBOLITO
96	57	19	19	19	SEIS DE JUNIO
103	636	212	212	212	FRACC. ORIENTAL
105	723	241	241	241	FRACC. INDUSTRIAS
106	315	105	105	105	JUAN SARABIA
120	92	31	31	31	VILLA DE POZOS
123	10	3	3	3	PARK INDUSTRIAL MILLENIUM
136	130	43	43	43	FRACC. 1ª. SECC. LAS MERCEDES
137	152	51	51	51	ZONA INDUSTRIAL EL POTOSI
141	182	61	61	61	CIUDAD 2000
143	420	140	140	140	CECILIA OCCELLI
144	1445	482	482	482	FRACC. VILLAS DEL SOL
147	603	201	201	201	PRADOS ORIENTE
152	1053	351	351	351	RICARDO B. ANAYA
175	140	47	47	47	LOMAS DE SAN LUIS 4ª. SECC.
178	1125	375	375	375	LOMAS DE SAN LUIS
180	410	137	137	137	NUEVO MORALES
181	1298	433	433	433	INFONAVIT MORALES
182	297	99	99	99	VERDE CAMPESTRE
187	91	30	30	30	LAS GULIAS
195	10	3	3	3	LOS LIMONES
207	67	22	22	22	SAN ANGEL INN
210	94	31	31	31	JACARANDAS
212	729	243	243	243	TIERRA BLANCA
221	1764	588	588	588	VALLE DE BRAVO
229	188	63	63	63	FUNDADORES
233	95	32	32	32	TEQUISQUIAPAN
235	174	58	58	58	LOS REYITOS
239	396	132	132	132	LOS REYES
241	258	86	86	86	U. HAB. SANTA LUCIA
242	10	3	3	3	FOVISSSTE
244	882	294	294	294	VALLE VERDE
248	193	64	64	64	TERCERA CHICA
251	1451	484	484	484	EL SAUCITO
269	1189	396	396	396	PROGRESO
276	1298	433	433	433	FRACC. SANTA LUCIA
282	92	31	31	31	QUINTAS DE LA HACIENDA
284	3048	1016	1016	1016	SOLEDAD DE GRACIANO SANCHEZ
288	168	56	56	56	SAN JOSE
292	64	21	21	21	FRACC. ARBOLEDAS
295	61	20	20	20	HOGARES FERROCARRILEROS
302	624	208	208	208	MORELOS II
306	69	23	23	23	VILLAS DEL SOL
308	84	28	28	28	RES. PAVON
315	130	43	43	43	QUINTA EL PEDREGAL
317	186	62	62	62	LA SIERRA
322	269	90	90	90	LAS FLORES
328	183	61	61	61	U.P.A
330	597	199	199	199	RES. SANTA MONICA
341	696	232	232	232	NUEVA FLORESTA
342	70	23	23	23	SAN FRANCISCO
TOTAL	34139	11380	11380	11380	

Tabla 8 Viajes de las industrias a las colonias



De igual manera los viajes de las colonias a las industrias resultan los siguientes:

NOMBRE	ID VISUM	179	221	232	233	SUMA
FRACC. LAS MERCEDES	3	0	0	0	303	303
ALAMITOS	16	0	0	0	147	147
SAN LUIS REY	26	0	0	329	372	701
JULIAN CARRILLO	27	0	0	0	220	220
SAN MIGUELITO	29	0	0	0	283	283
SATELITE	42	0	0	0	290	290
EL SANTUARIO	48	0	0	0	456	456
FRACC. CENTRAL	60	0	0	0	110	110
CENTRO	66	0	116	0	1761	1878
POPULAR	73	0	0	147	0	147
ZONA INDUSTRIAL DEL POTOSI	90	0	1764	0	0	1764
LA MARGARITA	97	0	0	0	110	110
FRACC. SIMON DIAZ	100	0	0	0	179	179
FRACC. INDUSTRIAS	105	0	0	0	152	152
FRACC. LAS DALIAS	108	0	183	0	0	183
FRACC. VALLE DE LAS DALIAS	109	0	0	0	1564	1564
FRACC. PROVIDENCIA	116	0	0	0	66	66
VILLA DE POZOS	120	0	0	0	72	72
RES. ORQUIDEA	132	0	0	0	108	108
ZONA INDUSTRIAL EL POTOSI	137	0	0	0	95	95
RICARDO B. ANAYA	152	0	0	0	140	140
LOMAS DE SAN LUIS	178	0	0	0	97	97
FRACC. EL ROSEDAL	185	0	0	479	0	479
HIMNO NACIONAL 2ª. SECCION	211	0	0	0	105	105
TIERRA BLANCA	212	0	0	0	219	219
ISSSTE	218	0	0	0	173	173
FUNDADORES	229	0	0	0	71	71
EL SAUCITO	251	0	0	479	154	633
RURAL ATLAS	270	0	0	0	225	225
FRACC. SANTA LUCIA	276	0	0	0	220	220
SAN JOSE	288	0	0	0	72	72
FRACC. ARBOLEDAS	292	0	0	0	152	152
U. HAB. PAVON	307	0	0	0	225	225
RES. PAVON	308	0	0	0	95	95
EMILIANO ZAPATA	314	120	0	0	0	120
VILLA DEL CACTUS	316	0	0	116	0	116
LA SIERRA	317	0	0	0	137	137
VILLAS DE SAN FRANCISCO	326	0	0	0	147	147
REFORMA	337	0	0	0	72	72
	12326.662	120	2064	1549	8594	12327

Tabla 9 Viajes de las colonias a las industrias

Estos viajes empezarían a operar en el primer año de entrada en operación del tren.

Lo anterior no exime de un servicio alimentador de las estaciones del tren a las industrias respectivas que deberá seguir siendo apoyado por las empresas, pero con ventajas económicas para las mismas.

Los resultados de las proyecciones con los criterios mencionados se suman a la Matriz origen destino en el estado actual obteniendo la Matriz para el horizonte de pronóstico.



7. MODELACIÓN EN CONDICIONES DE PROYECTO

Como extensión de esta etapa se plantearon ejercicios conjuntos con Grupo México para probar diferentes esquemas de solución de inversión y de impactos en el entorno.

7.1. Alternativa A Transporte masivo desde IMMSA hasta la zona Industrial

7.1.1. Trazo

En esta alternativa se mantuvieron las líneas operando en la forma actual, se planteó un derrotero para el tren que abarca desde el Desarrollo urbano de IMMSA luego por el derecho de vía de Av. FC posteriormente se une a la red ferroviaria operada por Kansas, atraviesa los patios de FC, atendiendo al centro de la ciudad y sale por el Sur para desviarse hacia la tienda Soriana y a la Av. Industrias hasta su terminación.

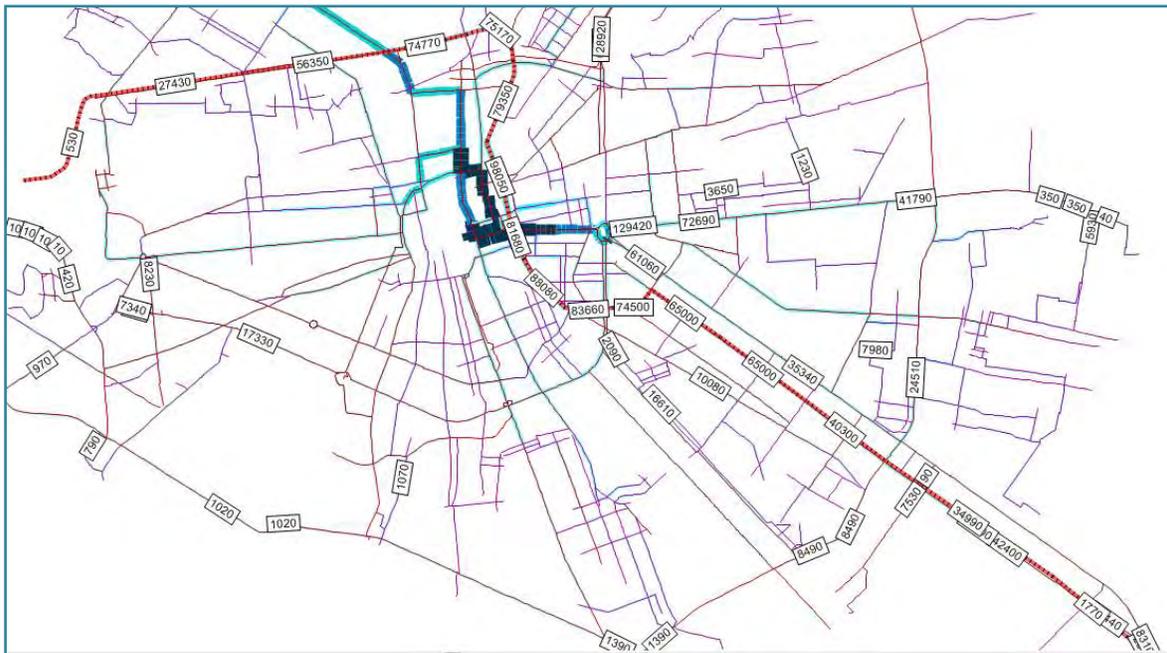


Figura 31 Trazo A propuesto para el Tren y volúmenes por sección

7.1.2. Características

Este trazo absorbe la mayoría de los viajes que pasan por ese derrotero, siendo la fortaleza principal el ahorro en tiempo, dado que los viajes en autobús tienen que hacer multitud de paradas y enfrentar congestionamientos, sus tiempos de recorrido actuales son elevados; mientras que el tren tiene mayor vía libre.

Por otra parte las rutas que permanecen con carga significativa son aquellas que atienden zonas populosas tales como Muñoz, por Av. Fray Diego de la Magdalena, Av. Damián Carmona, la entrada de Distribuidor Juárez al Centro por Av. Universidad y algunas otras vialidades de importancia.



Se supone la tarifa de \$ 6.50 para el tren, algo superior a \$ 5.80 de las alimentadoras.

Con los datos anteriores el volumen de diseño será como sigue:

SEGMENTO	Transporte Público	Crecimiento natural	IMMSA	Industrias	Suma	Curva de aprendizaje	Total
2011	121,210		1,500	114,865	237,575	70%	166,303
2012	121,210		9,948	128,600	259,758	90%	233,782
2015	121,210	3,643.26	25,304	154,400	304,557	100%	304,557
2020	121,210	6,624.30	25,304	180,200	333,338	100%	333,338
2025	121,210	9,022.51	25,304	180,200	335,737	100%	335,737
2030	121,210	10,811.90	25,304	180,200	337,526	100%	337,526

Tabla 10 Integración de viajes para el tren

El volumen preliminar es de 237,575 viajes diarios que dada la curva de aprendizaje iniciaría con una demanda de 166,303 viajes, a reserva de verificar estas cifras bajo los conceptos de sensibilidad a la tarifa y la disponibilidad de alimentadoras, mismas que se pueden prever pero se definen en el proceso de negociación.

La sección de máximo volumen registra 76,349 viajes al Sur de la Alameda.

En estas condiciones los volúmenes diarios de viajes que atendería por cada ruta se muestran en la tabla.

RUTA	TSYS	DIST	# D	PAS-KM/AÑO	PAS-KM/DIA	VIAJES/ AÑO	VIAJES / DIA
Tren SLP	Tren	40.010	2	626539916	1,716,547.715	86714875	237,575
Ruta 01	Bus	45.149	6	33815538.88	92,645.312	11212070	30,718
Ruta 02	Bus	47.131	4	39700889.77	108,769.561	15456655	42,347
Ruta 03	Bus	61.639	6	75968548.65	208,133.010	16597645	45,473
Ruta 04	Bus	32.410	2	51332305.71	140,636.454	11643135	31,899
Ruta 05	Bus	44.425	4	42744376.2	117,107.880	11642040	31,896
Ruta 06	Bus	43.816	6	148871956.1	407,868.373	30807460	84,404
Ruta 07	Bus	20.837	2	32273605.87	88,420.838	6680230	18,302
Ruta 08	Bus	56.648	4	88460249.89	242,356.849	21655815	59,331
Ruta 09	Bus	58.607	6	129663020.5	355,241.152	29484700	80,780
Ruta 10	Bus	34.090	4	18651967.93	51,101.282	6682420	18,308
Ruta 11	Bus	30.067	4	44668756.36	122,380.154	14795640	40,536
Ruta 12	Bus	38.281	4	69611011.87	190,715.101	34428260	94,324
Ruta 13	Bus	48.645	6	85526558.37	234,319.338	40692025	111,485
Ruta 14	Bus	41.035	4	30578752.79	83,777	7938020	21,748
Ruta 15	Bus	52.913	4	15691615.72	42,990.728	3914990	10,726
Ruta 16	Bus	57.150	10	59315775.98	162,509	15362704	42,090
Ruta 17	Bus	33.918	2	64945771.67	177,933.621	14541600	39,840
Ruta 18	Bus	49.384	6	20630823.75	56,523	5416016	14,838
Ruta 19	Bus	49.929	4	33759957.78	92,493.035	9793315	26,831
Ruta 20	Bus	50.361	4	31517260.9	86,348.660	8916585	24,429



Ruta 21	Bus	41.664	4	33071878.03	90,607.885	8894685	24,369
Ruta 22	Bus	54.100	4	76342220.32	209,156.768	15763985	43,189
Ruta 23	Bus	41.663	4	26883275.65	73,652.810	6676580	18,292
Ruta 24	Bus	86.717	6	34124034.69	93,490.506	6755420	18,508
Ruta 25	Bus	37.729	4	13016168.75	35,660.736	2839627	7,780
Ruta 26	Bus	36.239	2	18230497.54	49,946.569	4930347	13,508
Ruta 27	Bus	48.926	4	38097317.38	104,376.212	8839205	24,217
Ruta 28	Bus	30.498	2	49713958.49	136,202.626	19031100	52,140
Ruta 29	Bus	24.264	2	3468654.86	9,503.164	651525	1,785
Ruta 30	Bus	21.640	2	12153665.03	33,298	3286898	9,005
Ruta 31	Bus	14.173	2	1247543.355	3,417.927	490925	1,345
Ruta 32	Bus	0.000	0	0	0.000	0	0
Ruta 33	Bus	27.417	4	5453902.635	14,942.199	2754655	7,547
Ruta 34	Bus	37.623	4	4988472.52	13,667.048	1845075	5,055
Ruta 35	Bus	19.532	2	35357528.94	96,869.942	11080743	30,358
TOTAL		1460.474	140	2,096,417,779	5,743,610	498,216,970	1,364,978

Tabla 11 Alternativa A Operación de rutas desde IMMSA hasta Av. Industrias



7.2. Alternativa B Transporte masivo desde la Universidad hasta el Interpuerto

7.2.1. Trazo

En esta alternativa se mantuvieron las líneas operando en la forma actual, se planteó un derrotero para el tren que abarca desde la zona de la Universidad, pasando por el Desarrollo urbano de IMMSA luego por el derecho de vía de Av. FC posteriormente se une a la red ferroviaria operada por Kansas, atraviesa los patios de FC, atendiendo al centro de la ciudad y sale por el Sur para desviarse hacia la Central camionera y a Av. Industrias, que conserva hasta Aguaje 2000, luego se va por el derecho de vía de la carretera hasta la zona del Interpuerto, en el inicio del Libramiento a Matehuala.

