



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y
ESTUDIOS DE POSGRADO

ESTUDIO DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO DE LA
VIALIDAD COINCIDENTE POR LA PUESTA EN
OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE
COLECTIVO METRORREY, EN EL ÁREA
METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE
MONTERREY, N. L.

TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
INGENIERÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE PRESENTA:
ING. JESÚS TERRAZAS PACHECO

M.I. ABRAHAM SÁNCHEZ GONZALEZ
Director

PUEBLA, PUEBLA

Enero 2014



Oficio No. 1483/12

C. JESÚS TERRAZAS PACHECO

Pasante de la Mtria. de Ing. en Tránsito y Transporte
Facultad de Ingeniería, BUAP.
Presente

Por medio del presente, el suscrito Dr. Ignacio Morales Hernández, Director de la Facultad de Ingeniería, le autoriza realizar el Tema denominado: **Estudio de ingeniería de tránsito de la vialidad coincidente por la puesta en operación del sistema de transporte colectivo Metrorrey, en el área metropolitana de la ciudad de Monterrey, N. L.** Que fue presentado, por usted, como trabajo de tesis. Asimismo, le informo que se nombra Asesor de Tesis al Mtro. Abraham Sánchez González.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
"PENSAR BIEN, PARA VIVIR MEJOR"
H. Puebla de Zaragoza, marzo 6 de 2012.

DR. IGNACIO MORALES HERNANDEZ
DIRECTOR



C.c.p. Mtro. Abraham Sánchez González, Asesor del Tema de Tesis

C.c.p. Archivo

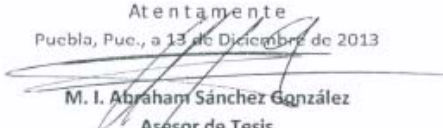
ARB/sco*

M. I. EDGAR VILLAGRAN ARROYO
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
DE LA B.U.A.P.
P R E S E N T E.

Por medio de la presente el suscrito: **M. I. Abraham Sánchez González**, Asesor del tema de tesis denominada **"Estudios de Ingeniería de Tránsito de la vialidad coincidente por la puesta en operación del sistema de transporte colectivo Metrorrey, en el área metropolitana de la ciudad de Monterrey, N. L."**, elaborada por el **Ing. Jesús Terraza Pacheco**, según autorización del tema en oficio No. 1483/12 de fecha 6 de Marzo de 2012 y siendo ello, requisito necesario para su defensa en el examen de grado de **Maestro en Ingeniería en Tránsito y Transporte**, me permito informar a usted , que después de haber revisado la mencionada tesis, no existe inconveniente alguno en autorizar la impresión de la misma.

Haciendo de su conocimiento lo anterior, para los fines legales a los que haya lugar.

Atentamente
Puebla, Pue., a 13 de Diciembre de 2013


M. I. Abraham Sánchez González
Asesor de Tesis



c.c.p. Dr Gabriel Jiménez Suárez.- Secretario de Investigación y estudios de Posgrado, F. i. de la B.U.A.P.
c.c.p M. I. Jorge A. Caraza Islas.- Coordinador de la maestría en Ingeniería en Tránsito y Transporte
c.c.p Interesado
c.c.p. Archivo

AGRADECIMIENTOS:

Mi agradecimiento a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por haberme acogido dentro de sus instalaciones como uno más de sus egresados y contribuir a través de sus profesores en mi formación profesional, por esta razón comprometo a seguir dejando en alto su nombre.

Así mismo le agradezco a todas las personas que apoyaron mi formación profesional mediante el conocimiento y apoyo incondicional.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
MARCO TEÓRICO	10
CAPITULO I. DESARROLLO DEL PROYECTO	12
1.1. Características del área de estudio	12
1.2. Descripción del proyecto	13
1.3. Infraestructura vial	18
1.3.1. Características físicas de vialidades	18
1.3.2. Levantamiento físico de intersecciones.	22
CAPITULO 2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	25
2.1. Información documental.	25
2.2. Estudios de ingeniería de tránsito	26
2.2.1 Usos de Suelo.	26
2.2.2. Aforos vehiculares en estaciones maestras	27
2.2.3. Aforos Direccionales	33
2.2.4. Inventario vial y de los dispositivos de control de tránsito	39
3.1. Infraestructura vial	59
3.2. Capacidad y niveles de servicio en intersecciones	59
3.3. Capacidad y niveles de servicio en tramo	71
3.4. Dispositivos de control de tránsito	75
3.4.1 Señalamiento horizontal y vertical	75
3.4.2 Semáforos	77
CAPITULO 4. IMPACTO DE NUEVO SISTEMA DE TRANSPORTE EN LA OPERACIÓN ACTUAL DEL TRÁNSITO.	79

4.1 En Intersecciones-----	80
4.2 En tramo de vialidad coincidente-----	81
CAPITULO 5. ACCIONES PARA MEJORAR LA OPERACIÓN VIAL. -----	82
5.1. Soluciones en intersecciones a nivel -----	83
5.2. Soluciones en tramo de vialidad coincidente-----	122
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	124
6.1. Conclusiones -----	124
6.2. Recomendaciones -----	128

INTRODUCCIÓN

Día a día las ciudades de México registran mayores cantidades de vehículos de motor y consecuentemente, mayores volúmenes de tránsito. En muchas de las vialidades de las ciudades la circulación vial ha alcanzado la capacidad de las calles y en consecuencia, los niveles de servicio se ven seriamente deteriorados, ante esta situación El Gobierno del Estado de Nuevo León dentro de su Programa de Desarrollo, destaca dentro de sus ejes estratégicos acciones para apoyar y mejorar las condiciones de vida de los residentes que habitan entre las ciudades de Monterrey y Apodaca, con la necesidad de mejorar la distribución territorial de los servicios de: transporte público (pasajeros y/o de carga), infraestructura y equipamiento urbano.

Ante esta situación, el Gobierno del Estado ha emprendido acciones que permitan mejorar el nivel de vida de los habitantes de la ciudad, con proyectos que permitan aprovechar al máximo los derechos de vía existentes y que de acuerdo a la demanda de transporte existente le permita expandir la actual red del Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey con una nueva línea que de acuerdo a los estudios previos realizados tendría una longitud aproximada de 18.6 Km, siendo el derrotero elegido el siguiente: Carretera Federal No. 54, en el tramo de: Entronque a Apodaca hasta Av. Rómulo Garza, sigue por ésta hasta la Av. Nogalar Sur, siguiendo por la Av. Cd. De los Ángeles, en el tramo de: Av. Nogalar Sur hasta la Av. Félix Uresti Gómez, siguiendo por ésta hasta prácticamente la Av. Constitución. El recorrido de ésta línea del sistema de transporte colectivo Metrorrey dará atención a la movilidad de pasajeros de la zona Centro –Sur de Monterrey hacia su zona Nor-Oriente para dar servicio a los usuarios de la ciudad de Apodaca, misma que ya está totalmente integrada la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey.

En la actualidad, en las grandes ciudades importantes del país se está llevando a cabo la implementación de corredores exclusivos de transporte público (líneas de autobuses, tren ligero, tren sub-urbano, sistemas de transporte colectivo metro, entre otros).

La finalidad del presente estudio es la de estudiar, analizar y evaluar las condiciones de operación de la vialidad coincidente con la nueva línea del metro, tanto en el tramo del corredor, como en aquellas intersecciones que por los volúmenes de tránsito que manejan, sean las que rigen la operación vial de dicho corredor. Así mismo el poder determinar un diagnóstico de dicha operación y las adecuaciones o mejoras que sean necesarias llevar a cabo para que la implementación de la nueva línea del sistema de transporte colectivo no incida de manera desfavorable en la operación vial tanto coincidente como adyacente a lo largo de la línea.

Justificación

Con el crecimiento paulatino de las ciudades a través de los años, los congestionamientos del tránsito vehicular en las principales vialidades o carreteras se ha vuelto un problema gradual que afecta la calidad de vida de la gente en las ciudades. Con el crecimiento del parque vehicular se aumentan los tiempos de recorrido en distancias que anteriormente se hacían en menor tiempo y por otro lado la saturación cada día está más cerca de capacidad de las vialidades. Los costos económicos de la congestión, en términos de tiempo y dinero son sin duda muy altos.

En relación a la movilidad urbana, se tienen estudios por congestión de vialidades urbanas realizados en algunas ciudades importantes, donde se determinó que los principales indicadores son: mayor consumo de combustible y horas pérdidas de productividad, resultantes del congestionamiento por el tráfico vehicular generando en

consecuencia el aumento de la concentración de gases tipo invernadero, la contaminación del aire, tasas altas de accidentes y la expansión urbana, son consecuencias de la alta motorización, con graves consecuencias a largo plazo.

Por lo tanto, la respuesta radica no sólo en la construcción de más infraestructura, sino más bien, en el aprovechamiento de espacios existentes que no son utilizados de manera racional.

Planteamiento del problema

Para atender este problema se plantea desarrollar el presente estudio enfocado al impacto vial que se estima se tendrá en la infraestructura vial coincidente y adyacente a la nueva Línea 3 del metro, por lo tanto se deberá considerar como parte integral de los trabajos que se están desarrollando para la obtención del estudio denominado: “Análisis Costo Beneficio de la Línea 3 del Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey”¹. Hoy en día no se concibe el control de la circulación vial en las ciudades, sin tratar de emplear los sistemas más avanzados en tecnología de ingeniería de tránsito.