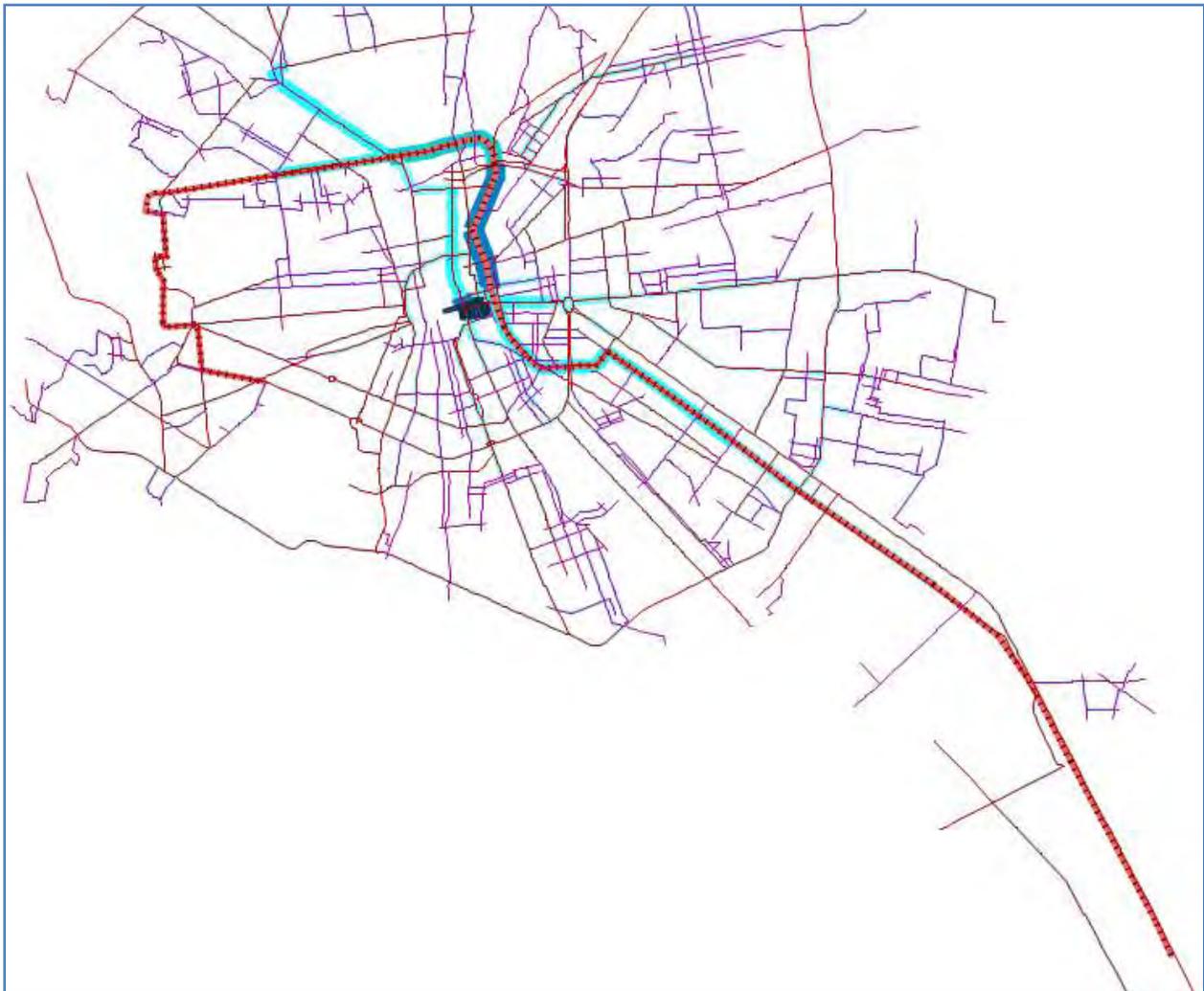


Figura 32 Trazo B propuesto para el Tren



7.2.2. Características

Al igual que el trazo anterior este trazo absorbe la mayoría de los viajes que pasan por ese derrotero. El desarrollo del trazo es más largo que en la Alternativa A puesto que se adicionan estaciones y recorrido en ambos extremos, sin embargo aunque la cobertura es mayor los volúmenes no tienen un crecimiento significativo

También se consideró una tarifa igual para el tren que para las alimentadoras.

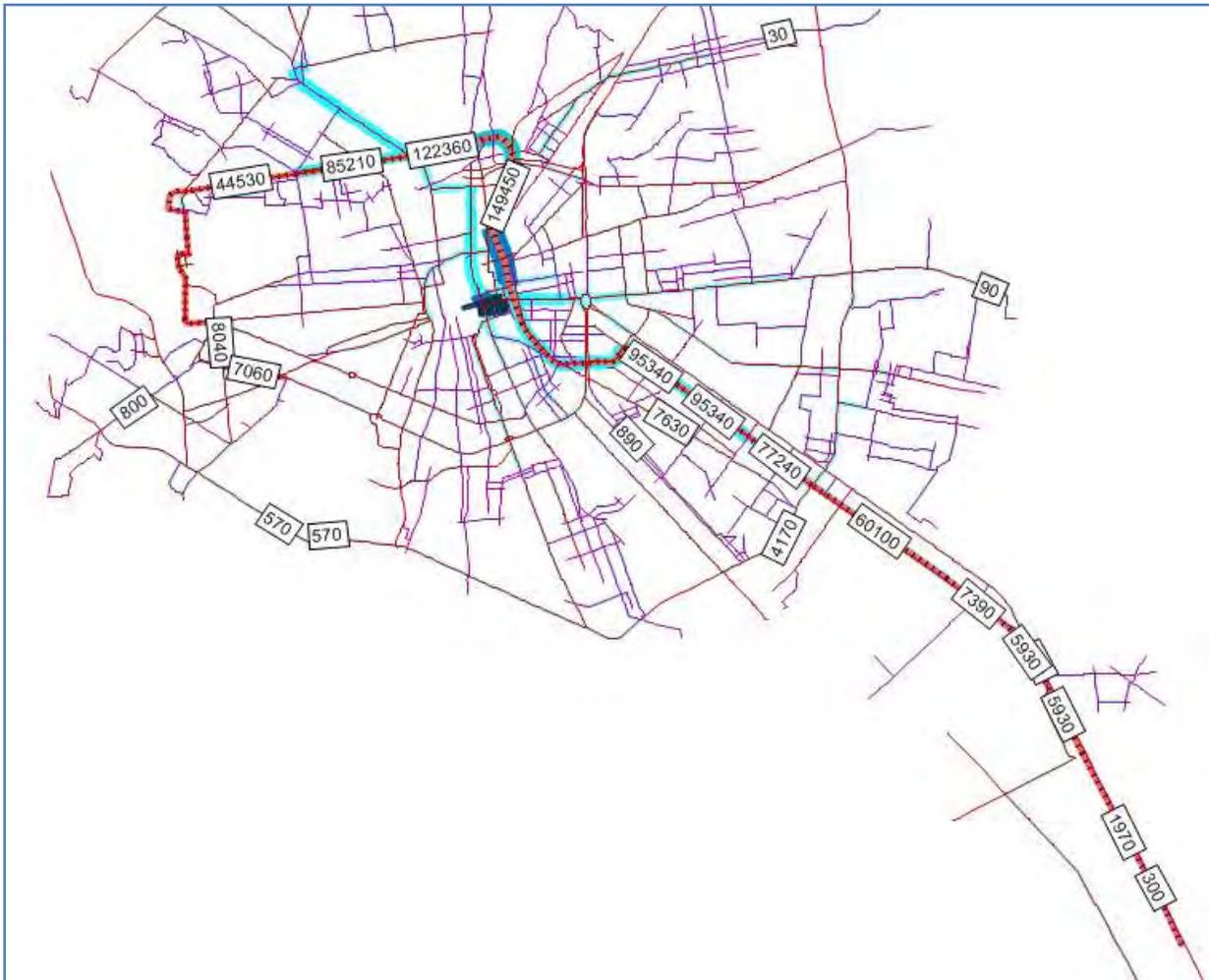


Figura 33 Alternativa B Volúmenes de pasajeros máximos diarios por sección

Los volúmenes diarios de viajes atendidos por cada ruta para esta opción se muestran en la tabla, siguiente, la cual consigna un mercado potencial de 253,172 viajes por día.



RUTA	TSYS	DIST	# D	PAS-KM/AÑO	PAS-KM/DIA	VIAJES/ AÑO	VIAJES / DIA
Tren SLP	Tren	58.944	2	616335692.135	1688590.937	92407699	253172
Ruta 01	Bus	45.149	6	92816295.822	254291.221	25174048	68970
Ruta 02	Bus	47.131	4	38374491.670	105135.594	15074991	41301
Ruta 03	Bus	61.639	6	42491035.565	116413.796	11085001	30370
Ruta 04	Bus	32.410	2	40380422.153	110631.294	12789643	35040
Ruta 05	Bus	44.425	4	50047520.150	137116.494	12061936	33046
Ruta 06	Bus	43.816	6	159107926.864	435912.128	34560817	94687
Ruta 07	Bus	20.837	2	33928256.383	92954.127	8788638	24078
Ruta 08	Bus	56.648	4	46955635.476	128645.577	15954487	43711
Ruta 09	Bus	58.607	6	24694523.453	67656.229	11509993	31534
Ruta 10	Bus	34.090	4	7637890.058	20925.726	3608973	9888
Ruta 11	Bus	30.067	4	55404723.237	151793.762	28405657	77824
Ruta 12	Bus	38.281	4	94951447.320	260140.952	37355131	102343
Ruta 13	Bus	48.645	6	54416857.074	149087.280	40446088	110811
Ruta 14	Bus	41.035	4	19474713.188	53355.379	8169662	22383
Ruta 15	Bus	52.913	4	20879281.915	57203.512	7049897	19315
Ruta 16	Bus	57.150	10	85442557.067	234089.197	29796602	81635
Ruta 17	Bus	33.918	2	17865761.493	48947.292	6479749	17753
Ruta 18	Bus	49.384	6	28690547.594	78604.240	9995237	27384
Ruta 19	Bus	49.929	4	36015332.953	98672.145	14004673	38369
Ruta 20	Bus	50.361	4	13717848.818	37583.147	5539293	15176
Ruta 21	Bus	41.664	4	32634807.103	89410.430	12540837	34358
Ruta 22	Bus	54.100	4	36960463.715	101261.544	10999774	30136
Ruta 23	Bus	41.663	4	26504015.979	72613.742	7030917	19263
Ruta 24	Bus	86.717	6	56026473.023	153497.186	11880824	32550
Ruta 25	Bus	37.729	4	15569927.328	42657.335	4131523	11319
Ruta 26	Bus	36.239	2	33140307.152	90795.362	16246843	44512
Ruta 27	Bus	48.926	4	41039825.379	112437.878	10764252	29491
Ruta 28	Bus	30.498	2	18574690.960	50889.564	5710114	15644
Ruta 29	Bus	24.264	2	3244872.654	8890.062	1047855	2871
Ruta 30	Bus	21.640	2	13246457.872	36291.665	6606764	18101
Ruta 31	Bus	14.173	2	481727.276	1319.801	388196	1064
Ruta 32	Bus	27.417	4	0.000	0.000	0	0
Ruta 33	Bus	37.623	4	2822734.683	7733.520	1662378	4554
Ruta 34	Bus	19.532	2	29789712.025	81615.649	10345054	28343
Ruta 35	Bus	58.944	2	26287124.057	72019.518	4611606	12635
TOTAL		1477.569	140	1,915' 951,899	5' 249,183	534' 225,153	1' 436,631

Tabla 12 Alternativa 2 Operación de rutas desde la Universidad hasta el Interpuerto



7.1. Alternativa C Transporte masivo sobre la Av. Hernán Cortez a la altura del Panteón municipal el Saucito hasta la Colonia Progreso en la Zona Industrial

7.1.1. Trazo

La alternativa presenta una longitud de 30,224 m considerando ambos sentidos, al igual que en las alternativas 1 y 2 se mantuvieron las líneas operando en la forma actual, el derrotero se planteo para que se tuviera una cobertura desde el panteón municipal “El Saucito”, hasta la altura de la colonia Progreso ubicada en la Zona Industrial, si bien el derrotero es básicamente el mismo que en las opciones anteriores, el recorte del trazo genera una disminución en la demanda; el recorte en la longitud del trazo, obedece a una elemental planeación del sistema de transporte, es decir se consideró conveniente iniciar con un trazo que permita la atención a las necesidades actuales de movilidad atendiendo a la demanda prácticamente en su totalidad; el trazo orillaría a un reacomodo en la demanda a lo largo del día y en la hora de máxima demanda, el posterior crecimiento del trazo será en relación a la expansión demográfica y en consecuencia a las necesidades de movilidad que se generen a lo largo del horizonte de planeación.