El plantea enfrentar el problema, considerando cuatro durante el desarrollo del mismo de acuerdo al siguiente orden:

1. Conocimiento del área de estudio
2. Diagnóstico de la operación actual del tránsito
3. Pronóstico
4. Planteamiento de soluciones y medidas de mitigación

¹ Gobierno del Estado de Nuevo León, Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey

Es importante mencionar que con la implementación de esta nueva línea del metro, se pretende mejorar la capacidad de servicio de transporte público de pasajeros, con un transporte de mayor capacidad, por lo que será necesario efectuar un análisis de las intersecciones localizadas sobre el corredor propuesto, con el fin de obtener la mejor alternativa que brinde al sistema una mayor seguridad, incluyendo al automovilista y por supuesto al peatón.

Hipótesis

La falta de planeación en obras de gran impacto al no considerar como parte del sistema, la estructura vial, el transporte público y la influencia del peatón, ha ocasionado que muchas obras viales y de transporte no respondan a las expectativas esperadas por la falta en la integración de:

- Proyectos en proceso o futuros de zonas o vialidades adyacentes al nuevo corredor.
- Uso del suelo actuales y proyectados en la zona de influencia.
- Infraestructura para el transporte (intercambio modal).
- Importancia de la vialidad en estudio dentro de la estructura vial.

Si los proyectos se realizan de acuerdo a la normatividad vigente (SCT y SEDESOL) y verdaderamente se consideran las condiciones propias de la ciudad, tendríamos una movilidad más amable tanto de peatones como de conductores de vehículos privados, y del propio transporte público y en consecuencia una reducción de accidentes ocasionados por la mala administración del sistema vial.

Objetivo general

El principal objetivo del estudio es determinar el impacto vial que tendrá la puesta en servicio de la nueva Línea 3 del Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey, en la operación de la vialidad coincidente y adyacente de superficie, así como en las intersecciones de mayor importancia localizadas a lo largo trazo por donde se alojara el nuevo sistema, permitiendo cruces más seguros con soluciones factibles de implementar.

Así mismo y no por ser de menor importancia a continuación se establecen algunos objetivos específicos a satisfacer.

Objetivos específicos

Con respecto a los objetivos específicos para el presente estudio, se tiene en primera instancia su fundamento en la ordenación y la planeación estratégica de la localidad, al ser tramos de vialidades existentes bien consolidadas y definidas en cuanto a su trazo y derrotero. Haciendo esto que sean parte integral de infraestructura vial de la metrópoli, con una jerarquía y funcionalidad ya establecidas.

De esta forma los objetivos planteados para el presente proyecto son los siguientes:

- Comunicar de una manera segura, ágil y eficiente a un gran número de usuarios del transporte público desde el centro de la ciudad de Monterrey hacia la zona Nor - Oriente de la ciudad y hasta la ciudad de Apodaca, mediante un sistema de transporte colectivo que opere sobre derechos de vía actuales.
- Dar mejores opciones de transporte a la ciudadanía y desconcentrar algunas intersecciones primarias con problemas de operación.

- Reducir los tiempos de recorrido y por consiguiente brindar una mayor eficiencia operativa en el sistema vial.
- Adecuar el número que sea necesario de intersecciones que puedan interferir con la línea del metro, con el fin de lograr el intercambio o comunicación de viajes entre una zona y otra.
- Obtener un ahorro de horas – hombre y combustible, además de reducir los niveles de contaminación y evitar al máximo los congestionamientos.
- Garantizar una mayor seguridad tanto para el automovilista como para el usuario del sistema de transporte al implementar en los cruces que así lo demanden una adecuada señalización.
- Lograr una conexión más directa y rápida entre las dos ciudades a través del sistema que se pretende implementar.
- Aplicar tecnología de punta con herramientas computacionales en ingeniería de tránsito, con el fin de permitir que las condiciones operacionales de la vialidad y de las intersecciones se apeguen a la realidad.

Metodología

Este apartado está dirigido a explicar la metodología utilizada y los lineamientos que se siguieron para la aplicación de los estudios y la obtención de los resultados; cabe señalar que la metodología aplica las técnicas aceptadas en México en materia de ingeniería de tránsito, respetando la normatividad y recomendaciones de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), principales agentes normativos en la materia.

Se describe a continuación de manera una breve el desarrollo de la metodología que se aplicó para el buen desarrollo del proyecto. En esta etapa del estudio se puntualiza la información empleada y el análisis correspondiente a la operación de la vía y de cada una de las intersecciones involucradas directamente.

1.- Características Generales del Área de Estudio.- Este apartado describe los aspectos regionales y urbanos que envuelve al nuevo proyecto, considerando como parte integral del sistema: Las vías de comunicación y las características propias del nuevo proyecto.

2.- Recopilación y Análisis de la Información.- Parte fundamental del proyecto son sin lugar a duda los estudios de ingeniería de tránsito, estudios que localizados de manera estratégica sobre la infraestructura vial actual nos permitirán conocer las condiciones de operación del sistema vial.

3.- Diagnóstico de la Situación Actual.- Este capítulo presenta el análisis operacional de la zona de estudio derivado de la recopilación de información documental y de campo.

4.- Impacto del Nuevo Sistema de Transporte en la Operación Actual del Tránsito.- Con base en los resultados obtenidos en la etapa de diagnóstico, se realizara una evaluación de impacto vial que generará la puesta en operación del nuevo sistema sobre la infraestructura vial actual de no llevar a cabo acciones que permitan mitigar los efectos negativos.

5.- Acciones para Mejorar la Operación Vial.- Tomando como base el diagnóstico de la situación actual en las principales intersecciones localizadas y de mayor influencia al nuevo proyecto se plantearán acciones encaminadas a mitigar los efectos negativos que actualmente pudieran estarse presentando y de no tomar medidas se incrementarían al

entrar en operación el nuevo sistema. Las propuestas planteadas podrían ir desde señalizar, semaforizar hasta proponer infraestructura vial de mayor impacto (pasos superiores o deprimidos).

6.- Conclusiones y Recomendaciones.- Este último capítulo comprende un resumen general del proyecto y una serie de medidas en el ámbito de recomendaciones para lograr un mejor éxito del proyecto.

MARCO TEÓRICO

La aplicación correcta de la normatividad que rige en México en materia de ingeniería de Tránsito y Transporte, permitirá que los beneficios obtenidos con la implementación de un proyecto sean de mayor impacto a la sociedad con una menor inversión.

Entre los principales agentes normativos en México tenemos:

1. Secretaría de Comunicaciones y Transportes
2. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)

Es importante mencionar que si no se tiene el conocimiento de la problemática en sitio por parte de los especialistas que participan en el desarrollo del proyecto, así como el conocimiento de la información documental existente de influencia al proyecto por muy escasa que parezca, se corre el riesgo de que las propuestas de solución planteadas no sean factibles de implementar.

La correcta aplicación de tecnología de punta en la evaluación de las alternativas de solución, permitirá que la toma de decisiones sea sustentada de manera más técnica, de los programas aplicados en este estudio podemos citar:

1. Vissim V.5 (Micro simulaciones a nivel micro)
2. Synchro V.7 (Análisis operacionales de intersecciones y tramos de vialidad)
3. Auto Turn (Verificación de radios de giro del vehículo de proyecto)
4. Clip (Diseño geométrico)

CAPITULO I. DESARROLLO DEL PROYECTO

1.1. Características del área de estudio

Se realizó un inventario físico de las características del sistema vial de la zona que tendrá influencia directa con la Línea 3 del Metro mediante recorridos realizados a pie y en automóvil. Los elementos característicos del área de estudio que se obtuvieron tanto sobre las vialidades coincidentes; así como de las intersecciones de mayor importancia fueron:

- Levantamiento de secciones transversales.
- Sentidos de circulación y Número de carriles de circulación.
- Intersecciones a nivel y desnivel.
- Señalamiento horizontal y vertical.
- Semáforos con ciclo y fases de operación.
- Condiciones de estacionamiento sobre la vía pública.
- Tipo y Estado de conservación de los pavimentos en las Intersecciones.
- Paradas específicas para Transporte Público (Autobuses).

El procedimiento que se siguió en campo para efectuar el levantamiento de los elementos, consistió en formar un par de brigadas con integrantes cada una, equipadas con un vehículo y el equipo (cintas métricas, tablas, cronómetros y formatos) necesario.

Las características generales del área de estudio indican que la línea del Metro se ubica en zonas urbanas tanto en la ciudad de Monterrey como en los municipios conurbados de San Nicolás de los Garza y de Apodaca, cruzando a su paso con algunas de las principales intersecciones con vialidades primarias y secundarias, destacando que la

totalidad de la longitud de esta línea se sitúa de manera coincidente a vialidades primarias, como son: Av. Félix Urestí Gómez, Av. Ciudad de los Ángeles y Av. Rómulo Garza en la ciudad de Monterrey y el Municipio de San Nicolás de los Garza; así como un tramo de la Carretera Federal 54 (A Miguel Alemán) y ésta misma carretera en el tramo ya sea final o inicial en el Municipio de Apodaca, todos ellos en el estado de Nuevo León.

A partir del entronque Apodaca de la carretera federal 54 y hasta el cruce con la Av. Rómulo Garza, la futura Línea 3 del Metro cruza con la Av. Ignacio Sepúlveda y con la vía férrea mediante paso superiores a desnivel.