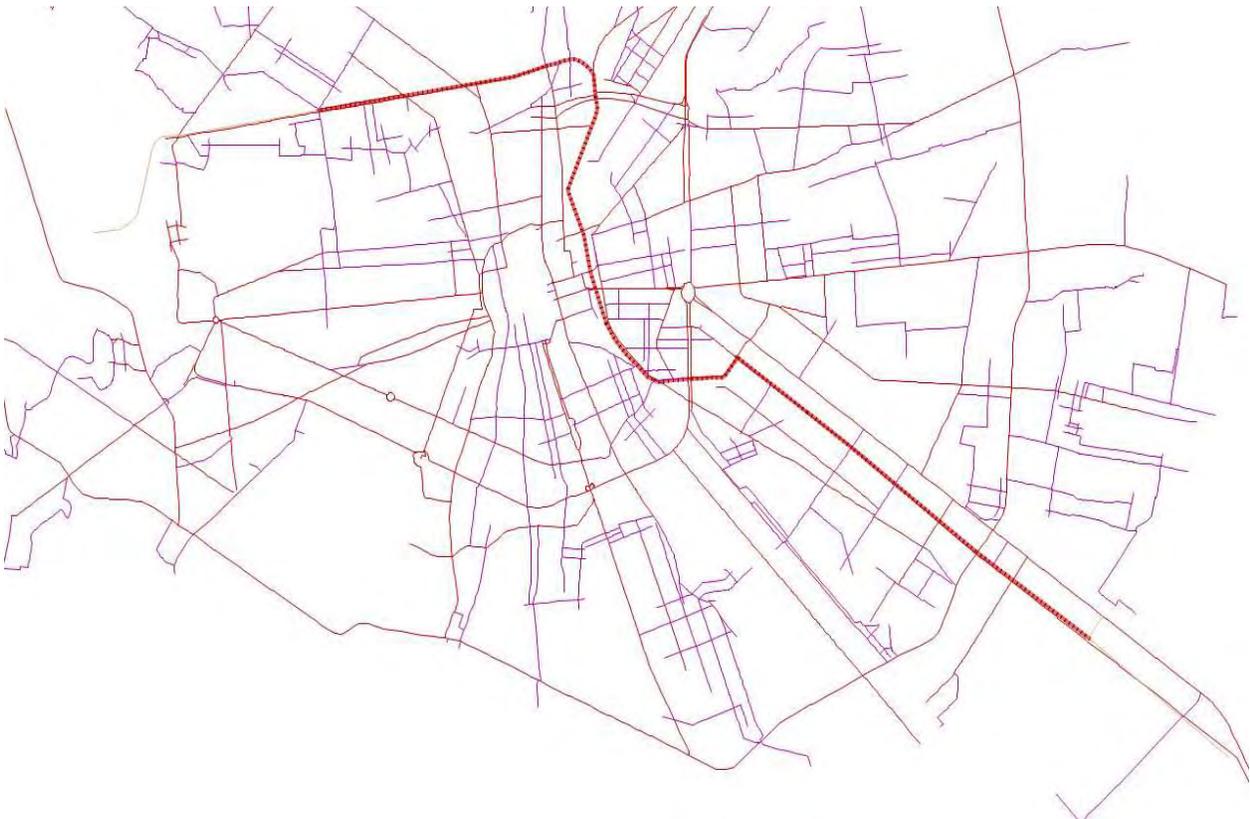


Figura 34 Trazo C propuesto para el Tren (corto plazo)



7.1.2. Características

Al igual que el trazo anterior este trazo absorbe la mayoría de los viajes que pasan por ese derrotero. El desarrollo del trazo es más corto que en la Alternativa A puesto que se adicionan estaciones y recorrido en ambos extremos, sin embargo aunque la cobertura es mayor los volúmenes no tienen un crecimiento significativo

También se consideró una tarifa igual para el tren que para las alimentadoras.

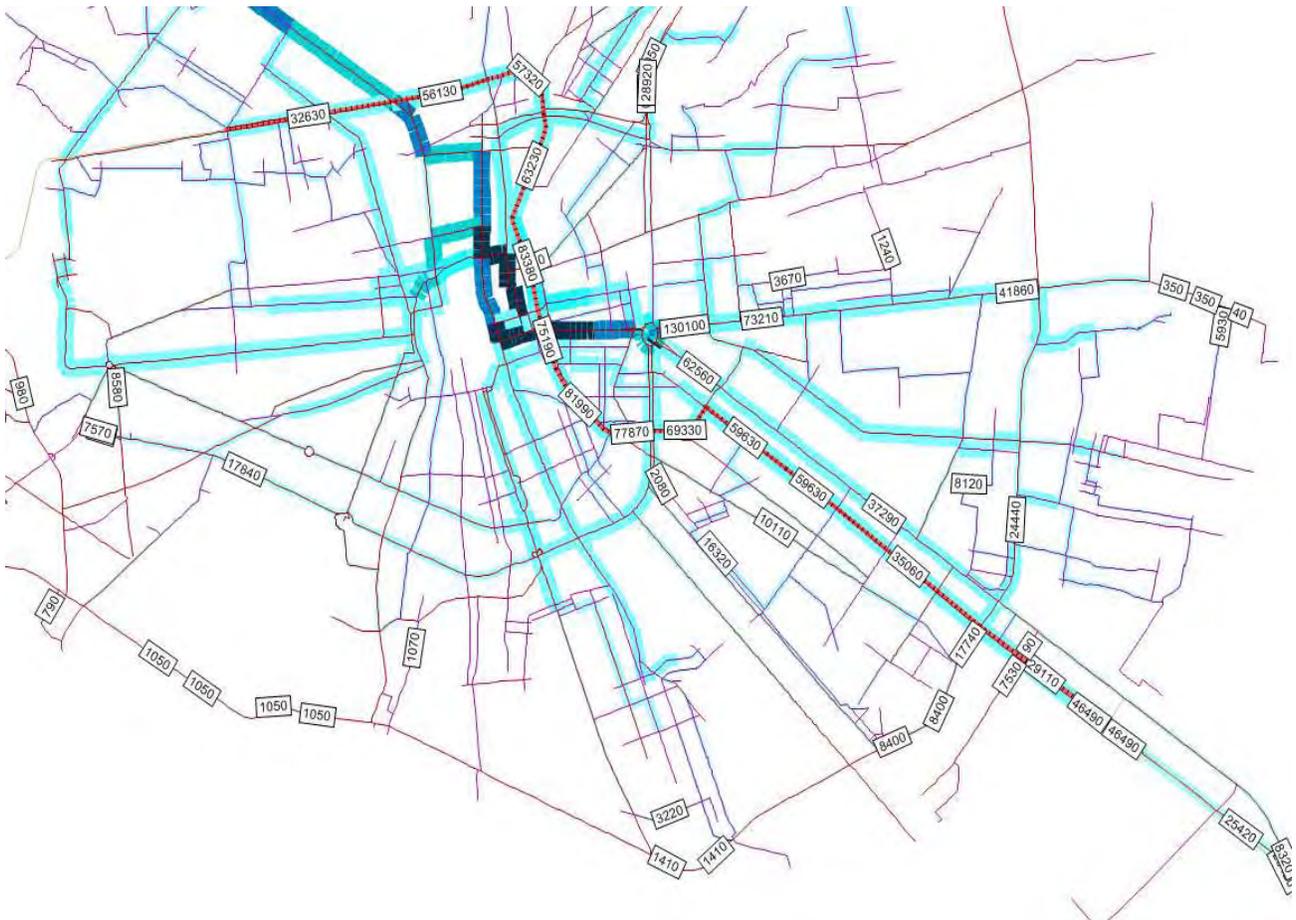


Figura 35 Alternativa C Volúmenes de pasajeros máximos diarios por sección

Los volúmenes diarios de viajes atendidos por cada ruta para esta opción se muestran en la tabla, la cual consigna para el Tren un mercado potencial de 167, 846 viajes por día.



RUTA	TSYS	DISTANCIA	#D	PAS-KM/AÑO	PAS-KM/DIA	VIAJES/ AÑO	VIAJES / DIA
TREN	Tren	28,386	2	294,008,439.88	805,502.58	61,270,360.00	167,864.00
Ruta 01	Bus	45,149	6	67,594,558.42	185,190.57	20,230,855.00	55,427.00
Ruta 02	Bus	47,131	4	80,762,576.91	221,267.33	25,621,905.00	70,197.00
Ruta 03	Bus	61,639	6	114,667,793.37	314,158.34	23,882,680.00	65,432.00
Ruta 04	Bus	32,410	2	101,960,674.25	279,344.31	22,515,390.00	61,686.00
Ruta 05	Bus	44,425	4	57,009,478.12	156,190.35	13,841,895.00	37,923.00
Ruta 06	Bus	43,816	6	284,157,815.86	778,514.56	55,609,940.00	152,356.00
Ruta 07	Bus	20,837	2	58,932,304.32	161,458.37	11,507,355.00	31,527.00
Ruta 08	Bus	56,648	4	157,258,794.02	430,846.01	36,438,315.00	99,831.00
Ruta 09	Bus	58,607	6	174,970,822.34	479,372.12	33,498,240.00	91,776.00
Ruta 10	Bus	34,090	4	34,908,412.76	95,639.49	11,873,450.00	32,530.00
Ruta 11	Bus	30,067	4	128,149,572.07	351,094.72	40,260,595.00	110,303.00
Ruta 12	Bus	38,281	4	117,413,154.38	321,679.88	55,013,165.00	150,721.00
Ruta 13	Bus	48,645	6	125,904,660.38	344,944.28	63,950,190.00	175,206.00
Ruta 15	Bus	52,913	4	26,985,820.21	73,933.75	6,937,555.00	19,007.00
Ruta 16	Bus	57,150	10	135,779,054.65	371,997.41	34,889,620.00	95,588.00
Ruta 17	Bus	33,918	2	90,456,677.61	247,826.51	25,904,050.00	70,970.00
Ruta 18	Bus	49,384	6	54,788,940.76	150,106.69	11,510,275.00	31,535.00
Ruta 19	Bus	49,929	4	62,473,891.29	171,161.35	16,634,510.00	45,574.00
Ruta 20	Bus	50,361	4	61,651,318.90	168,907.72	16,629,765.00	45,561.00
Ruta 21	Bus	41,664	4	72,620,633.60	198,960.64	17,886,460.00	49,004.00
Ruta 22	Bus	54,100	4	109,813,069.63	300,857.73	22,981,495.00	62,963.00
Ruta 23	Bus	41,663	4	54,118,767.91	148,270.60	12,012,880.00	32,912.00
Ruta 24	Bus	86,717	6	195,385,503.39	535,302.75	22,784,395.00	62,423.00
Ruta 25	Bus	37,729	4	28,871,450.73	79,099.87	5,982,350.00	16,390.00
Ruta 26	Bus	36,239	2	65,956,339.14	180,702.30	14,597,080.00	39,992.00
Ruta 27	Bus	48,926	4	61,760,813.42	169,207.71	13,880,950.00	38,030.00
Ruta 28	Bus	30,498	2	33,752,916.20	92,473.74	9,685,275.00	26,535.00
Ruta 29	Bus	24,264	2	5,292,552.56	14,500.14	1,032,220.00	2,828.00
Ruta 31	Bus	14,173	2	2,312,181.56	6,334.74	936,590.00	2,566.00
Ruta 33	Bus	27,417	4	11,277,981.70	30,898.58	5,973,955.00	16,367.00
Ruta 34	Bus	37,623	4	11,779,329.64	32,272.14	3,181,340.00	8,716.00
Ruta 35	Bus	19,532	2	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 13 Alternativa 3 Operación de rutas desde Prolg. Muñoz hasta Eje 114



7.2. Selección de la solución

Con base a la demanda preliminar obtenida en la simulación sobre rutas sin horarios es posible determinar la conveniencia de una u otra solución:

Opción	DISTANCIA m	%	Volumen diario	%	Tramo más cargado	Miles de Pasajeros por Km
A – Base	40.010	Base	237.575	Base	166,303	5.759
B - Larga	58,944	41%	253,172	4.31%	149,450	4.295
C-Mínima	30,224	-27.77%	167, 846	-30.36%	90, 319	5.553

Dadas las características anteriores, la opción C puede resultar más conveniente para la etapa inicial sobre las anteriores debido a que se cubren necesidades básicas de movimiento, evitando un desembolso excesivo en inversión al inicio cuya recuperación sería a lo largo del horizonte de planeación del proyecto; por otra parte el análisis entre las opciones A y B indican que la primera opción es más adecuada que la segunda ya que los extremos en la opción B mueven una fracción pequeña del pasaje; 8,040 pasajeros diarios en la sección Norte (a la Universidad) y 1,940 en la sección Sur (al Interpuerto) que representan un pasaje adicional de 5% contra un costo (longitud) del 41% adicional.

Con este resultado es posible afinar la simulación con una asignación más precisa que considere una asignación con horarios y que tenderá a un menor volumen.



8. MODELACIÓN BAJO POSTULADOS DE HORARIOS

Dada la aproximación obtenida en la modelación anterior que resulta en una selección de la alternativa más favorable, es necesario re-analizar dicha asignación con criterios realistas incorporando las características horarias de la demanda, así como de los servicios y suponiendo los horarios más adecuados para el servicio masivo en el proceso de diseño.

En esta etapa aún no se define la tecnología definitiva por lo que al sistema se le llama indistintamente Metro, Tren o Monoriel.

8.1. Lo anterior se desarrolla bajo los siguientes postulados

- Permanencia de las líneas con su operación actual
- La Asignación es el resultado de la libre competencia entre el tren y las líneas de autobuses (a tarifas iguales)
- Consideración del polígono de carga horario en la red

8.2. Resultados de la simulación para la alternativa “C” inmediata (más corta)

El resultado de la simulación define una demanda de 167,864 pax/día como demanda de diseño inicial para la alternativa C que es la más corta y de arranque inmediato.

Se presenta el detalle de tiempos, distancias, ascensos y descensos para cada sentido:

Dirección	Núm. Estación	Nombre Estación	Tiempo en estación	Tiempo inter estaciones previo	Tiempo acumulada	Distancia inter estaciones previa	Distancia acumulada	Pasaje sube/día	Pasaje que Baja/día
<	1	Prolg. Muñoz	0s	0s	0s	0,000	0,000	12678	0
<	2	Fray Diego de la Magdalena	20s	2min 40s	2min 40s	1851	1851	13205	2207
<	3	Pr. 20 de Nov.	20s	1min 30s	4min 30s	1112	2963	3368	2930
<	4	Río Santiago	20s	1min 20s	6min 10s	0,904	3867	5906	3887
<	5	Casa redonda	20s	1min 40s	8min 10s	1123	4990	2863	2802
<	6	Alameda	20s	1min 30s	10min	1007	5997	21882	11777
<	7	Lázaro Cárdenas	20s	50s	11min 10s	0,614	6611	3228	191
<	8	Río Española	20s	1min 20s	12min 50s	0,904	7515	868	4610
<	9	Diagonal sur	20s	40s	13min 50s	0,481	7996	2936	4008
<	10	Av. Industrias	20s	1min	15min 10s	0,691	8688	6480	5785
<	11	Topacio	20s	3min 30s	19min	2478	11166	426	16834
<	12	Periférico sur	20s	1min 50s	21min 10s	1274	12440	3706	7276
<	13	Eje 114	0s	3min 50s	25min 20s	2672	15112	0	15239

Tabla 14 Operación diaria de Nor Poniente a Sur Oriente

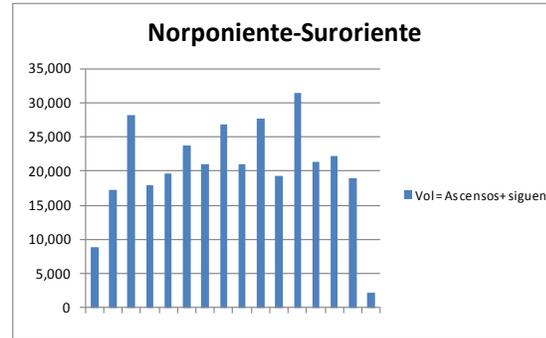
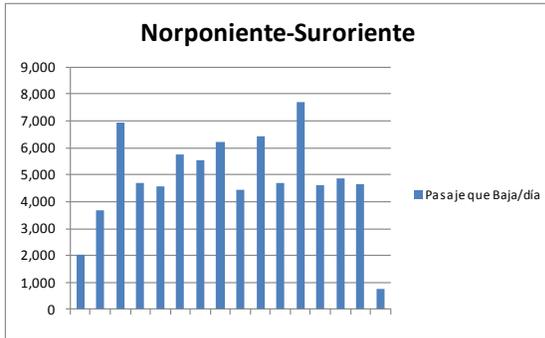


Figura 36 Ascensos y descensos horarios Nor Poniente a Sur Oriente

Dirección	Núm. Estación	Nombre Estación	Tiempo en estación	Tiempo inter estaciones previo	Tiempo acumulada	Distancia inter estaciones previa	Distancia acumulada	Pasaje sube/día	Pasaje que Baja/día
>	1	Eje 114	0s	0s	0s	0,000	0,000	13867	0
>	2	Periférico sur	20s	3min 50s	3min 50s	2672	2672	4516	2137
>	3	Topacio	20s	1min 50s	6min	1274	3946	8917	749
>	4	Av. Industrias	20s	3min 30s	9min 50s	2478	6424	11611	1217
>	5	Diagonal sur	20s	1min	11min 10s	0,691	7116	9649	2181
>	6	Río Españita Lázaro	20s	40s	12min 10s	0,481	7597	495	119
>	7	Cárdenas	20s	1min 20s	13min 50s	0,904	8501	786	4551
>	8	Alameda	20s	50s	15min	0,614	9115	29700	11401
>	9	Casa redonda	20s	1min 30s	16min 50s	1007	10122	1768	21855
>	10	Río Santiago	20s	1min 40s	18min 50s	1123	11245	1516	5407
>	11	Pr. 20 de Nov. Fray Diego de la Magdalena	20s	1min 20s	20min 30s	0,904	12149	5302	6057
>	12	Magdalena	20s	1min 30s	22min 20s	1112	13261	2192	14696
>	13	Prol. Muñoz	0s	2min 40s	25min 20s	1851	15112	0	19948

Tabla 15 Operación diaria de Sur Oriente a Nor Poniente

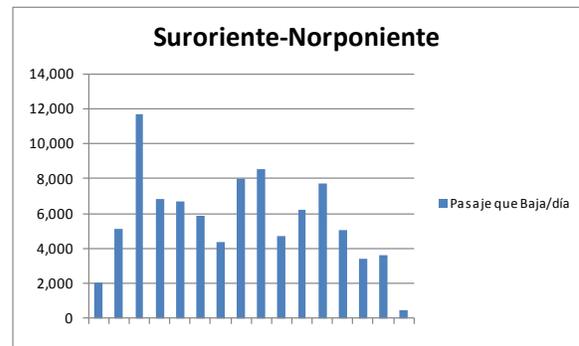
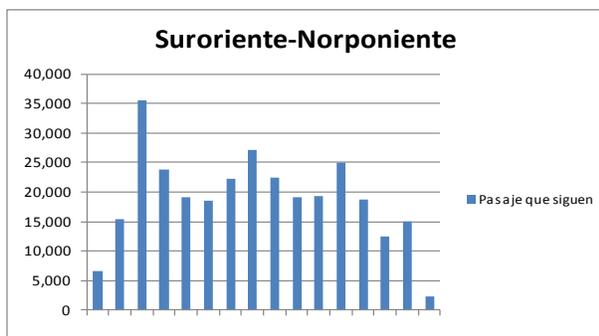


Figura 37 Ascensos Descensos horarios de Sur Oriente a Nor Poniente



Nombre Estación	Distancia Interestación	Tiempo Total	SUBEN EN HMD UN VEHÍCULO	BAJAN EN HMD UN VEHÍCULO	PAB DE UN VEHÍCULO EN HMD
Prolg. Muñoz	0,000	0.33	70	0	70
Fray Diego de la Magdalena	1,851	2.83	73	12	131
Pr. 20 de Nov.	1,112	2.83	19	16	134
Río Santiago	0,904	2.83	33	22	145
Casa redonda	1,123	1.83	16	16	145
Alameda	1,007	1.67	121	65	201
Lázaro Cárdenas	0,614	2.00	18	1	218
Río Española	0,904	1.83	5	26	197
Diagonal sur	0,481	1.17	16	22	191
Av. Industrias	0,691	1.67	36	32	195
Topacio	2,478	1.00	2	93	104
Periférico sur	1,274	1.33	21	40	84
Eje 114	2,672	3.83	0	84	0

Tabla 16 Operación horaria por estación en HMD Nor Poniente Sur Oriente

Nombre Estación	Distancia Interestación	Tiempo Total	SUBEN EN HMD UN VEHÍCULO	BAJAN EN HMD UN VEHÍCULO	PAB DE UN VEHÍCULO EN HMD
Eje 114	0,000	0.33	77	0	77
Periférico sur	2,672	2.17	25	12	90
Topacio	1,274	2.17	49	4	135
Av. Industrias	2,478	1.83	64	7	193
Diagonal sur	0,691	3.83	53	12	234
Río Española	0,481	1.33	3	1	236
Lázaro Cárdenas	0,904	1.67	4	25	215
Alameda	0,614	1.17	165	63	317
Casa redonda	1,007	1.83	10	121	206
Río Santiago	1,123	2.00	8	30	184
Pr. 20 de Nov.	0,904	1.67	29	34	180
Fray Diego de la Magdalena	1,112	1.83	12	81	111
Prolg. Muñoz	1,851	3.00	0	111	0

Tabla 17 Operación horaria por estación en HMD Sur Oriente Nor Poniente

En el análisis anterior se obtienen tienen las siguientes cifras descriptivas de la operación:

- El factor de Hora de máxima demanda respecto al día es de 11.083%
- La frecuencia propuesta es de 20 corridas por hora
- La capacidad teórica utilizada es de 316 pasajeros por tren



- El total de ascensos en una vuelta es de 929 pasajeros
- El total de ascensos en una hora es de 18,580 pasajeros

8.3. Diseño de la operación para la alternativa “C” inmediata (más corta)

La operación del sistema de transporte propuesto a base de Monorriel, se diseñó a partir de la demanda potencial que “preferiría” realizar sus viajes en la nueva modalidad; para fines de diseño se consideraron los siguientes conceptos de interés los cuales son necesarios para un diseño coherente de la operación:

- Se diseña la frecuencia operativa considerando giros completos
- La frecuencia considera el volumen de personas a lo largo del derrotero durante el giro completo, es decir, se considera la demanda atendida por los trenes que inician su operación en HMD y que pueden concluir el giro en dicho periodo o después de él.
- Se aplicó un diseño sistematizado de frecuencias (DSF), que permite valorar los volúmenes de demanda a lo largo del recorrido (giro completo).
- Se analizó la simulación de un estudio de Pasaje a Bordo (PAB) en HMD, el cual sirvió de base para el diseño operativo.

Carga de Simulación de Pasaje a Bordo (Un solo Vehículo en HMD)

Carácter	Núm	Nombre	Dist.Inter	Tipo	Tiempo	Pas.Suben	Pas.Bajan	A bordo
TERMINAL	I	Prolg. Muñoz	0	1	1	70	0	70
ESTACION	1	fray Diego de la Magda	1,851	1	2.83	73	12	131
ESTACION	2	Pr. 20 de Noviembre	1,112	1	2.83	19	16	134
ESTACION	3	Río Santiago	904	1	2.83	33	22	145
ESTACION	4	Casa Redonda	1,123	1	1.83	16	16	145
ESTACION	5	Alameda	1,007	1	1.67	121	65	201
ESTACION	6	Lázaro Cárdenas	614	1	2.00	18	1	218
ESTACION	7	Río Española	904	1	1.83	5	26	197
ESTACION	8	Diagonal Sur	481	1	1.17	16	22	191
ESTACION	9	Av. Industrias	691	1	1.67	36	32	195
ESTACION	10	Topacio	2,478	1	1.00	2	93	104
ESTACION	11	Periférico Sur	1,274	1	1.33	21	40	85
ESTACION	12	Eje 114	2,672	1	3.83	0	85	0
ESTACION	13	Eje 114	0	1	1.00	77	0	77
ESTACION	14	Periférico Sur	2,672	1	2.17	25	12	90
ESTACION	15	Topacio	1,274	1	2.17	49	4	135
ESTACION	16	Av. Industrias	2,478	1	1.83	64	7	192
ESTACION	17	Diagonal Sur	691	1	3.83	53	12	233
ESTACION	18	Río Española	481	1	1.33	3	1	235
ESTACION	19	Lázaro Cárdenas	904	1	1.67	4	25	214
ESTACION	20	Alameda	614	1	1.17	165	63	316
ESTACION	21	Casa Redonda	1,007	1	1.83	10	121	205
ESTACION	22	Río Santiago	1,123	1	2.00	8	30	183
ESTACION	23	Pr. 20 de Noviembre	904	1	1.67	29	34	178
ESTACION	24	Fray Diego de la Magd	1,112	1	1.83	12	81	109
TERMINAL	II	Prolg. Muñoz	1,851	7	3.00	0	109	0

Número de Paradas	Aforo en la HMD
25	20

Tiempo vuelta (min):	50.32
Ascensos:	929
Máx ocupación:	316
Longitud (m):	30,222

5

✓ RUTA ACTIVADA

✗ RUTA DISPONIBLE

Nombre del archivo

Ferrocarril SLP

La carga del estudio de Pasaje A Bordo, permite el diseño de un giro completo para un vehículo



representativo de la flota, el cual opera en condiciones de Máxima Demanda es decir en Hora Pico..

En la tesis de que la demanda se comporta bajo un patrón uniforme en la hora pico, se infiere que durante el proceso de diseño de la frecuencia óptima, la estación Alameda será la sección más concurrida por la demanda con 316 pasajeros, esto es, el mayor número de usuarios pasan por dicha estación.

Por otra parte se observa que el tiempo invertido por el Monorriel, al realizar el giro completo es de 51 min. Aproximadamente con un recorrido de 30.22 km considerando ambos sentidos.

La frecuencia de ensayo fue de 20 veh/hra., con un intervalo de paso de 3min.

Selección del Vehículo (Tren - Monorriel)

MOR 2M8	VEHICULOS APLICABLES EN EL ANÁLISIS DE LA FRECUENCIA OPERATIVA		<i>Pasajeros</i>										
SERVICIO: <i>Ferrocarril SLP</i>		<i>Prolg. Muñoz-Eje 114</i> DIAGNOSTICO											
Si desea alguna modificación, haga clic en "CAMBIOS"													
ESPECIFICACIONES GENERALES		UNIDAD MÓVIL	PARÁMETROS OPERATIVOS										
Vehículo: MR Monorriel Flota actual: 18 Veh (Inventario) Combustible: <i>Electricidad</i> Rendimiento: 7.0 km / KWH Consumo por día: 74 KWH / unidad Vehículos operando: 18 Cifra aplicada Factores de ajuste: Del costo mecánico: 2.00 (Convoy ligero) Factor de corrección del mantenimiento: 1.0 (uso normal) Factor de corrección por las condiciones de la topografía local: 1.0 (terreno plano)		DATA: <i>23/08/2010</i>	Vehículo Tipo: <i>Monorriel</i> Clave MR Capacidad (pas) 315 Velocidad de marcha (km/hr) 60 Núm de puertas: 6 Sobrecarga: 105% Fuente de poder: <i>Electricidad</i>										
			<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">Clave</td> <td style="text-align: center;">MR</td> </tr> <tr> <td>Capacidad media</td> <td style="text-align: center;">300</td> </tr> <tr> <td>Velocidad</td> <td style="text-align: center;">60</td> </tr> <tr> <td>Núm puertas</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td>Ocupación</td> <td style="text-align: center;">105%</td> </tr> </table> <p style="text-align: center; font-size: small;">Se acepta diferencia en Vc.</p>	Clave	MR	Capacidad media	300	Velocidad	60	Núm puertas	6	Ocupación	105%
Clave	MR												
Capacidad media	300												
Velocidad	60												
Núm puertas	6												
Ocupación	105%												

Figura 2. Especificaciones generales del vehículo original

Para la selección del vehículo (Tren o Monorriel) se ensayo un número de 18 vehículos, los cuales son revisados en el ensayo de frecuencias, dichos vehículos se espera que puedan atender el 100% de la demanda en hora pico; tal como se observa la capacidad unitaria es de 315 pasajeros (sentados y parados), una velocidad en marcha de 60 km/hr, la cual representa una velocidad comercial de 35.8 km/hr; si bien el número de puertas del vehículo (6), permite una mayor



velocidad entre los ascensos y los descensos, estos son independientes en el tiempo del giro y en consecuencia de la velocidad comercial, ya que el tiempo de permanencia en las estaciones se consideró de 20seg.

La sobre carga de 5% en el monorriel obedece al supuesto que se presente dicha situación; el 5% permite 15 pasajeros por encima del 100% de la capacidad unitaria del vehículo.

Al hacer el análisis de *DIAGNOSTICO* se tomó como unidad actual, el **Monorriel** bajo las siguientes condiciones de trabajo:

Frecuencia máxima = 20
 Capacidad máxima = 315 pasajeros.
 Velocidad comercial = 35.8 km / hr. Velocidad detectada o aceptada para el análisis
 Consumo diario = 74 Electricidad: Unidades = (KWH):
 Número de puertas = 6
 Nivel de ocupación = 105% sobre el máximo posible. Giros completos = 17

(*) Nota.- Se considera práctico admitir una leve sobrecarga.