A partir del cruce con la Av. Rómulo Garza y su incorporación plena a ésta vialidad, su trayectoria continúa por dicha vialidad, cruzando importantes vialidades primarias con pasos a desnivel y otros a nivel sobre todo en zonas plenamente consolidadas tanto industriales como habitacionales y comerciales principalmente. Al llegar a la Av. Nogalar Sur, la trayectoria de la línea continúa por la Av. Ciudad de los Ángeles, hasta girar su trazo al llegar a la Av. Félix Urestí Gómez y continúa por ésta hasta su final llegando prácticamente hasta la Av. Constitución en el centro - sur de la ciudad de Monterrey.

1.2. Descripción del proyecto

El enfoque de inicio en la ampliación de la Red del Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey, en su Línea 3 motivo del presente estudio, es la de utilizar los amplios derechos de vía (ya consolidados) de las diferentes vialidades primarias existentes, que se han venido citando en el presente reporte, iniciando en el entronque Apodaca de la carretera Federal 54 y finalizando en prácticamente el centro de la ciudad de Monterrey a la altura de la Av. Constitución.

Así la denominada Línea 3 del Metro es eminentemente un proyecto de transporte masivo de pasajeros, el cual por la gran cantidad de usuarios, deberá de ofrecer ante todo seguridad y eficiencia en el desplazamiento hacia uno y otro punto de la ciudad de Monterrey y su zona conurbada en su recorrido, así como en las estaciones de paso y transbordo que se presenten.

Lo anterior aunado a las dimensiones de los gálibos tanto verticales como horizontales de este tipo de sistemas de transporte, tanto en sus tramos como en sus estaciones, ya sean de paso, transbordo o terminales, obligan a que la mejor alternativa para su implementación sea el que la línea sea elevada en la totalidad de su recorrido. Por lo que tanto las zonas a nivel de piso que se vean cubiertas por las estructuras que sustentarán el sistema de tramos y estaciones, necesariamente deberá de quedar totalmente libre de circulaciones vehiculares, obligando con esto a que todos aquellos cruces viales actuales o futuros no invadan dichas zonas, amén de que en los casos actuales deberán de evaluarse tanto en su operación como en su geometría para garantizar una adecuada operación vial, así como principalmente la seguridad de los usuarios tanto de la infraestructura vial coincidente, como los propios del sistema.

Derivado delo anterior y dado que en su recorrido existen un gran número de cruces transversales de vialidades, tanto primarias como secundarias, unas más importantes que otras, (para ello y de estudios previos) se seleccionaron estratégicamente los más importantes a lo largo del recorrido de la línea.

Para tener un mejor panorama de la operación actual de dichas intersecciones, así como del corredor vial actual (y futuro de transporte masivo) y con el objeto de tratar de identificar la problemática actual y a futuro, se estableció como parte de la logística de los trabajos, la realización de una serie de recorridos por el tramo total de la línea en

diferentes horas pico del día y en diferentes días de la semana; identificándose para ello sobre larguillos de la zona el derrotero de la línea, así como la probable ubicación planeada de sus estaciones.

De acuerdo al recorrido sobre la trayectoria de la futura Línea 3 del Metro, se pudieron identificar un total de 19 Intersecciones o cruces a analizar y en su caso adecuar, que tendrán injerencia directa en la futura operación de la vialidad coincidente a lo largo del derrotero de dicha línea. Por lo que habrá que tomar en cuenta su operación (semáforos, señalización horizontal y vertical) y el estado físico que éstas presentan en la actualidad y las posibles adecuaciones y mejoras que resulten de la evaluación operativa que se realice; pudiendo ser dichas mejoras operativas o geométricas u ambas (mejoras en el pavimento y pequeñas modificaciones o adecuaciones geométricas que podrían ser canalizaciones).

De las 19 intersecciones importantes a analizar 2 se localizan en el municipio de Apodaca, 5 en el Municipio de San Nicolás de los Garza, 3 en los límites de los municipios de Monterrey y San Nicolás de los Garza y finalmente 9 en el municipio de Monterrey.

Así mismo se detectaron una serie de intersecciones o incorporaciones de vialidades ya sean primarias o secundarias hacia las vialidades que alojarán la citada Línea 3, en zonas eminentemente urbanas y de usos tanto habitacionales, como industriales y comerciales; más dichos cruces no serán analizados en el presente estudio, en virtud de que no se observó que pudieran tener una alta incidencia en la operación del corredor de transporte a lo largo de éste.

En el Cuadro Núm1.1se muestra el listado de las intersecciones a estudiar y que tendrán un impacto vial directamente por la implementación del nuevo sistema de transporte.

NÚM INTERSECCIÓN	INTERSECCIÓN	MUNICIPIO
1	Carr. A Cd. Miguel Alemán – Blvd. Carlos Salinas de Gortari	Apodaca
2	Carr. A Cd. Miguel Alemán – Av. Ignacio Sepúlveda	Apodaca
3	Carr. A Cd. Miguel Alemán – Av. Acapulco	San Nicolás de los Garza
4	Av. Rómulo Garza – Av. Las Torres	San Nicolás de los Garza
5	Av. Rómulo Garza – Av. Los Arboles	San Nicolás de los Garza
6	Av. Rómulo Garza – Av. Las Flores	San Nicolás de los Garza
7	Av. Rómulo Garza – Av. Conductores	San Nicolás de los Garza
8	Av. Rómulo Garza – Av. Churubusco	Monterrey - San Nicolás de los Garza
9	Av. Los Ángeles – Retorno Antiguo Camino a Apodaca	Monterrey - San Nicolás de los Garza
10	Av. Los Ángeles – Av. Nogalar Sur	Monterrey - San Nicolás de los Garza
11	Av. Félix Urestí Gómez – Av. Los Angeles	Monterrey
12	Av. Félix Urestí Gómez – Av. Adolfo Ruíz Cortinez	Monterrey
13	Av. Félix Urestí Gómez – Av. José Ángel Conchello	Monterrey
14	Av. Félix Urestí Gómez – Av. Cristóbal Colón	Monterrey
15	Av. Félix Urestí Gómez – Av. Francisco I. Madero	Monterrey
16	Av. Félix Urestí Gómez - Av. José María Arteaga Ote.	Monterrey
17	Av. Félix Urestí Gómez - Calle Carlos Salazar Pte.	Monterrey
18	Av. Félix Urestí Gómez - Calle Isaac Garza	Monterrey
19	Av. Félix U. Gómez - Calles Santiago Tapia - Adolfo Prieto	Monterrey

Cuadro Núm. 1.1 Intersecciones a Analizar (Fuente: F.O.A.,S.C., 2011)

Por otro lado las avenidas que en cierta manera se verán impactadas por la presencia de la futura Línea 3, tanto en la ciudad de Monterrey, como en los Municipios de San Nicolás de los Garza y de Apodaca, serán:

- **Carretera Federal 54 A. Miguel Alemán**, en su tramo de: Blvd. Carlos Salinas de Gortari – Entronque Apodaca a Av. Acapulco; en una longitud aproximada de: 6.4 Km.
- **Av. Rómulo Garza**, en su tramo de. Carretera Federal 54 a Cd. Miguel Alemán a Av. Nogalar Sur; en una longitud aproximada de: 6.7 Km.
- **Av. Ciudad de Los Ángeles**, en su tramo de: Av. Nogalar Sur a Av. Félix Uresti Gómez; en una longitud aproximada de: 0.45 Km.
- **Av. Félix Uresti Gómez**, en su tramo de: Av. Los ángeles a Av. Constitución; en una longitud aproximada de: 5.05 Km.

En la Figura Núm.1.1.se muestra la ubicación de las intersecciones señaladas anteriormente y que será necesario estudiar, así como las vialidades coincidentes con el derrotero de la Línea 3, que se verán impactadas por la presencia de dicha línea.

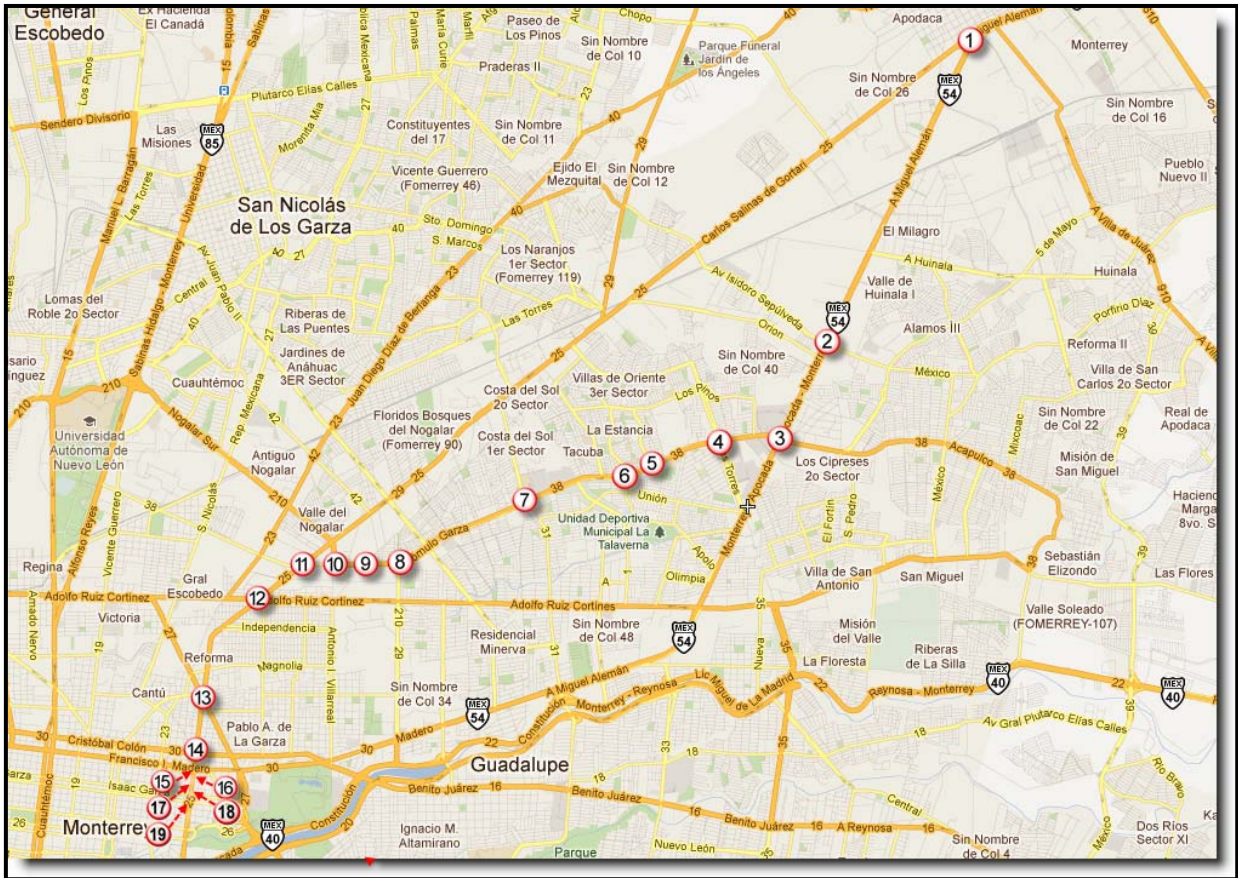


Figura Núm. 1.1 Esquema de localización de intersecciones a analizar. (Fuente: Imagen de Google Hearth, 2012)

1.3. Infraestructura vial

1.3.1. Características físicas de vialidades

En esta etapa del estudio se planteó la tarea de investigación y recopilación de información de campo necesaria para el análisis de la operación de cada una de las vialidades coincidentes con la trayectoria de la Línea 3 y que se puede esperar sean impactadas por la presencia de éste nuevo sistema de transporte en la zona en estudio.

En términos generales de los recorridos e inventarios efectuados a estas se pudo obtener información tal como:

- Secciones Transversales Tipo
- Clasificación Vial
- Sentidos de Circulación
- Número de Carriles
- Condiciones de Estacionamiento
- Tipo y Estado de conservación del pavimento

Así mismo y a manera de síntesis, a continuación se hará una breve descripción de cada una de las vialidades involucradas a lo largo de la trayectoria que seguirá la futura Línea 3; complementándose dicha descripción con una serie de características señaladas en el Cuadro Núm. 2, que se muestra al término de las descripciones siguientes:

- a) **Carretera Federal 54 – Miguel Alemán, Tramo: Entronque Apodaca – Av. Carlos Salinas de Gortari a Av. Acapulco:** Este tramo de vialidad cuya longitud aproximada es de: 6.4 km, es como se menciona un tramo de carretera federal y se enclava dentro de la infraestructura vial de la metrópoli con características de vialidad principal, siendo su función principal servir de vía rápida de acceso y salida de la ciudad de Monterrey a un importante volumen vehicular, por ello sus velocidades de operación son altas, excepto en las laterales que se generan por los pasos a desnivel que se forman en los cruces con las vialidades: Av. Ignacio Sepúlveda y con la Av. Acapulco, en las cuales hay incorporaciones y desincorporaciones de volúmenes de tránsito de consideración. Opera en doble sentido de circulación y no se tiene permitido el estacionamiento en todo el tramo. Mantiene una sección transversal constituida por los cuerpos centrales de la carretera con un camellón central, para un ancho promedio del orden de los 30.0 m.

- b) **Av. Rómulo Garza, Tramo: Carretera Federal 54 - Av. Acapulco a Av. Nogalar Sur:** Este tramo de la vialidad coincidente es el de mayor longitud de todo el corredor de la Línea 3, del orden de los 6.8 km, siendo además dentro de la estructura vial de la ciudad de Monterrey una vía primaria importante, ya que brinda un buen apoyo en el traslado de la zona centro al oriente de la ciudad. Así mismo cruza también una serie de vialidades importantes, las cuales aportan y derivan a su vez tránsito que circula por la Av. Rómulo Garza.

Este tramo está constituido en una gran parte de su longitud por cinco carriles por sentido, integrado por dos cuerpos centrales de tres carriles cada uno y por dos laterales con dos carriles cada lateral, en las cuales se permite el estacionamiento. Las velocidades promedio de operación oscilan entre 40 a 60 km/hr en los cuerpos centrales y de 15 a 25 km/hr, respetando con ello los límites de velocidad que se aprecian en los señalamientos colocados para ese fin, tanto en los cuerpos laterales - 30 km/hr; como en los centrales - 60 km/hr -. La sección existente presenta un ancho promedio de sección transversal de: 44.7 m.

- c) **Av. Ciudad de Los Ángeles:** Este tercer tramo de la trayectoria de la futura Línea 3, que corre por esta vialidad en el tramo de: Av. Nogalar Sur a Av. Félix Uresti Gómez; es el único que la vialidad coincidente no es una vía primaria, se puede considerar a este tramo de vialidad como parte de una vialidad secundaria que por su traza y ubicación se incorpora a una vialidad primaria. El tránsito sobre ésta se puede considerar como bajo, cuenta con 6 carriles en total en dos sentidos de circulación, 4 carriles de circulación – dos por sentido – y un carril de estacionamiento también en cada sentido, este tramo cruza una zona totalmente industrial, su sección transversal promedio es de: 24.05 m.
- d) **Av. Félix Uresti Gómez.** Es el tramo final de la futura Línea 3, el cual correrá de: Av. Los ángeles hasta prácticamente la Av. Constitución, ya que el tramo final así como el retorno del sistema de transporte se ubicará muy próximo a la Av. Constitución. La longitud estimada de este tramo es del orden de: 5.05 km. En su recorrido cruza con varias vialidades primarias, así como con la Av. Cristóbal

Colón que es donde se ubicará una estación de transbordo al correr por dicha vialidad la Línea 1 del Metro.

Los volúmenes de tránsito sobre este tramo de vialidad coincidente se pueden considerar como altos en las horas de máxima demanda, su sección transversal alberga dos sentidos de circulación con 4 carriles por sentido de circulación por sentido y un carril de estacionamiento, para un ancho promedio del orden de 29.5 m.

A continuación se presentan de manera tabular en el Cuadro Núm. 1.2 las principales características de los diferentes tramos de vialidad coincidente por donde correrá la nueva Línea 3.

Vialidad	Tramo	Sentidos de Circulación	No. Carriles/Sentido		Tipo - Estado del Pavimento			
			Cuerpos Centrales	Cuerpos Laterales	Bueno	Regular	Malo	Deteriorado
Carr. Fed. No 54	Entronque Apodaca a Av. Acapulco	Doble	3	2, solo en zona de puentes	✓		✓, En zona Laterales Puentes	
Av. Rómulo Garza	Av. Acapulco a Av. Churubusco	Doble	3	2		✓		
	Av. Churubusco a Av. Nogalar Sur	Doble	5, más 1 de Estac.	Sin Lateral	✓			
Av. Los Ángeles	Av. Nogalar a Av. Félix U. Gómez	Doble	2 más 1 de Estac.	Sin Lateral		✓		
Av. Félix U. Gómez	Av. Los Ángeles a Av. Adolfo Ruíz Cortinez	Doble	3	Sin Lateral	✓			
	Av. Adolfo Ruíz Cortinez a Av. Constitución	Doble	3 más 1 de Estac.	Sin Lateral	✓	✓		

Cuadro Núm. 1.2 Características Físicas de la Vialidad Coincidente Donde se Estudia Entre en Operación la Nueva Línea 3 del Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey. (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

1.3.2. Levantamiento físico de intersecciones.

Una vez recorrido el tramo en su totalidad e identificadas las Intersecciones más importantes, se procedió a los levantamientos e inventarios de cada una de ellas. Para lo cual la primera actividad dentro de las que se realizaron fue la obtención de la planimetría de las condiciones actuales geométricas y operativas para cada intersección a analizar.

Para ello se realizó el levantamiento a cinta en las 19 intersecciones que se consideraron como las más importantes dentro la estructura vial de la zona de estudio y además coincidente con la futura Línea 3, tomando como base cartografía del INEGI, así como información satelital disponible. Se levantaron secciones transversales de cada acceso de la intersección, indicando el ancho de banquetas, calzadas y en su caso el camellón central. Una vez obtenida la geometría de cada intersección, en ellas se plasmó la información recopilada de los diferentes inventarios. En la Figura Núm. 1.2.se presenta un ejemplo del levantamiento de una de las intersecciones consideradas en este estudio.