Además de lo anterior, se hicieron consideraciones de apego a un servicio típico (normal) o atípico. Para ello se manejaron los siguientes tres factores de corrección (el valor 1.0 es el normal):

Factor de costo mecánico = 2.0 apego atípico (Monorriel)
 Factor de costo mantenimiento = 1.0 apego normal (uso normal)
 Factor de condición topográfica = 1.0 apego normal (terreno plano)

(Nota.- Estos factores quedan sujetos a la ratificación del fabricante del equipo)

Los tres afectan los costos unitarios con los que se hacen las evaluaciones respectivas, incluyendo la cuantificación de la tarifa operativa.

DISTRIBUCION DEL TIEMPO DE LAS UNIDADES

CONCEPTO	HORAS.min	%
Cobertura	15.00	100%
Tiempo ocupado	14.15	94%
Tiempo libre	0.39	6%

HORARIO ACTIVO

(DATOS SUPUESTOS)

PROGRAMA	HORA.min
Primera salida	6.00
Ultima llegada	21.00
Tiempo muerto	0.00

La sensibilidad de la operación permitió establecer una frecuencia máxima permisible de 20 veh/hra; así mismo la sensibilidad de la velocidad de 35.80 km/hr, está en función de eventos ajenos a la operación manual del monorriel; para el análisis de sensibilidad operativa se consideraron conceptos que aluden a la semaforización y posibles tiempos en terminales, lo cual depende directamente de un programa operativo, no obstante conviene que sean revisados una vez que se tenga certeza de la tecnología que se adopte en los despachos vehiculares.

“Diseño Operativo de la frecuencia”



MOR 2MS	Ferrocarril SLP	Prolg. Muñoz-Eje 114	CALIBRADORES		23/08/10	Aforo en HMD		
TRIL 1ª ETAPA			Maniobra (min)	5	Flota activa:	20		
Longitud (en metros) =	30,222	Tiempo neto / vuelta (min) =	50.3	Factor vueltas	1.00	Flota activa: 18		
Número de paradas =	24	Ascenso observado (pas) =	929	Ascensos:	1.00	Monorriel MR		
Giros observados =	17	Máx ocupac. observ. (pas) =	316	Captación:	1.00	Frec Máx recom: 20		
Giros posibles =	17	Anote captación estimada =		Tiempo:	0.25	Capacidad (pas/veh): 331		
Diagnóstico <input checked="" type="radio"/>	1	DIAGNOSTICO		Holgura T-A/D	5	Velocidad observada : 36.0		
Propuesta <input type="radio"/>	1	Fase de proceso: Calibración				Velocidad calculada : 35.8		
				20	Monitoreo de Fo	60		
						Ventana Vop		
			SELECCIÓN: Fo =	20	Pas / km / Fo:	30.7		
					20	Veh / HMD		
			X	Se acepta diferencia en Vc.				
			Frecuencia (Fo) =	20				
			Intervalo (en minutos) =	3.0				
			Núm de vehiculos (netos) =	18				
			Tiempo real de vuelta (min) =	51				
			Pasajeros.-					
			por vuelta =	929				
			por veh / día =	15,793				
			en la HMD =	18,580				
			Nivel de sincronía O / D =	100%				
			Ocupación (máx pas / veh) =	316				
Figura 3.								
Análisis de Frecuencia								
DIAGNOSTICO								
	Frecuencia	Número vehiculos	Tiempo giro	Pas / vuelta	Pas / HMD	Pas / veh / día	Ocupación	Sincr. O / D
Valores adoptados:	20	18	51	929	18,580	15,793	316	100%
El análisis en proceso es por paradas								

Se realizó un siguiente ensayo para determinar la frecuencia optima, que permitiera brindar un servicio adecuado a los potenciales usuarios del tren sin demanda remanente; la frecuencia revisada y validada fue de 20 veh/hra con la cual se garantiza una movilidad de 18,580 pasajeros en HMD; una ocupación máxima vehicular de 316 pasajeros; 929 pasajeros servidos en cada giro y una captación estimada al día de 15,793 pasajeros por vehículo.

Es posible que la capacidad instalada para atender la demanda en hora pico, permita un margen de atención mayor a lo calculado, lo anterior derivado de la sensibilidad del intervalo de paso, es decir, el volumen de pasajeros máximos que se pueden mover antes de variar la frecuencia de operación a la frecuencia inmediata superior, en este contexto, los pasajeros por vuelta que puede manejar cada vehículo es de 929 a un máximo de 1050.

En la siguiente figura se resumen algunos valores de la operación del Monorriel.



COMENTARIO SOBRE EL PROCESO DE ANÁLISIS

FASE: DIAGNOSTICO DEL SERVICIO ACTUAL

El análisis de la operación del servicio **Prolog. Muñoz-Eje 114**

El análisis fue efectuado por paradas
Se basó en los siguientes parámetros:

Tipo de vehículo: **Monorriel**

Capacidad (pas/veh): 331 con un índice máximo de ocupación de 316 pas/HMD y con una sincronización entre la oferta y la demanda de 100% conforme a los datos observados.

Velocidad comercial: 35.8 km/hr. Esto correspondería con una velocidad de operación V_{op} del orden de: 60.0 km/hr. **(la velocidad consignada corresponde al momento de la observación).**

Para establecer las condiciones de diagnóstico del caso, se aplicaron varias frecuencias de trabajo; destacando entre ellas: veh / HMD. 20 se indica como opera en el presente). Lo anterior corresponde al siguiente intervalo de despacho: minutos, 3 HMD.

De las opciones revisadas se adoptó la Frecuencia de DIAGNOSTICO de 20 veh/HMD; o sea, Intervalo = 3.0 min contabilizándose 17 giros / veh durante la observación.

Así, se tienen los siguientes resultados más probables: 929 Pas / vuelta en la HMD.
Por lo tanto, para 17 Giros en el día la captación es de 15,793 Pas / veh / día hábil y 15,793 pas / día estándar,
284,274 Pas / totales en día hábil, de toda la flota observada.
Que corresponde a: 18,580 Pas / HMD con una cobertura de casi: 100%

Para calibrar se asumieron los siguientes parámetros operativos: 1.00 sobre el número de vueltas posibles,
1.00 para los ascensos por vuelta,
1.00 para la captación por día y
0.25 para el tiempo en el tramo analizado.

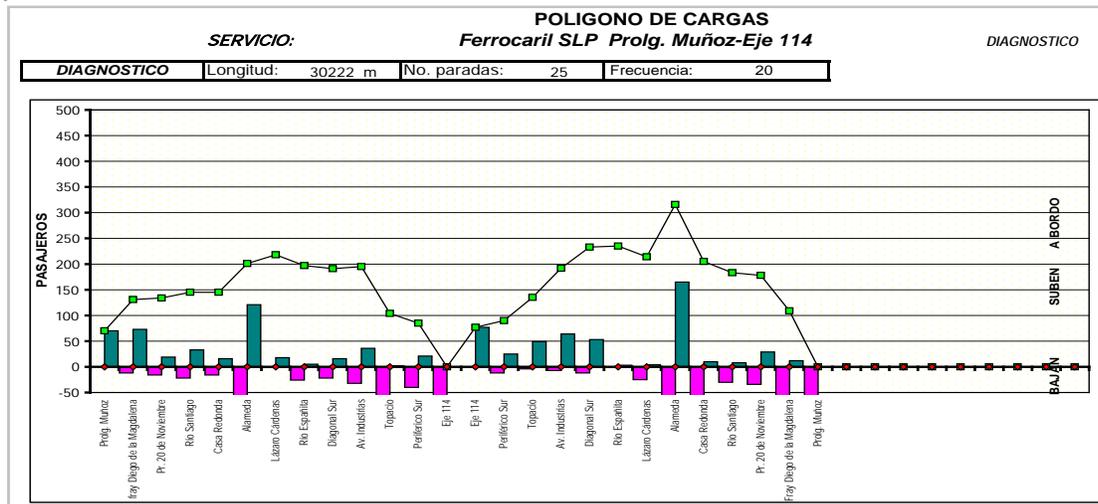
La relación Pasajeros por veh y kilómetro en la HMD / Frecuencia = 30.7 la cual es excelente.
La holgura en tiempo de parada es de 5 seg y el tiempo de maniobra en ambas Terminales es de 5 min c/u.
Esto implica una espera promedio de 1.5 minutos / pasajero en las paradas. Además de ello, se estima un recorrido medio diario por unidad de 514 kilómetros en el servicio, con las 17 vueltas diarias

Las unidades netas requeridas en esta operación son: 18 sin vehículos de reserva.
La flota que manifiesta registrada la ruta consiste en: 18 veh del tipo Monorriel, lo que sugiere aumentar la flota.
La captación lograda es excelente y no precisa de más análisis. No obstante lo anterior, debe verificarse la persistencia de alguna demanda marginal.

Del resumen anterior se hace referencia a la capacidad máxima del monorriel la cual es de 316 pasajeros, los 331 pasajeros que se mencionan únicamente se consideran en caso de que se presenten demandas atípicas las cuales son absorbidas por la sensibilidad del intervalo tal como se menciono anteriormente.

Por otra parte se aumentara el tamaño de la flota a 20 vehículos (monorriel) para cubrir la falta de operación de algún vehículo por cuestión de mantenimiento y/o composturas.

“Polígono de Cargas”



El polígono de carga permite identificar las paradas con mayor demanda; la sección o punto de máxima ocupación; los pasajeros a bordo de la unidad; y las estaciones en donde se presenta el mayor número de movimientos; sobre salen tres estaciones Alameda, Río Española y Casa Redonda; es conveniente el análisis respecto a las conexiones para el transbordo en dichas estaciones con la finalidad de promover acciones que optimicen y faciliten el flujo de personas.

Por otra parte el punto de máxima ocupación se da en la estación Alameda con 316 personas como se mencionó anteriormente.

“Polígono de velocidades”

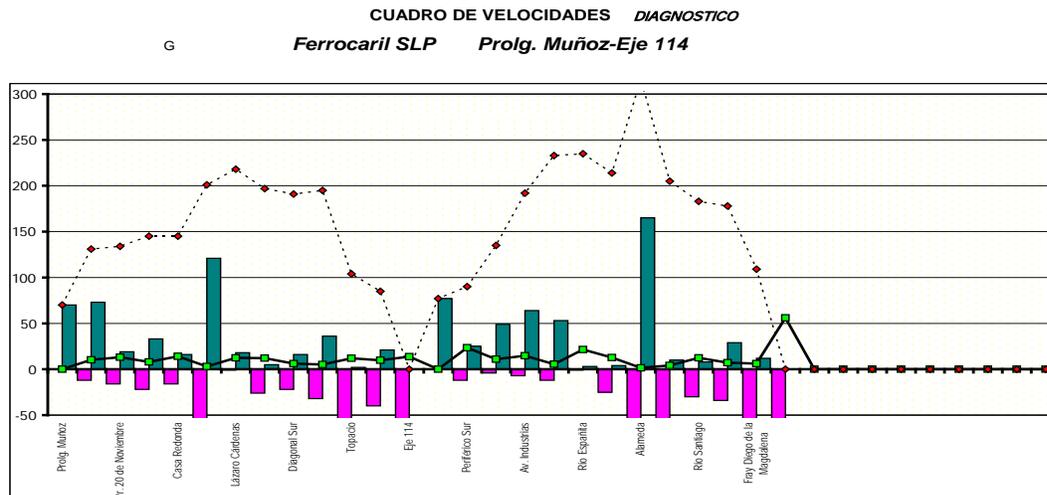


Figura 5. Velocidad comercial calculada = 35.8 km / hora. (Velocidad mínima aceptable = 15 km / hr).

El polígono de velocidades permite determinar las estaciones en los cuales se presenta una disminución considerable en la velocidad comercial, por debajo de los 10 km/hr se tienen los tramos cercanos a las siguientes estaciones:

- Río Santiago 7.9 km/hr; Alameda 4.5 Km/hr; Diagonal Sur 6.1 Km/hr; Av. Industrias 6.00 Km/hr

Es conveniente revisar las condiciones generales de la operación en la implementación del



proyecto para asegurar el cumplimiento de los parámetros antes mencionados.

“Base para diseñar el cuadro de horarios”

BASES DEL PROGRAMA UNITARIO		DATOS DEL PROYECTO Y ESTATUS: <i>DIAGNOSTICO</i>	
Primera salida Term II =	6.00	horas	PROYECTO: Ferrocarril SLP RUTA: Prolg. Muñoz-Eje 114 FLOTA: Flota default
Última salida Term II =	21.30	horas	
Primera salida Term I =	6.00	horas	
Última salida Term I =	21.00	horas	
Desfase de las salidas =	0	minutos	
Frecuencia base =	20	en HMD	
Vehículos netos =	18	Monorriel	
Reserva operativa =	1	vehículo	
Captación en HMD =	18,580	pasajeros	
DATOS OPERATIVOS:		TERMINAL I	TERMINAL II
Gestión de terminales (veh) =	18	14	4
Intervalo en HMD (min) =	3.0	Operación en 2 Terminales	
Vehículos adicionales =	0	0	0
Tiempo de giro = 50.3 Min. desde :		27.2	29.1
Servicios diarios operados =		0	0
Giros medios vehículo / día =	7	Suma veh a T II	
Vehículos totales =	18	Máx valor de i = 20	

Los valores son los del último cálculo.

CUADRO BASE DE LA PROGRAMACIÓN

La programación del servicio de la Ruta Prolg. Muñoz-Eje 114 obedeció a los siguientes parámetros.

La Frecuencia operativa en la HMD será de: 20 unidades; o sea, con un intervalo de 3 minutos.

Los horarios de servicio serán los siguientes:

Primera salida de la Terminal II: 6.00 horas.
 Última salida de la Terminal II: 21.30 horas.
 Primera salida de la Terminal I: 6.00 horas.
 Última salida de la Terminal I: 21.00 horas.

Los tiempos de trayecto (min) = 27.2 desde T-I y 29.1 desde T - II.

De acuerdo con los cálculos efectuados las condiciones de operación establecen:

La dimensión de la flota asignada consta de 18 vehículos netos más 1 de reserva.

El número aproximado de servicios durante la jornada aún no es cuantificable

Como propuesta para el diseño del cuadro de horarios, se presentan las condiciones de salida en cada una de las terminales, el número de vehículos y los horarios para la prestación del servicio

En las siguientes figuras se observa el comportamiento operacional de la solución para el arranque



del sistema (una vez estabilizado).