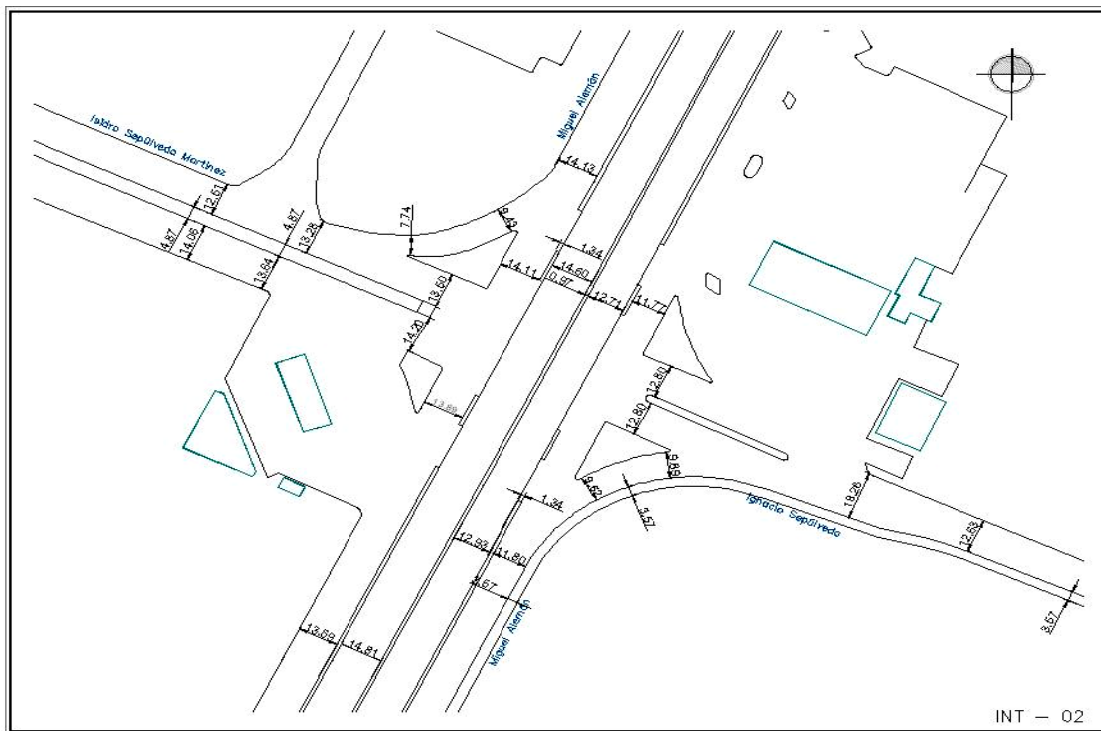


Figura Núm. 1.2 Levantamiento de planimetría en intersecciones. (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

Estos levantamientos e inventarios incluyeron los siguientes aspectos:

- Sentidos de circulación de cada acceso
- Señalamiento horizontal y vertical.

- Inventario de semáforos, fases y su programación.
- Descripción de los movimientos vehiculares.
- Tipo y Estado físico del pavimento.
- Ancho y número de carriles.
- Ubicación del estacionamiento.

La información recopilada se dibujó en Auto-Cad y se vació en esquemas tamaño carta a la escala que resultó conveniente, para cada una de las intersecciones en estudio. Estos esquemas comprendieron un levantamiento de hasta 50.0 m longitudinales por cada acceso que confluyen en la intersección y a la vialidad coincidente.

CAPITULO 2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

2.1. Información documental.

Consistió en obtener información de tipo documental que será empleada en las diferentes etapas del estudio, como son volúmenes de tránsito, población, indicadores socioeconómicos, etc. así como proyectos, obras o estudios que tengan relación con el estudio en cuestión. Toda esta información de tipo estadístico y de referencia, permite realizar parte de los análisis y estimación de parámetros. Entre los documentos consultados se tiene los mostrados en el Cuadro Núm.2.1.

INFORMACION DOCUMENTAL		
DEPENDENCIA	DOCS. OBTENIDOS	FUENTE
Gobierno del Estado de Nuevo León	Programa Sectorial de Vialidad y Transporte 2004 - 2009	www.nl.gob.mx/pics/pages/p_vialidad.../vialidad_transporte.pdf
ITESM	Análisis Estratégico del Área Metropolitana de Monterrey	www.itesm.edu/.../portal?.../Monterrey/.../Monterrey/.../Metropolitano
Gobierno del Estado de Nuevo León	Estudio de Modernización del Transporte Público. Área Metropolitana de Monterrey, N. L.	www.nl.gob.mx/pics/pages/metrorrey_linea3.../Diagnostico.doc
Felipe Ochoa y Asociados	Resumen Aforos Vialidad Coincidente L-3	<i>Estudios de Campo del Estudio de Factibilidad Línea 3 Metrorrey</i>

Cuadro Núm. 2.1 Relación de información documental investigada.(Fuente: F.O.A.,S.C., 2011)

Además en esta actividad, también se consultaron a las autoridades respectivas para acotar y confirmar datos.

2.2. Estudios de ingeniería de tránsito

Al ser este un estudio vial, la parte fundamental del trabajo se basa en estudios de ingeniería de tránsito, que tienen como finalidad medir de forma directa, y en el sitio, al tránsito y sus características principales, así como los aspectos esenciales de la vialidad. La finalidad es contar con información necesaria y suficiente para poder realizar el análisis operacional del área de estudio. Con este fundamento se presenta las siguientes actividades realizadas con su descripción particular:

2.2.1 Usos de Suelo.

Esta actividad consistió en obtener los usos de suelo predominantes en el área de estudio de cada intersección; para llevar a cabo este trabajo se planteó la siguiente clasificación básica:

1. Vivienda.
2. Comercio.
3. Servicios.
4. Industrial.
5. Mixto.

Se efectuaron recorridos a pié en la zona para levantar la información referida y plasmarse en planos que resaltan los usos predominantes, a lo largo del trazo previsto para la futura Línea 3, en el Cuadro Núm. 2.2. que se muestra a continuación, se resume el inventario al respecto, de forma tal que se tenga un panorama general del mismo.

Vialidad	Tramo	Dirección	USOS DEL SUELO				
			Vivienda	Comercio	Servicios	Industrial	Mixto
Carr. Fed. 54	Entronque Apodaca a Av. Acapulco	Norte - Sur	✓			✓	
		Sur - Norte	✓			✓	
Av. Rómulo Garza	Av. Acapulco a Av. Nogalar Sur	Oriente – Pte.					✓
		Pte. – Oriente.					✓
Av. Los Ángeles	Av. Nogalar Sur a Av. Félix U. Gómez	Oriente – Pte.				✓	
		Pte. – Oriente.				✓	
Av. Félix U. Gómez	Av. Los Ángeles a Av. Francisco I Madero	Norte - Sur	✓	✓		✓	
		Sur - Norte		✓	✓	✓	
Av. Félix U. Gómez	Av. Francisco I Madero a Av. Constitución	Norte - Sur		✓	✓	✓	
		Sur - Norte		✓	✓	✓	

Cuadro Núm. 2.2 Resumen inventario de usos de suelo (Fuente: F.O.A., S.C., 2011).

Cabe señalar, que ciertamente se detectaron a lo largo del trazo, centro o puntos atractores y generadores de viajes, tanto comerciales; como de servicios educativos, de salud, deportivos y recreativos; que por sus características y servicio que ofrecen, la movilidad de los usuarios del vehículo particular está más que evidente, por ejemplo el Centro Comercial “Citadel” o varios planteles educativos desde escuelas primarias, hasta universitarios, como son los casos de la Universidad del Valle de México o bien el Instituto Universitario Tecnológico de los Trabajadores; así como el Paseo Santa Lucía, ya en los límites del tramo. Sin embargo en su gran mayoría el uso del suelo está bien definido por zonas, ya sean Industriales, Comerciales o bien Habitacionales a lo largo del trazo.

2.2.2. Aforos vehiculares en estaciones maestras

Como se indica en el apartado 2.1. Recopilación de Información, se tomaron los datos y resultados de los aforos realizados; tanto para el caso de las estaciones maestras, como

para las direccionales. Dentro de la información proporcionada, se eligieron tres estaciones maestras las cuales se consideraron como representativas a lo largo del tramo y de las cuales se pudieron obtener datos y valores necesarios para este estudio.

Las estaciones citadas son las siguientes, así como la ubicación de cada una de ellas, las cuales reflejan periodos de ejecución de aproximadamente 14 horas continuas en intervalos de 15 minutos y con clasificación vehicular.

- Estación Maestra No. 1; ubicada en: Av. Félix U. Gómez y Av. Francisco I. Madero
- Estación Maestra No. 3; ubicada en: Av. Félix U. Gómez y Av. Adolfo Ruíz Cortínez.
- Estación Maestra No. 4; ubicada en: Carretera Federal No.54 y Camino a Huinalá

El objetivo principal de este estudio fue conocer la variación horaria del tránsito e identificar la hora de máxima demanda (HMD) en la mañana, medio día y tarde.

Esta información permitió estimar posteriormente los parámetros cuantitativos y cualitativos de la calidad y eficiencia del tránsito, tales como la capacidad y el nivel de servicio.

Los aforos se observa que se realizaron en un día típico de la semana, en periodo normal de actividades, en el cual se registró el volumen máximo horario por sentido y para ambos sentidos de circulación y por tipo de vehículo.

En el Cuadro Núm.2.3. se presentan los resultados de las horas de máxima demanda identificadas en cada una de las tres estaciones realizadas.

Resumen de H.M.D. en Estaciones Maestras			
Estación	AM	MD	PM
01 Félix U. Gómez – Av. Fco. I. Madero	7:30 – 8:30	11:45 – 12:45	17:00 – 18:00
03 Félix U. Gómez – Av. A. Ruíz Cortínez	7:45 – 8:45	12:45 – 13:45	16:00 – 17:00
04 Carr. Fed. No. 54 – Camino a Huinalá	6:45 – 7:45	13:45 – 14:45	17:30 – 18:30

Cuadro Núm. 2.3 Resumen de las HMD en las estaciones maestras de aforo de 14 horas. (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

Como se puede observar en el cuadro anterior, las horas de máxima demanda para cada una de las cuatro estaciones maestras presentan variación, situación que se atribuye a los diferentes usos del suelo localizados en la zona de influencia a lo largo de la trayectoria de la futura Línea 3 en estudio, en el Cuadro Núm. 2.4. se muestra la composición vehicular en cada una de las estaciones por ambos sentidos de circulación.

No. De Estación	H. M. D.	COMPOSICION DEL TRANSITO			TOTAL
		Automóviles	Autobuses	Camiones	
01	7:30 – 8:30	4231	309	51	4,591
	11:45 – 12:45	3582	318	115	4,015
	17:00 – 18:00	4071	280	26	4,377
03	7:45 – 8:45	3611	247	246	4,104
	12:45 – 13:45	3085	221	361	3,667
	16:00 -17:00	3424	217	540	4,181
04	6:45 – 7:45	10564	360	527	11,451
	13:45 – 14:45	7760	235	894	8,889
	17:30 – 18:30	8281	286	1016	9,583

Cuadro Núm. 2.4 Resumen de las HMD del aforo (ambos sentidos) de 14 horas en un día hábil de la semana en estaciones maestras. (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

Ahora bien, de acuerdo a los datos observados, se aprecia con claridad que los mayores volúmenes de vehículos y autobuses se presentan normalmente en la HMD de la mañana en los tres casos determinados por las estaciones maestras; más no así para los

camiones, ya que éstos presentan sus mayores volúmenes normalmente en los horarios vespertinos de las HMD, es decir, medio día y por la tarde, esto nos indica que el uso del vehículo es más intenso por las mañanas; así como el transporte público en autobuses y el transporte de carga representado por los camiones circula en horarios diferentes como lo muestra la cuadro anterior.

Así mismo los valores observados en la Estación No 4 ubicada en la Carretera Federal No 54 y el Camino a Huinalá, respecto de los que se observan en las otras dos estaciones, se interpretan como que hay un volumen muy importante de tránsito que circula de paso y cuyos destinos no son propiamente las áreas de los municipios de Apodaca, San Nicolás de los Garza y Monterrey o bien no las áreas adyacentes al trazo de la futura Línea 3.

Sin embargo no hay que perder de vista que los mayores volúmenes de tránsito detectados se presentan en el tramo de mayor longitud de la futura Línea 3, es decir, sobre la Carretera Federal 54. Esto es muy importante a la hora de valorar la ubicación de las estaciones y sus respectivos accesos y salidas a éstas, así como las acciones y modificaciones que la vialidad coincidente tenga que presentar, en virtud de la seguridad de los potenciales usuarios de la Línea 3 en el tramo referido.

Si expresamos esto en promedios totales, nos parece que no es conveniente; ya que los volúmenes de camiones circulan preferentemente después del mediodía y por lo tanto el promedio no alcanzaría a ser representativo; sin embargo y para fines meramente de tener una idea en porcentaje de la composición vehicular, se muestra en el Cuadro Núm. 2.5 el resumen para cada estación maestra considerada en el estudio.

No. De Estación	Composición del Tránsito						Totales	
	Automóviles		Autobuses		Camiones			
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
01	3961	91.5	302	7.00	64	1.5	4327	100
03	3373	84.7	228	5.7	382	9.6	3983	100
04	8868	88.9	294	2.9	812	8.2	9974	100

Cuadro Núm. 2.5 Resumen de Composición Vehicular Promedio en cada Estación Maestra de las HDM del aforo (ambos sentidos). (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

A continuación se presentan las gráficas de las tres estaciones de aforo maestras que nos fueron proporcionadas y en las que se observa los picos que definen las HMD en los diferentes periodos del día. Las Figuras 2.1, 2.2. y 2.3, representan a su vez las variaciones horarias de los volúmenes de tránsito en las Estaciones 01, 03 y 04, respectivamente.

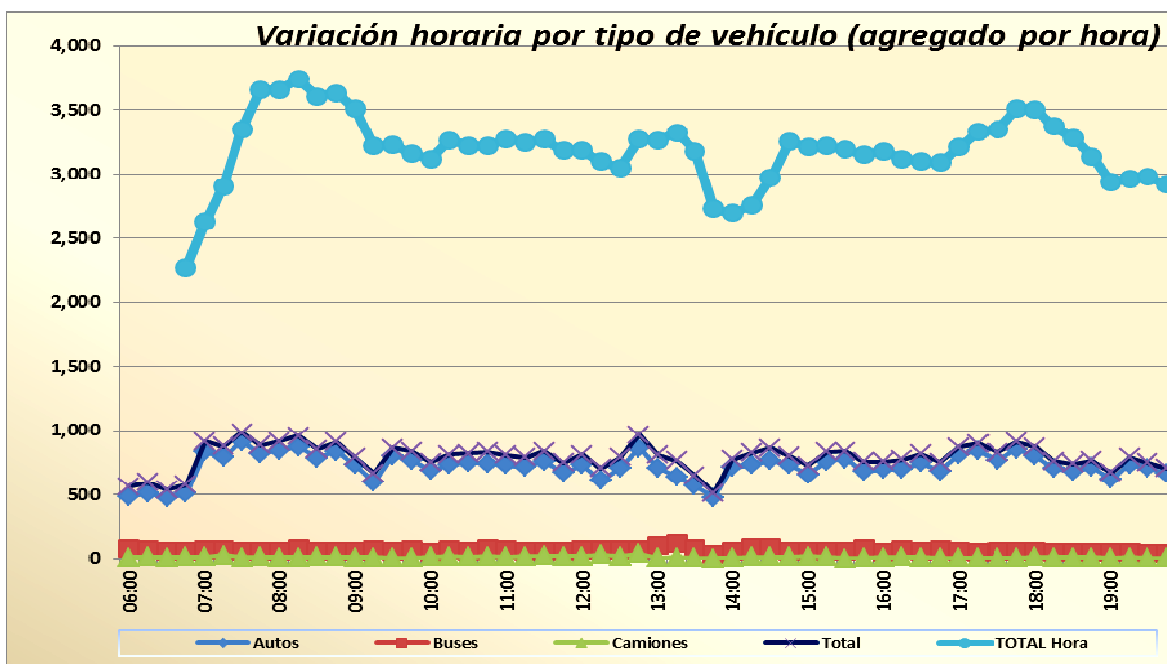


Figura Núm. 2.1 Variación horaria del tránsito en un día hábil de la semana por ambos sentidos de circulación para la estación 1. (Fuente: F.O.A.,S.C., 2011)

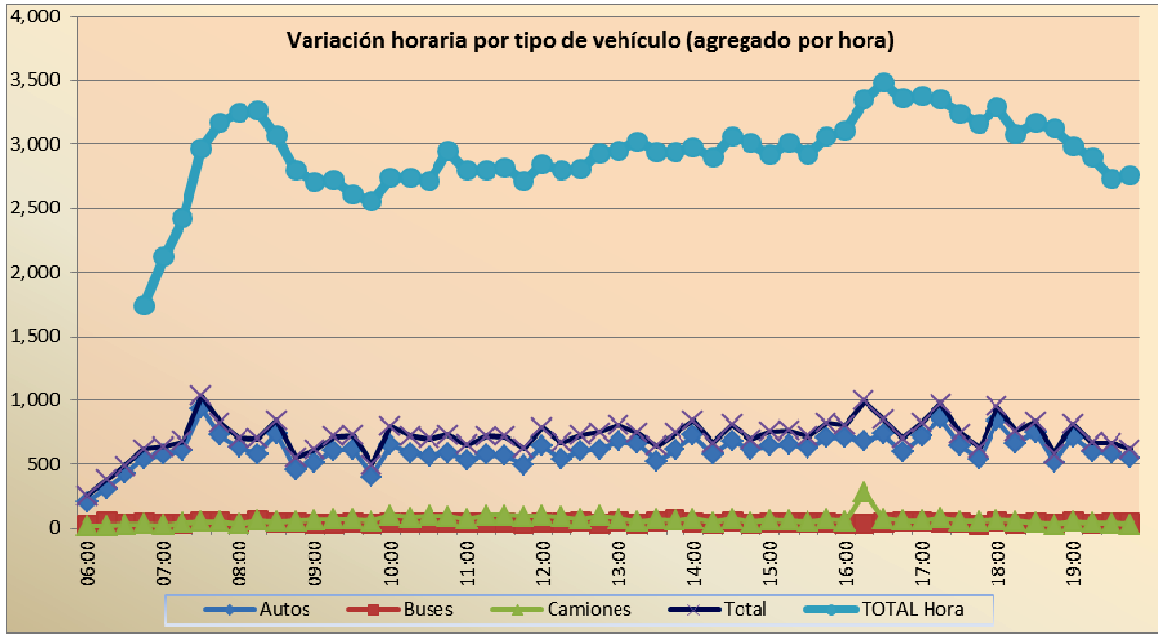


Figura Núm. 2.2 Variación horaria del tránsito en un día hábil de la semana por ambos sentidos de circulación para la estación 3. (Fuente: F.O.A.,S.C., 2011)