CONCEPTO	ACTUAL
No	1
Servicio	TREN SLP
Demanda/Día VISUM	167,846
% HMD	11.08%
Demanda (HMD)	18,604
Tipo Vehículo	TREN/ MONORRIEL
Capacidad Sentados y Parados	316
Frecuencia Propuesta	20
Tiempo de Vuelta (hrs)	0.88
No Vehículos Operando	18
Vehículos de Reserva	2
Demanda/Vehículo (HMD)	1,053
Demanda Potencial Atendida en HMD	18,604
Demanda día/Vehículo (Pas)	15,793
Capacidad (Pasajeros) Instalada	279,010
No. De Vueltas /Veh.	17
% Demanda Remanente	0
No. De paradas	11
No. De terminales	2
Distancia media entre paradas (m)	1,231
Velocidad comercial km/hr	36.8
Velocidad marcha km/hr	60
Espera media (min)	2.5
Distancia total (viaje/pasajero)	7,327

Tabla 18 Solución operacional del Tren actual y futura

En la tabla se observa que en la HMD se generan 18,604 viajes, en virtud de que el volumen de viajes que soporta el diseño de operación actual es bajo el supuesto de una demanda potencial de acuerdo a un modelo de selección modal, será necesario considerar las variables pertinentes para ajustar el número de vehículos en la situación futura.

8.4. Resultados de la simulación para la alternativa “A” más favorable a largo plazo

En esta simulación se incorporan los comportamientos correspondientes a operación con horarios y mayor precisión en los recorridos la demanda tratada es de 191, 693 pasajeros al día; esta alternativa es la más recomendable a largo plazo y es la que se usará para la evaluación económica, dado el horizonte de la solución. Se describen en seguida los comportamientos modelados para el tren.



8.4.1. Parámetros operativos

Carácter	Núm	Nombre	Dist.Inter	Tipo	Tiempo	Pas.Suben	Pas.Bajan	A bordo
TERMINAL	I	Nuevo Desarrollo	0	1	0.33	2	0	2
ESTACION	1	Morales-Saucito	1,790	1	2.83	62	0	64
ESTACION	2	Prolg. Muñoz	1,773	1	2.83	55	9	110
ESTACION	3	Fray Diego de la Magd	1,851	1	2.83	53	19	144
ESTACION	4	20 de Noviembre	1,112	1	1.83	14	13	145
ESTACION	5	Río Santiago	903	1	1.67	26	22	149
ESTACION	6	Casa Redonda	1,123	1	2.00	13	18	144
ESTACION	7	Alameda	1,007	1	1.83	99	69	174
ESTACION	8	Lázaro Cárdenas	614	1	1.17	14	1	187
ESTACION	9	Río Española	905	1	1.67	4	22	169
ESTACION	10	Diagonal Sur	481	1	1.00	13	19	163
ESTACION	11	Av. Industrias	691	1	1.33	30	29	164
ESTACION	12	Dalia	2,478	1	3.83	2	75	91
ESTACION	13	Periférico Sur	1,274	1	2.17	18	33	76
ESTACION	14	Eje 118	2,672	1	4.17	0	75	1
ESTACION	15	Tren LP 1	1,317	1	2.17	0	1	0
ESTACION	16	Tren SLP 1	0	1	0.00	5	0	5
ESTACION	17	Eje 118	1,316	1	2.17	74	0	79
ESTACION	18	Periférico Sur	2,673	1	2.17	19	11	87
ESTACION	19	Dalia	1,274	1	1.83	40	3	124
ESTACION	20	Av. Industrias	2,478	1	3.83	50	6	168
ESTACION	21	Diagonal Sur	691	1	1.33	46	10	204
ESTACION	22	Río Española	481	1	1.67	2	1	205
ESTACION	23	Lázaro Cárdenas	905	1	1.17	5	20	190
ESTACION	24	Alameda	614	1	1.83	154	51	293
ESTACION	25	Casa Redonda	1,007	1	2.00	8	96	205
ESTACION	26	Río Santiago	1,122	1	1.67	9	23	191
ESTACION	27	20 de Noviembre	904	1	1.83	26	27	190
ESTACION	28	Fray Diego de la Magd	1,112	1	3.00	10	59	141
ESTACION	29	Prolg. Muñoz	1,851	1	3.00	2	85	58
ESTACION	30	Morales-Saucito	1,773	1	2.83	0	58	0
TERMINAL	II	Nuevo Desarrollo	1,790	7	2.83	0	0	0

Número de Paradas	Aforo en la HMD
31	24

Tiempo vuelta (min):	66.49
Ascensos:	855
Máx ocupación:	293
Longitud (m):	39,982

RUTA ACTIVADA

: RUTA DISPONIBLE

Nombre del archivo

Ferrocarril Etapa I

Nuevo Desarrollo - Tren SLP I
TREN SAN LUIS POTOSI

Figura 1.

La carga del estudio de Pasaje A Bordo, permite el diseño de un giro completo para un vehículo representativo de la flota, el cual opera en condiciones de Máxima Demanda es decir en Hora Pico.

En la tesis de que la demanda se comporta bajo un patrón uniforme en la hora pico, se infiere que durante el proceso de diseño de la frecuencia óptima, la estación Alameda será la sección más concurrida por la demanda con 293 pasajeros, esto es, el mayor número de usuarios pasan por dicha estación.

Por otra parte se observa que el tiempo invertido por el Monorriel, al realizar el giro completo es de 66.5 min. Aproximadamente con un recorrido de 39.98 km considerando ambos sentidos.

La frecuencia de ensayo fue de 24 veh/hra., con un intervalo de paso de 2.5 min.



MOR
2M8

VEHICULOS APLICABLES EN EL ANÁLISIS DE LA FRECUENCIA OPERATIVA

Pasajeros

SERVICIO: *Ferrocarril Etapa I*

Nuevo Desarrollo - Tren SLP I **DIAGNOSTICO**

Si desea alguna modificación, haga clic en "CAMBIOS"

ESPECIFICACIONES GENERALES			UNIDAD MÓVIL	PARÁMETROS OPERATIVOS	
Vehículo:	<i>MR</i>	Monorriel		Vehículo Tipo:	<i>Monorriel</i>
Flota actual:	28	Veh (Inventario)	<i>DATA:</i>	Clave	<i>MR</i>
Combustible:	<i>Electricidad</i>		<i>06/09/2010</i>	Capacidad (pas)	<i>300</i>
Rendimiento:	5.5	km / KWH		Velocidad de marcha (km/hr)	<i>60</i>
Consumo por día:	95	KWH / unidad		Núm de puertas:	<i>6</i>
Vehículos operando:	28	Cifra aplicada		Ocupación:	<i>100%</i>
Factores de ajuste:				Fuente de poder:	<i>Electricidad</i>
Del costo mecánico:	2.00	(Convoy ligero)			
Factor de corrección del mantenimiento:	<i>1.0</i>	(uso normal)		Clave	<i>MR</i>
Factor de corrección por las condiciones de la topografía local:	<i>1.0</i>	(terreno plano)		Capacidad media	<i>300</i>
				Velocidad	<i>60</i>
				Núm puertas	<i>6</i>
				Ocupación	<i>100%</i>

Se acepta diferencia en Vc.

Figura 2. Especificaciones generales del vehículo original

Para la selección del vehículo (Tren o Monorriel) se ensayo un número de 28 vehículos, los cuales son revisados en el ensayo de frecuencias, dichos vehículos se espera que puedan atender el 100% de la demanda en hora pico; tal como se observa la capacidad unitaria es de 300 pasajeros (sentados y parados), una velocidad en marcha de 60 km/hr, la cual representa una velocidad comercial de 36.10 km/hr; si bien el número de puertas del vehículo (6), permite una mayor velocidad entre los ascensos y los descensos, estos son independientes en el tiempo del giro y en consecuencia de la velocidad comercial, ya que el tiempo de permanencia en las estaciones se consideró de 20seg.



Al hacer el análisis de *DIAGNOSTICO* se tomó como unidad actual, el **Monorriel** bajo las siguientes condiciones de trabajo: **(Nota.- El tipo de vehículo fue anotado arriba;**

Frecuencia máxima = 24
 Capacidad máxima = 300 pasajeros.
 Velocidad comercial = 36.1 km / hr. Velocidad detectada o aceptada para el análisis
 Consumo diario = 95 Electricidad: Unidades = (KWH):
 Número de puertas = 6
 Nivel de ocupación = 100% sobre el máximo posible. Giros completos = 13

Además de lo anterior, se hicieron consideraciones de apego a un servicio típico (normal) o atípico. Para ello se manejaron los siguientes tres factores de corrección (*el valor 1.0 es el normal*):

Factor de costo mecánico = 2.0 apego atípico (Monorriel)
 Factor de costo mantenimiento = 1.0 apego normal (uso normal)
 Factor de condición topográfica = 1.0 apego normal (terreno plano)
 (Nota.- Estos factores quedan sujetos a la ratificación del fabricante del equipo)

Los tres afectan los costos unitarios con los que se hacen las evaluaciones respectivas, incluyendo la cuantificación de la tarifa operativa.

DISTRIBUCION DEL TIEMPO DE LAS UNIDADES

CONCEPTO	HORAS.min	%
Cobertura	15.00	100%
Tiempo ocupado	14.24	95%
Tiempo libre	1.40	5%

SET Consulting, S.C.

HORARIO ACTIVO

(DATOS SUPUESTOS)

PROGRAMA	HORA.min
Primera salida	6.00
Ultima llegada	21.00
Tiempo muerto	0.00

La sensibilidad de la operación permitió establecer una frecuencia máxima permisible de 24 veh/hra; así mismo la sensibilidad de la velocidad de 36.10 km/hr, está en función de eventos ajenos a la operación manual del monorriel; para el análisis de sensibilidad operativa se consideraron conceptos que aluden a la semaforización y posibles tiempos en terminales, lo cual depende directamente de un programa operativo, no obstante conviene que sean revisados una vez que se tenga certeza de la tecnología que se adopte en los despachos vehiculares

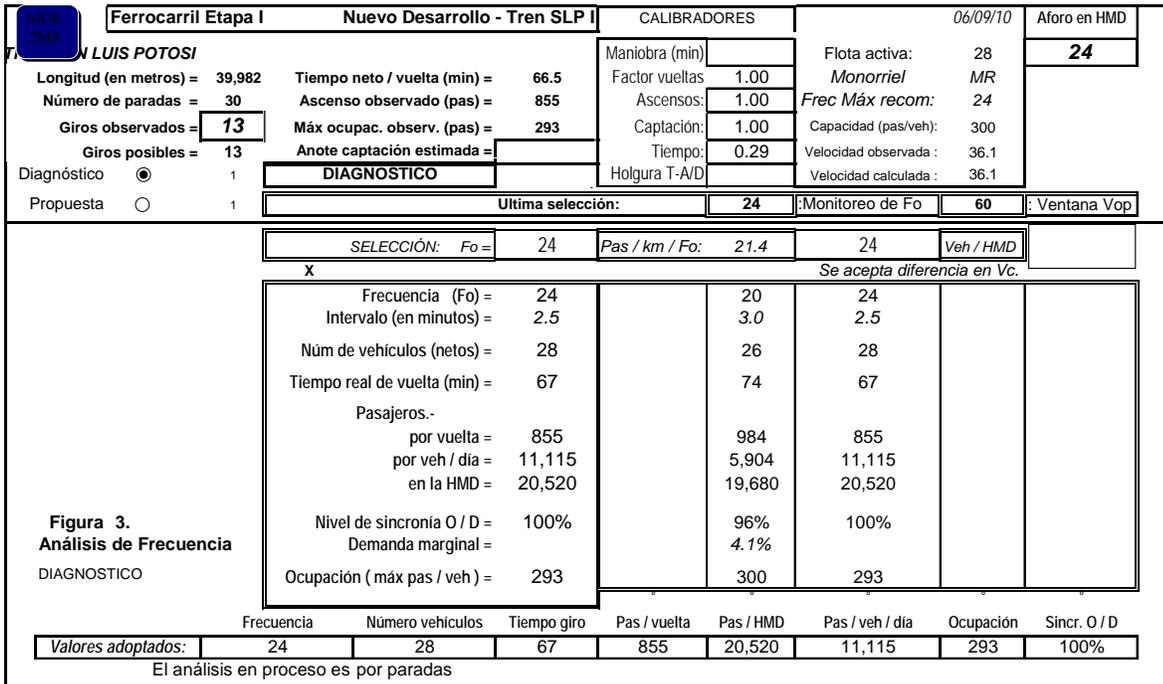


Figura 3.
Análisis de Frecuencia
DIAGNOSTICO

Se realizó un siguiente ensayo para determinar la frecuencia optima, que permitiera brindar un servicio adecuado a los potenciales usuarios del tren sin demanda remanente con un numero de giros de 13 para cada vehiculo; la frecuencia revisada y validada fue de 24 veh/hra con la cual se garantiza una movilidad de 20,520 pasajeros en HMD; una ocupación máxima vehicular de 293 pasajeros; 855 pasajeros servidos en cada giro y una captación estimada al día de 11,115 pasajeros por vehículo.

Es posible que la capacidad instalada para atender la demanda en hora pico, permita un margen de atención mayor a lo calculado, lo anterior derivado de la sensibilidad del intervalo de paso, es decir, el volumen de pasajeros máximos que se pueden mover antes de variar la frecuencia de operación a la frecuencia inmediata superior, en este contexto, los pasajeros por vuelta que puede manejar cada vehículo es de 855 a un máximo de 960.

En la siguiente figura se resumen algunos valores de la operación del Monorriel



COMENTARIO SOBRE EL PROCESO DE ANÁLISIS

FASE: DIAGNOSTICO DEL SERVICIO ACTUAL

El análisis de la operación del servicio **Nuevo Desarrollo - Tren SLP I**

El análisis fue efectuado por paradas
Se basó en los siguientes parámetros:

Tipo de vehículo: **Monorriel**

Capacidad (pas/veh): 300 con un índice máximo de ocupación de 293 pas/HMD y con una sincronización entre la oferta y la demanda de 100% conforme a los datos observados.

Velocidad comercial: 36.1 km/hr. Esto correspondería con una velocidad de operación Vop del orden de: 60.0 km/hr.
(la velocidad consignada corresponde al momento de la obsección).

Para establecer las condiciones de diagnóstico del caso, se aplicaron varias frecuencias de trabajo; destacando entre ellas:
20 24 se indica como opera en veh / HMD. Lo anterior implica los siguientes intervalos de despacho :
3.0 2.5 HMD.