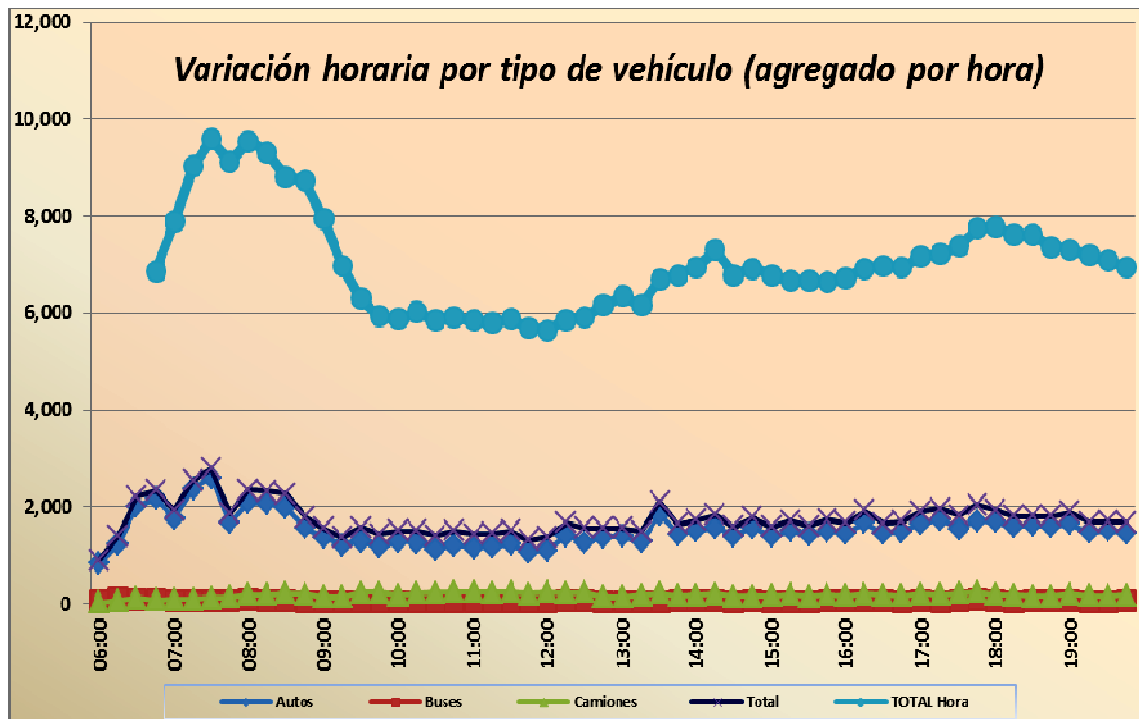


Figura Núm. 2.3 Variación horaria del tránsito en un día hábil de la semana por ambos sentidos de circulación para la estación 4. (Fuente: F.O.A.,S.C., 2011)

La información de los aforos realizados en Estaciones Maestras se presenta para un mayor detalle en el Anexo 1 de este documento.

2.2.3. Aforos Direccionales

De la información que nos arrojó la realización de los aforos direccionales, se observó que se realizaron en los dos periodos de máxima demanda del día determinados para las estaciones ubicadas en los municipios de: Monterrey, San Nicolás de los Garza y Apodaca Tijuana, en función a las estaciones maestras analizadas en el punto anterior. Cada aforo direccional tuvo una duración de 2 horas distribuidas en dos periodos de un día normal entre semana, siendo éstos los correspondientes a las HMD de la mañana y la tarde.

El objetivo de este estudio fue observar y conocer el comportamiento vehicular en las 19 principales intersecciones, el Cuadro Núm. 2.6 se presenta un resumen de la Hora de Máxima Demanda (HMD) obtenida de los aforos en estaciones maestras (HMD) para los municipios involucrados, horarios en que se realizaron los aforos direccionales:

MUNICIPIO	HORARIOS DE MÁXIMA DEMANDA	
	AM	PM
Apodaca	7:30 - 8:30	17:00-18:00
San Nicolas de los Garza	7:30 - 8:30	17:00-18:00
Monterrey	7:30 - 8:30	17:00-18:00

Cuadro Núm. 2.6 Horarios de Máxima Demanda en Estaciones Maestras. (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

En los aforos direccionales se registraron todos los movimientos vehiculares de cada uno de los accesos de las intersecciones por periodos de 15 minutos durante las cuatro horas estableciendo los periodos de máxima demanda, el Cuadro Núm. 2.7 muestra el resumen de los aforos realizados en HMD AM y PM.

ID	INTERSECCIÓN	PERIODO (HMD)	VOLUMEN TOTAL POR INTERSECCIÓN	ACCESO	NOMBRE ACCESO	VOLUMEN CLASIFICADO					
						A	B	C	TOTAL		
AD 01	CARRETERA A CD. MIGUEL ALEMÁN CON BLVD. CARLOS SALINAS DE G.	AM 07:30 - 08:30	16960	NTE-PTE CENTRAL	Carr. Miguel Alemán	3199	234	174	3607		
				NTE-PTE LATERAL	Carr. Miguel Alemán	1013	48	67	1128		
				NTE MORELOS	Carr. Miguel Alemán	542	76	59	677		
				NTE PORFIRIO	Carr. Miguel Alemán	586	47	45	678		
				PONIENTE	Carlos Salinas de Gortari	3597	207	264	4068		
		PM 17:00 - 18:00	17170	SUR GORTARI	Carr. Miguel Alemán	3204	59	335	3598		
				ORIENTE	Arenas Guajareo	2551	126	167	2844		
				NTE-PTE CENTRAL	Carr. Miguel Alemán	3698	184	105	3987		
				NTE-PTE LATERAL	Carr. Miguel Alemán	1625	103	105	1833		
				NTE MORELOS	Carr. Miguel Alemán	842	97	62	1001		
AD 02	CARRETERA A CD. MIGUEL ALEMÁN CON AV. IGNACIO SEPULVEDA	AM 07:30 - 08:30	4755	NORTE	Carr. Miguel Alemán	803	67	104	974		
				SUR	Carr. Miguel Alemán	887	57	12	956		
				ORIENTE	Av. Isidro SagChusca	1449	2	21	1472		
				PONIENTE	Av. Isidro SagChusca	1261	14	78	1353		
				PM 17:00 - 18:00	4420	NORTE	Carr. Miguel Alemán	776	52	159	987
		SUR	Carr. Miguel Alemán			880	46	22	948		
		ORIENTE	Av. Isidro SagChusca			998	2	9	1009		
		PONIENTE	Av. Isidro SagChusca			1339	27	110	1476		
		AD 03	CARRETERA A CD. MIGUEL ALEMÁN CON AV. ACAPULCO - ROMULO GARZA			AM 07:30 - 08:30	6096	NORTE	Carr. Miguel Alemán	1833	398
				SUR	Carr. Miguel Alemán			629	81	39	749
ORIENTE	Av. Acapulco			1335	61			15	1411		
PONIENTE	Av. Romulo Garza			1585	65			32	1682		
PM 17:00 - 18:00	6557			NORTE	Carr. Miguel Alemán			2375	215	42	2632
				SUR	Carr. Miguel Alemán	628	61	35	724		
				ORIENTE	Av. Acapulco	877	50	15	942		
				PONIENTE	Av. Romulo Garza	2152	53	54	2259		
				AD 04	AV. ROMULO GARZA CON AV. LAS TORRES	AM 07:30 - 08:30	5322	NORTE	Av. Las Torres	776	0
SUR	Av. Las Torres							299	6	8	313
ORIENTE	Av. Romulo Garza	2468	101					24	2593		
PONIENTE	Av. Romulo Garza	1540	50					44	1634		
PM 17:00 - 18:00	4690	NORTE	Av. Las Torres					377	4	25	406
		SUR	Av. Las Torres			453	7	13	473		
		ORIENTE	Av. Romulo Garza			1888	67	36	1991		
		PONIENTE	Av. Romulo Garza			1727	53	48	1828		
		AD 05	AV. ROMULO GARZA CON AV. LOS ARBOLES			AM 07:30 - 08:30	6716	NORTE	Av. Los Arboles	536	0
SUR	Ciudades							16	1	0	17
ORIENTE	Av. Romulo Garza			2199	69			49	2317		
PONIENTE	Av. Romulo Garza			3686	86			50	3822		
PM 17:00 - 18:00	6384			NORTE	Av. Los Arboles			208	0	2	210
				SUR	Ciudades	6	0	1	7		
				ORIENTE	Av. Romulo Garza	1299	54	62	1415		
				PONIENTE	Av. Romulo Garza	4605	108	84	4797		
				AD 06	AV. ROMULO GARZA CON AV. LAS FLORES	AM 07:30 - 08:30	6131	NORTE	Av. Las Flores	569	5
SUR	Av. Las Flores							844	9	1	854
ORIENTE	Av. Romulo Garza	2515	94					16	2625		
PONIENTE	Av. Romulo Garza	1952	85					34	2071		
PM 17:00 - 18:00	4187	NORTE	Av. Las Flores					391	5	7	403
		SUR	Av. Las Flores			572	5	6	583		
		ORIENTE	Av. Romulo Garza			1572	78	11	1661		
		PONIENTE	Av. Romulo Garza			1441	59	40	1540		

Continua.....