De las opciones revisadas se adoptó la Frecuencia de DIAGNOSTICO de 24 veh/HMD; o sea, Intervalo = 2.5 min
contabilizandose 13 giros / veh durante la observación. (*) Intervalo opcional = 5.0 Vehículo doble

Así, se tienen los siguientes resultados más probables: 855 Pas / vuelta en la HMD.
Por lo tanto, para 13 Giros en el día la captación es de 11,115 Pas / veh / día hábil y 9,527 pas / día estándar,
311,220 Pas / totales en día hábil, de toda la flota observada.
Que corresponde a: 20,520 Pas / HMD con una cobertura de casi: 100%

Para calibrar se asumieron los siguientes parámetros operativos: 1.00 sobre el número de vueltas posibles,
1.00 para los ascensos por vuelta,
1.00 para la captación por día y
0.29 para el tiempo en el tramo analizado.
La relación Pasajeros por veh y kilómetro en la HMD / Frecuencia = 21.4 la cual es excelente.

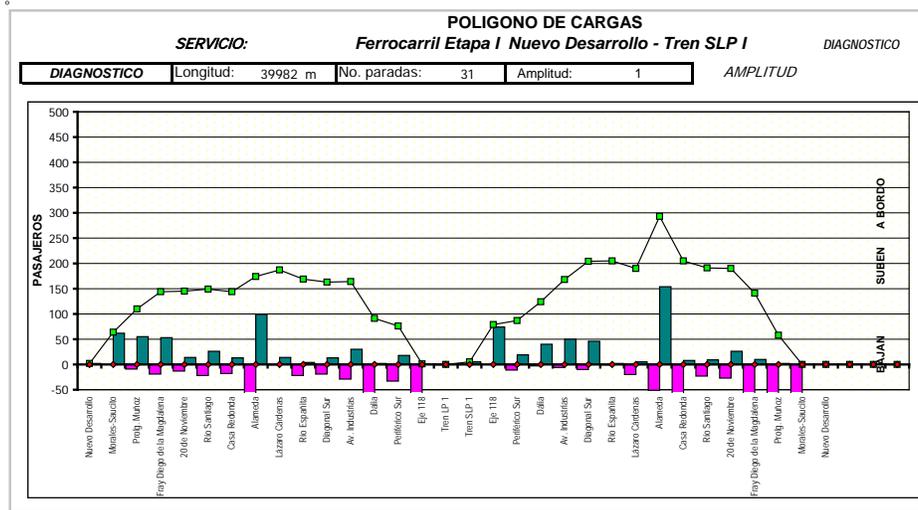
La holgura en tiempo de parada es de 0 seg y el tiempo de maniobra en ambas Terminales es de 0 min c/u.
Esto implica una espera promedio de 1.3 minutos / pasajero en las paradas. Además de ello, se estima un recorrido medio diario por unidad de 520 kilómetros en el servicio, con las 13 vueltas diarias

Las unidades netas requeridas en esta operación son: 28 sin vehículos de reserva.
La flota que manifiesta registrada la ruta consiste en: 28 veh del tipo Monorriel, lo que sugiere aumentar la flota.
La captación lograda es excelente y no precisa de más análisis. No obstante lo anterior, debe verificarse la persistencia de alguna demanda marginal.

(*) ¡Atención! Este valor del intervalo no se ajusta a ningún programa operativo racional. Debe cambiarse la Frecuencia de diseño.
SET Consulting, S.C.

Del resumen anterior se hace referencia a la capacidad máxima del monorriel la cual es de 300 pasajeros, por otra parte el tamaño de la flota es 28 vehículos (monorriel) más tres vehículos adicionales para cubrir la falta de operación de algún vehículo por cuestión de mantenimiento y/o descomposturas.

Se realizó un segundo ensayo con una frecuencia operativa de 20 vehículos/hora, sin embargo se presenta una demanda remanente de 4.1 % es decir de 841 pasajeros en hora pico, por lo anterior se adopta la frecuencia de 24 veh/hr, la cual garantiza una atención del 100%.



El polígono de carga permite identificar las paradas con mayor demanda; la sección o punto de máxima ocupación; lo pasajeros a bordo de la unidad; y las estaciones en donde se presenta el mayor número de movimientos; sobresalen tres estaciones Alameda, Río Españita y Casa Redonda; es conveniente el análisis respecto a las conexiones para el transbordo en dichas estaciones con la finalidad de promover acciones que optimicen y faciliten el flujo de personas.

Por otra parte el punto de máxima ocupación se da en la estación Alameda con 293 personas como se mencionó anteriormente

G **CUADRO DE VELOCIDADES DIAGNOSTICO**
Ferrocarril Etapa I Nuevo Desarrollo - Tren SLP I

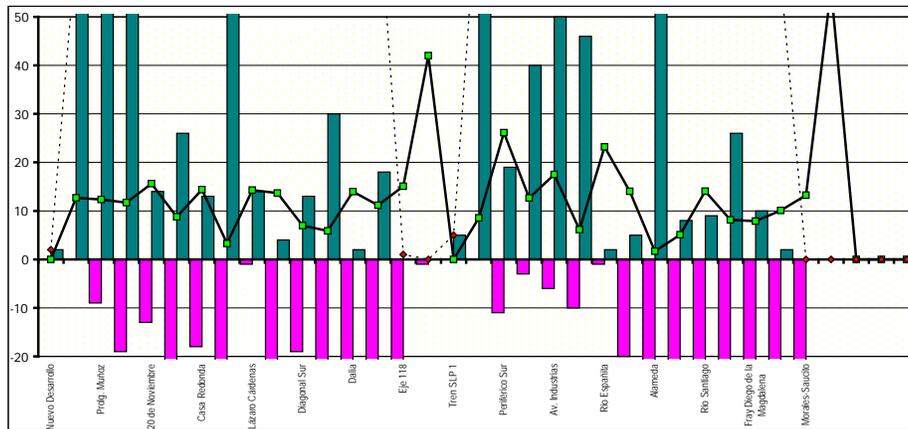


Figura 5. Velocidad comercial calculada = 36.1 km / hora. (Velocidad mínima aceptable = 15 km / hr).

El polígono de velocidades permite determinar las estaciones en los cuales se presenta una disminución considerable en la velocidad comercial, por debajo de los 10 km/hr se tienen los tramos cercanos a las siguientes estaciones:



Rio Santiago 8.79 km/hr; Alameda 3.28 Km/hr; Diagonal Sur 6.96 Km/hr; Av. Industrias 65.88 Km/hr

MOR
2MB

BASES DEL PROGRAMA UNITARIO		Datos del proyecto y Estatus: <i>DIAGNOSTICO</i>	
Primera salida Term II =	6.00	horas	PROYECTO: Ferrocarril Etapa I RUTA: Nuevo Desarrollo - Tren SLP FLOTA: Flota default
Ultima salida Term II =	21.30	horas	
Primera salida Term I =	6.00	horas	
Ultima salida Term I =	21.00	horas	
Desfase de las salidas =	0	minutos	
Frecuencia base =	24	en HMD	
Vehículos netos =	28	Monorriel	
Reserva operativa =	1	vehículo	
Captación en HMD =	20,520	pasajeros	
DATOS OPERATIVOS:		TERMINAL I	TERMINAL II
Gestión de terminales (veh) =	28	22	6
Intervalo en HMD (min) =	2.5	Operación en	2 Terminales
Vehículos adicionales =	0	0	0
Tiempo de giro =	66.5 Min. desde :	35.8	36.0
Servicios diarios operados =			0
Giros medios vehículo / día =	193	Suma veh a T II	
Vehículos totales =	28	Máx valor de i =	20

Los valores son los del último cálculo.

La programación del servicio de la Ruta Nuevo Desarrollo - Tren SLP I obedeció a los siguientes parámetros.

La Frecuencia operativa en la HMD será de: 24 unidades; o sea, con un intervalo de 2.5 minutos.

Los horarios de servicio serán los siguientes:

Primera salida de la Terminal II: 6.00 horas.
 Última salida de la Terminal II: 21.30 horas.
 Primera salida de la Terminal I: 6.00 horas.
 Última salida de la Terminal I: 21.00 horas.

Los tiempos de trayecto (min) = 35.8 desde T-I y 36.0 desde T - II.

De acuerdo con los cálculos efectuados las condiciones de operación establecen:

La dimensión de la flota asignada consta de 28 vehículos netos más 1 de reserva.

El número aproximado de servicios durante la jornada será de: un valor no cuantificable.

A continuación se presentan las características principales resumidas del análisis operacional:



No	1
Servicio	TREN SLP
Demanda/Día VISUM	191,693
% HMD	10.73%
Demanda (HMD)	20, 576
Tipo Vehículo	TREN / MONORIEL
Capacidad Sentados y Parados	300
Frecuencia Propuesta	24
Tiempo de Vuelta (hrs)	1.15
No Vehículos Operando	28
Vehiculos de Reserva	3
Demanda/Vehiculo (HMD)	855
Demanda Potencial Atendida en HMD	20,520
Demanda día/Vehiculo (Pas)	10,323
Capacidad (Pasajeros) instalada	284,915
No. De Vueltas /Veh.	13
% Demanda Remanente	0
No. De paradas	14
No. De terminales	2
Distancia media entre paradas (m)	1332
Velocidad comercial km/hr	36.1
Velocidad marcha km/hr	60
Espera media (min)	1.5
Distancia total (viaje/pasajero)	6,518



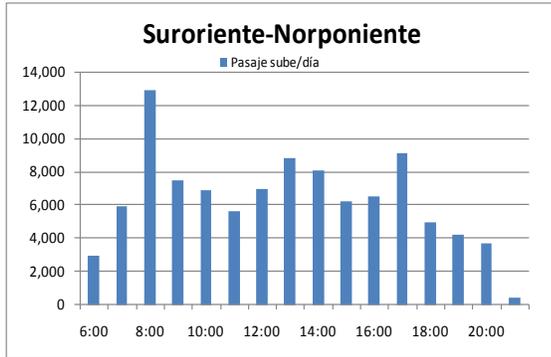
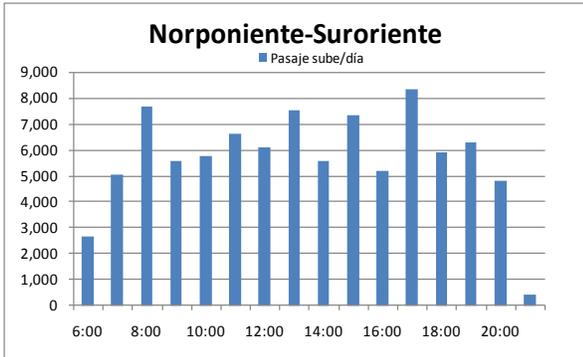
8.4.2. Comportamiento por estación por sentido es el siguiente:

DIR	No. Estación	Nombre Estación	Dist. Interestación	Tiempo Total	Velocidad Comercial	Asc /día	Desc /día	Pasaje sigue	Asc Hmd/Veh	Desc Hmd/Veh	Siguen Hmd Veh
<	1	Nuevo desarrollo	0	0.33	0	534	0	534	2	0	2
<	2	Morales-Saucito	1790	2.83	37.91	13914	0	14448	62	0	65
<	3	Prol. Muñoz	1773	2.83	37.55	12298	2004	24742	55	9	111
<	4	Fray Diego de la Magdalena	1851	2.83	39.20	11808	4245	32305	53	19	144
<	5	Pr. 20 de Nov.	1112	1.83	36.39	3121	3013	32413	14	13	145
<	6	Río Santiago	903	1.67	32.51	5893	4864	33442	26	22	150
<	7	Casa redonda	1123	2.00	33.69	2882	3930	32394	13	18	145
<	8	Alameda	1007	1.83	32.96	22175	15395	39174	99	69	175
<	9	Lázaro Cárdenas	614	1.17	31.58	3230	185	42219	14	1	189
<	10	Río española	905	1.67	32.58	880	4934	38165	4	22	171
<	11	Diagonal sur	481	1.00	28.86	3008	4171	37002	13	19	165
<	12	Av. Industrias	691	1.33	31.10	6708	6474	37236	30	29	167
<	13	Dalia	2478	3.83	38.79	430	16856	20810	2	75	93
<	14	Periférico sur	1274	2.17	35.28	3989	7478	17321	18	33	77
<	15	Eje 118	2672	4.17	38.48	0	16776	545	0	75	2
<	16	Tren SLP 1	1317	2.17	36.47	0	545	0	0	2	0
>	1	Tren SLP 1	0	0.33	0.00	1229	0	1229	5	0	5
>	2	Eje 118	1,316	2.17	36.44	16438	0	17667	74	0	79
>	3	Periférico sur	2,673	2.17	74.02	4354	2525	19496	19	11	87
>	4	Dalia	1,274	1.83	41.69	9023	752	27767	40	3	124
>	5	Av. Industrias	2,478	3.83	38.79	11121	1389	37499	50	6	168
>	6	Diagonal sur	691	1.33	31.10	10304	2309	45494	46	10	203
>	7	Río española	481	1.67	17.32	488	119	45863	2	1	205
>	8	Lázaro Cárdenas	905	1.17	46.54	1161	4513	42511	5	20	190
>	9	Alameda	614	1.83	20.09	34485	11334	65662	154	51	294
>	10	Casa redonda	1,007	2.00	30.21	1750	21497	45915	8	96	205
>	11	Río Santiago	1,122	1.67	40.39	2059	5214	42760	9	23	191
>	12	Pr. 20 de Nov.	904	1.83	29.59	5718	6015	42463	26	27	190
>	13	Fray Diego de la Magdalena	1,112	3.00	22.24	2315	13168	31610	10	59	141
>	14	Prol. Muñoz	1,851	3.00	37.02	378	19004	12984	2	85	58
>	15	Morales-Saucito	1,773	2.83	37.55	0	12984	0	0	58	0
>	16	Nuevo desarrollo	1,790	2.83	37.91	0	0	0	0	0	0

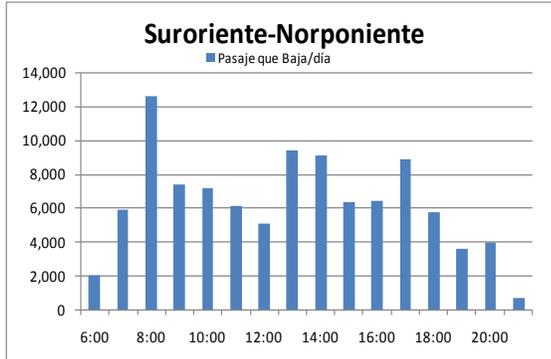
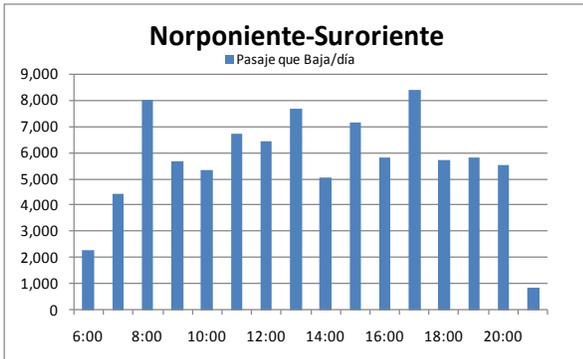


8.4.3. Gráficas horarias para la operación

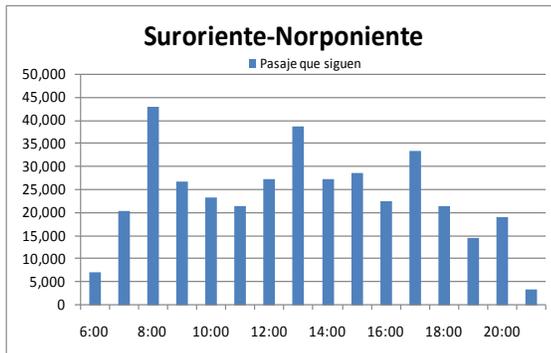
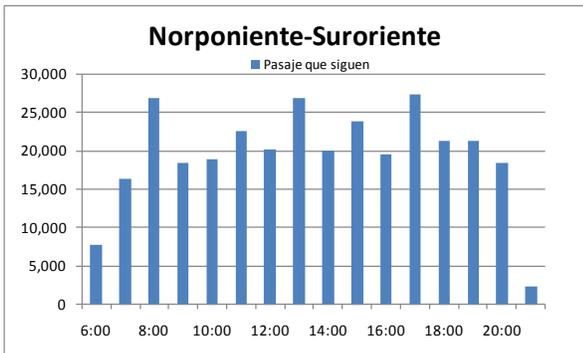
ASCENSOS



DESCENSOS

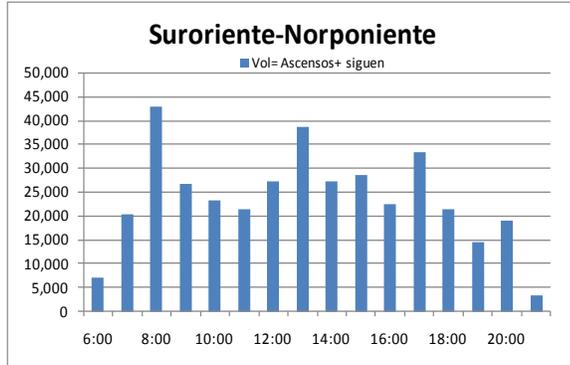
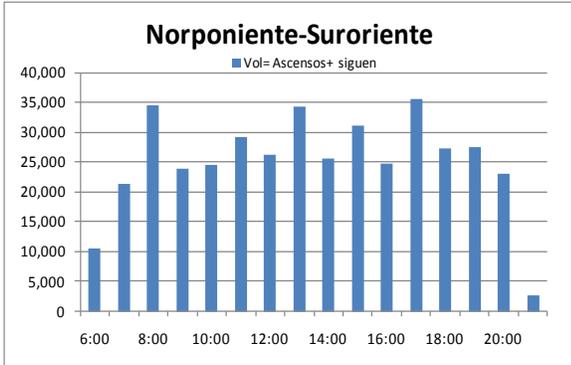


PAX que Siguen





Volumen total (Ascensos + Siguen)



Estos resultados corresponden a la simulación más precisa pero conservadora del trayecto sugerido (Desarrollo de IMMSA a la zona Industrial) para la etapa inicial, la demanda considerada no contempla los pronósticos. Estas cifras se podrían usar para la evaluación económico financiera bajo la condición de que se extienda la ruta.



8.5. Impactos

8.5.1. Análisis de Impactos Socioeconómicos

Los impactos socioeconómicos se presentan en distintos segmentos, desde los gubernamentales en que los impactos políticos son de relevancia, en los sectores productivos (comercio, industrias, servicios) en los sectores sociales (educación, salud, etc.) en el sector transporte y otros, así como en la población usuaria en general.

De los anteriores se cuantifican los impactos en las rutas actuales que aún no se someten a un proceso de reestructuración y configuración de alimentadoras al tren ni a tarifas integradas, dado que los volúmenes de arranque son significativos en sí mismos, pero que se podrían considerar en un futuro.

La mayoría de los impactos socioeconómicos se podrán cuantificar y evaluar cuando el proyecto se encuentre en una etapa más avanzada, dado que muchos de ellos se abordarán en las fases de proyecto ejecutivo y negociación. Entre otros los impactos serán los siguientes:

Entidad	Tipo de impacto
Gobierno Estatal	Político, Financiero y Normativo
Gobierno municipal	Político, Financiero y Normativo
Dependencias involucradas indirectamente	Político, Financiero y Normativo
Usuarios	Gastos, tiempo de viaje, patrón de movilidad
Transportistas actuales	Modificación de su mercado
Industria	Mayor competitividad
Comercio y servicios	Cambio en el patrón de demanda
Transporte privado	Impacto en congestión vial
Población en general	Cruceros y paradas, reacomodo urbano
Comercio ambulante	Desplazamiento
Proveedores	Competencia, Contratos, derrama económica
Sistema Financiero	Rotación de recursos, riesgo
Inversionistas	Recuperación financiera

8.5.2. Selección de solución(es)

Derrotero

Como se vio con anterioridad desde el punto de vista de la factibilidad del negocio resulta más atractiva la Alternativa 1 que tiene un trazo de menor longitud 41.849 Km ida y vuelta con una demanda preliminar de 241,030 lo que resulta en 5.76 pas/Km contra 58,944 Km de la Alternativa 2 con una demanda preliminar de 253,172 pasajes/día, correspondiente a 4.29 pas/Km, por tener un menor costo de infraestructura y un mercado muy semejante.

La selección de soluciones considera tanto los viajes asignados al propio tren como los impactos



atribuibles a la propia alternativa, ello lleva a analizar los impactos en cada alternativa.

Infraestructura

Se seleccionaron 10 cruces viales que deberán ser mantenidos para permitir la continuidad de los flujos viales más importantes, en caso de plantear cruces a desnivel se propone un paso elevado del tren en cada uno de ellos así como un tramo a desnivel desde Río Españita hasta la Estación de Av. Industrias, los costos (paramétricos estimados en \$15,000/m² y una sección de 6m) y las longitudes respectivas serían las siguientes:

Cruce	Long (m)	Importe Millones \$
Morales – Saucito	250	22.5
Prolongación Muñoz	250	22.5
Fray Diego de la Magdalena	250	22.5
Prolongación 20 de Noviembre	250	22.5
• Río Santiago	100	9.0
• De Río Españita a Av. Industrias	230+240+240=710	63.9
Dalia	250	22.5
• Periférico Sur	250	22.5
Eje 118	250	22.5
El cruce en Eje 122 será nivel después de terminada la vía		
• Subtotal Cruces de alta velocidad	1060	95.4
TOTAL		230,400

Tabla 19 Posibles cruces a desnivel

Adicionalmente a lo anterior se considera la construcción de la vía y sus soportes de operación (postes, catenaria, etc)

Considerando un costo de 1 millón de dólares por Km sería necesario construir la segunda vía en 11.078 km y la doble vía en 8.913 km llevando a un costo de 369 km para 28.9 km. Se considera incluido el costo de instalaciones complementarias como postería y catenaria.

El equipamiento por su parte a reserva de obtener las cotizaciones requeridas se puede considerar de la siguiente forma:

Equipamiento

Las distintas alternativas de equipo que se consideraron fueron las siguientes:

- Tren ligero con capacidad de 300 pasajeros por tren
- Monoriel con capacidad de 300 pasajeros por tren

No se consideró como opción el esquema de BRT porque

- No hay espacio vial para circular en la zona centro.
- La capacidad por unidad es de 160 pasajeros para autobús articulado y 240 para doble



articulado como cupo máximo.

La primera opción implica entre otros elementos los siguientes:

- Derecho de vía mínimo de 7 m
- Construcción de plataforma y/o vía sobre durmientes,
- Postería y Catenaria
- Se admiten intersecciones con el tránsito general
- Control de tránsito semaforizado

Ascenso descenso regulado en estaciones controladas.

La opción de monorriel por su parte tendría:

- Tramo elevado en la mayoría del trayecto
- Derecho de vía, aproximadamente de 6 m, solo en tramos a nivel
- No requiere instalaciones de catenaria
- No requiere plataforma, las vigas y columnas son la estructura necesaria
- Requeriría algunas estaciones elevadas
- No interfiere con el tránsito general
- No requiere de señalización
- Ascenso descenso regulado con estaciones controladas

Selección

Será función de un análisis más detallado donde son significativas la negociación con proveedores y la gestión del proyecto ante las diferentes instancias.

8.5.3. Evaluación del proyecto

Al incorporar las inversiones requeridas para la(s) mejor(es) solución(es) y conjuntar ingresos y gastos es posible proceder a la evaluación del proyecto

En una primera aproximación se hacen estimaciones globales de las cifras correspondientes a la oferta necesaria, tanto en inversiones como en operación.

8.5.4. Inversiones

Para ambas opciones se considera necesario obtener los derechos de vía requeridos dentro de los patios del Ferrocarril, concesionados a KCSM, así como los de la vía de Grupo México y las autorizaciones del Estado y Municipio para los tramos dentro de la ciudad.

En caso de tren ligero se considera lo siguiente:

- Construcción de la vía complementaria para doble vía (se considera el uso de la vía actual que podrá operar trenes de carga en horario nocturno)



- Construcción de instalaciones de alimentación (postería y catenaria y comunicaciones) para ambas vías.
- Construcción de estaciones
- Adquisición de equipo (aproximadamente 25 trenes de 300 pasajeros c/u)
- Construcción y equipamiento de patios de almacenamiento, talleres y centro de control
- Cruces a nivel controlados por señalización automatizada
- Pasos y tramos a desnivel para librar avenidas de alto flujo vehicular o vías de alta velocidad y/o confinadas

En el caso de monorraíl las inversiones serían:

- Solo se requiere derecho de vía en tramos a nivel
- El sembrado de columnas requiere permisos municipales
- Columnas prefabricadas en tramo elevado, traveses prefabricadas con traveses guía integrada, energía y comunicaciones integradas
- Estaciones a nivel y elevadas
- Adquisición de equipo 25 trenes

Construcción y equipamiento de patios, talleres y centro de control.

Se presentan en seguida una primera estimación de las inversiones considerando la alternativa de tren ligero, estas estimaciones están sujetas a la presentación de propuestas de los fabricantes y constructores.

Asimismo se requiere analizar la opción de monorraíl cuando se cuente con la información mínima requerida.



Las cifras indicativas para las inversiones están integradas por los siguientes rubros:

Infraestructura, comprende: derecho de vía, expropiaciones, construcción del carril, cambio de vías existentes, tendido de vía, catenaria, etc.)

Equipo rodante: Trenes

Equipamiento: diseño, energía, subestaciones, telecomunicaciones, señalización, recaudo, manejo de proyecto, supervisión, contingentes

La estimación preliminar del orden de magnitud de estas inversiones podría ser de 400 millones de dólares

8.5.5. Bases para la evaluación y viabilidad técnica y económica

Los postulados principales para realizar una evaluación se refieren a:

- Trazo activo recortado para una primera etapa (estación Muñoz a eje 114)
- Demanda de 167,846 pasajeros diarios en el arranque de operaciones
- Mínimo de trayecto a desnivel (tren deprimido en 1.06 Km)
- Eliminación de cruces viales cuando es posible

Aún no se ha profundizado en la evaluación de detalle ni estados financieros ya que aún no se cuenta con la información necesaria.

8.6. Reporte final

Finalmente se procedió a concluir el proyecto con este reporte final y un reporte ejecutivo.

8.6.1. Conclusiones y recomendaciones

Dado el nivel de este estudio, se tienen fundamentados los volúmenes de demanda y las asignaciones de la misma a un transporte masivo (tren) con el derrotero propuesto, estos volúmenes son suficientes para justificar técnicamente un transporte masivo.

En el estudio se obtuvieron resultados favorables al sistema de transporte masivo aún en presencia de las rutas actuales, el efecto es una reducción de pasaje en algunas de ellas por efectos de mercado natural (competencia que favorece al tren). Si se abordara la reestructuración de rutas el tren se vería beneficiado y algunas rutas se verían transformadas a alimentadoras, otras se verían afectadas lateralmente o no se afectarían en absoluto.

En este estudio no se consideraron elementos de reestructuración de rutas sino que se supuso que es posible alimentar al tren desde las rutas existentes, sin embargo dicha alimentación podría requerir una tarifa integrada que no se ha estudiado.

Es indispensable definir con precisión el tipo de solución técnica más favorable (tren o monorriel) en función de las capacidades técnicas que se obtengan de los proveedores.



Una vez tomada la decisión de profundizar en los estudios será necesario interactuar con las autoridades y grupos locales para proceder a

- Estudiar los impactos detallados en el sistema de transporte local y con los usuarios.
- Integración del sistema en estudio con otros proyectos de transporte en la ciudad.
- Elaborar los anteproyectos del tren, vialidad y estudios complementarios.
- Priorizar las acciones de gestión, obtener la sensibilidad del proyecto a la tarifa.
- Plantear y presentar las estrategias de negociación con las partes involucradas.

La solución definitiva dependerá del apoyo que pueda lograrse de instituciones gubernamentales (Municipio, Estado, Federación) y de organismos de apoyo financiero gubernamental (FONADIN), organismos internacionales y organizaciones no gubernamentales.

Lo anterior implica un alto esfuerzo de gestión que pueda posibilitar el proyecto.

Es necesario profundizar con soluciones de equipo, anteproyecto, derecho de vía, impacto de detalle en la sociedad así como investigar la preferencia declarada de los usuarios que permita sensibilizar la tarifa y consecuentemente obtener la elasticidad de la demanda.

No obstante lo anterior, el estudio al nivel en que se encuentra se considera una referencia válida como estudio de prefactibilidad y sus resultados, en principio, son favorables a la construcción del proyecto.