AD-07		AV		NORTE	Ac. Conductoras	1329	31	9	1359
			8877	SUR	Mario J. Montemayor	1494	3	58	1532
	AV. ROMULO GARZA	27:30 - 28:30		ORIENTE	Ac. Romulo Garza	2832	95	53	2950
		CON		POBLENTE	Ac. Romulo Garza	2896	93	61	3037
	AV. CONDUCTORAS - MARIO J.M.	PV		NORTE	Ac. Conductoras	957	24	21	922
				SUR	Mario J. Montemayor	1388	3	52	1423
		17:30 - 18:30	7576	ORIENTE	Ac. Romulo Garza	2348	156	115	2314
				POBLENTE	Ac. Romulo Garza	2776	72	52	2940
AD-08		AV		NORTE	Charabasco	71	3	0	71
			12528	SUR	Charabasco	9611	114	31	3756
	AV. ROMULO GARZA - CD. ANGELES	27:30 - 28:30		ORIENTE	Ac. Romulo Garza	5422	134	72	3598
		CON		POBLENTE	Ac. Cd. De Los Angeles	4936	93	137	5123
	CHUBUSCO	PV		NORTE	Charabasco	71	3	0	71
				SUR	Charabasco	2665	91	124	2882
		17:30 - 18:30	10832	ORIENTE	Ac. Romulo Garza	2636	99	130	2875
				POBLENTE	Ac. Cd. De Los Angeles	4511	88	257	4856
AD-09		AV							
			874	O'E - O'E	Ac. Cd. De Los Angeles	872	2	0	874
	RETORNO CD. DE LOS ANGELES	27:30 - 28:30							
		CON							
ANTIGUO CAMINO A APODACA	PV		O'E - O'E	Ac. Cd. De Los Angeles	945	5	0	945	
		17:30 - 18:30							
AD-10		AV		NORTE	Ac. Regular Sur	4495	45	64	4594
			10004	SUR	Antonio L. Villarreal	139	3	11	149
	AV. CD. DE LOS ANGELES	27:30 - 28:30		ORIENTE	Ac. Cd. De Los Angeles	3727	254	237	4258
		CON		POBLENTE	Ac. Cd. De Los Angeles	532	7	64	1303
	AV. REGALAR SUR	PV		NORTE	Ac. Regular Sur	2882	62	135	3049
				SUR	Antonio L. Villarreal	328	4	52	364
		17:30 - 18:30	9148	ORIENTE	Ac. Cd. De Los Angeles	2140	288	466	3034
				POBLENTE	Ac. Cd. De Los Angeles	737	12	110	829
AD-11		AV		NORTE	Ac. Adolfo Lopez Mateos	1323	66	55	1441
			4078	SUR	Ac. Felix Uresti Gomez	2225	78	76	1179
	AV. CD. DE LOS ANGELES	27:30 - 28:30		ORIENTE	Ac. Cd. De Los Angeles	682	17	26	725
		CON		POBLENTE	Ac. Cd. De Los Angeles	587	22	124	733
	AV. FELIX URESTI GOMEZ -	PV		NORTE	Ac. Adolfo Lopez Mateos	2373	73	146	1286
	AV. ADOLFO LOPEZ MATEOS			SUR	Ac. Felix Uresti Gomez	984	62	122	1368
		17:30 - 18:30	3780	ORIENTE	Ac. Cd. De Los Angeles	496	14	52	562
				POBLENTE	Ac. Cd. De Los Angeles	689	48	137	844
AD-12		AV		NORTE	Ac. Felix Uresti Gomez	1591	89	56	1736
			4588	SUR	Ac. Felix Uresti Gomez	951	68	38	1357
	AV. FELIX URESTI GOMEZ -	27:30 - 28:30		ORIENTE	Ac. Adolfo Ruiz Cortines	2317	56	99	1172
		CON		POBLENTE	Ac. Adolfo Ruiz Cortines	540	39	54	623
	AV. ADOLFO RUIZ CORTINEZ	PV		NORTE	Ac. Felix Uresti Gomez	1398	131	54	1594
				SUR	Ac. Felix Uresti Gomez	2348	64	95	1149
		17:30 - 18:30	4390	ORIENTE	Ac. Adolfo Ruiz Cortines	634	95	114	823
				POBLENTE	Ac. Adolfo Ruiz Cortines	733	34	68	825

Continua.....

AD-13		AM	4898	NORTE	Av. Félix Uresú Gómez	1373	249	129	1631
		07:30 - 08:30		SUR	Av. Félix Uresú Gómez	960	207	103	1170
	AV. FELIX URESÚ GÓMEZ - CON			ORIENTE	Av. José Ángel Conchallo	761	3	51	812
		PM	4724	POBLENTE	Av. José Ángel Conchallo	1008	3	237	1245
	AV. JOSÉ ÁNGEL CONCHALLO	17:00 - 18:00		NORTE	Av. Félix Uresú Gómez	1124	223	121	1428
				SUR	Av. Félix Uresú Gómez	1128	231	145	1394
			ORIENTE	Av. José Ángel Conchallo	838	3	94	932	
			POBLENTE	Av. José Ángel Conchallo	847	3	143	990	
AD-14		AM	7057	NORTE	Av. Félix Uresú Gómez	1259	230	44	1493
		07:30 - 08:30		SUR	Av. Félix Uresú Gómez	925	221	45	1181
	AV. FELIX URESÚ GÓMEZ - CON			ORIENTE	Av. Cristóbal Colón	4037	269	69	4473
		PM	6238	POBLENTE	Av. Cristóbal Colón	3	3	3	3
	AV. CRISTÓBAL COLÓN	17:00 - 18:00		NORTE	Av. Félix Uresú Gómez	1380	232	62	1544
				SUR	Av. Félix Uresú Gómez	1048	346	51	1445
			ORIENTE	Av. Cristóbal Colón	2674	422	158	3254	
			POBLENTE	Av. Cristóbal Colón	3	3	3	3	
AD-15		AM	8580	NORTE	Av. Félix Uresú Gómez	1585	330	52	1767
		07:30 - 08:30		SUR	Av. Félix Uresú Gómez	1346	276	36	1558
	AV. FELIX URESÚ GÓMEZ - CON			ORIENTE	Av. Francisco L. Madero	3	3	3	3
		PM	7438	POBLENTE	Av. Francisco L. Madero	2409	267	114	2795
	AV. FRANCISCO L. MADERO	17:00 - 18:00		NORTE	Av. Félix Uresú Gómez	1348	237	69	1554
				SUR	Av. Félix Uresú Gómez	1721	299	93	2013
			ORIENTE	Av. Francisco L. Madero	3	3	3	3	
			POBLENTE	Av. Francisco L. Madero	3735	60	94	3889	
AD-16		AM	4617	NORTE	Av. Félix Uresú Gómez	2141	239	27	2397
		07:30 - 08:30		SUR	Av. Félix Uresú Gómez	1877	237	13	2127
	AV. FELIX URESÚ GÓMEZ - CON			ORIENTE	Av. José María Arteaga Ota.	3	3	3	3
		PM	4241	POBLENTE	Av. José María Arteaga Ota.	38	265	3	283
	AV. JOSÉ MARÍA ARTEAGA O.T.E.	17:00 - 18:00		NORTE	Av. Félix Uresú Gómez	1542	204	31	1676
				SUR	Av. Félix Uresú Gómez	2021	233	34	2168
			ORIENTE	Av. José María Arteaga Ota.	3	3	3	3	
			POBLENTE	Av. José María Arteaga Ota.	157	227	3	397	
AD-17		AM	4477	NORTE	Av. Félix Uresú Gómez	1952	247	46	2145
		07:30 - 08:30		SUR	Av. Félix Uresú Gómez	1850	245	20	2015
	AV. FELIX URESÚ GÓMEZ - CON			ORIENTE	Calle Carlos Salazar Pta.	313	1	3	317
		PM	4686	POBLENTE	Calle Carlos Salazar Pta.	3	3	3	3
	CALLE CARLOS SALAZAR P.T.E.	17:00 - 18:00		NORTE	Av. Félix Uresú Gómez	1823	231	28	1982
				SUR	Av. Félix Uresú Gómez	2279	239	52	2269
			ORIENTE	Calle Carlos Salazar Pta.	430	3	5	435	
			POBLENTE	Calle Carlos Salazar Pta.	3	3	3	3	
AD-18		AM	5305	NORTE	Av. Félix Uresú Gómez	2335	240	31	2526
		07:30 - 08:30		SUR	Av. Félix Uresú Gómez	1723	223	5	1941
	AV. FELIX URESÚ GÓMEZ - CON			ORIENTE	Calle Isaac Garza	278	28	2	328
		PM	5207	POBLENTE	Calle Isaac Garza	3	3	3	3
	CALLE ISAAC GARZA	17:00 - 18:00		NORTE	Av. Félix Uresú Gómez	2092	225	32	2249
				SUR	Av. Félix Uresú Gómez	1611	293	16	1760
			ORIENTE	Calle Isaac Garza	1130	61	7	1198	
			POBLENTE	Calle Isaac Garza	3	3	3	3	
AD-19		AM	5002	NORTE	Av. Félix Uresú Gómez	2061	253	22	2256
		07:30 - 08:30		SUR	Av. Félix Uresú Gómez	2058	293	16	2267
	AV. FELIX URESÚ GÓMEZ - CON			ORIENTE	Calle Santiago Tapia - A. Prieto	3	3	3	3
		PM	5767	POBLENTE	Calle Santiago Tapia - A. Prieto	452	28	1	479
	CALLE SANTIAGO TAPIA - A. PRIETO	17:00 - 18:00		NORTE	Av. Félix Uresú Gómez	2144	258	22	2324
				SUR	Av. Félix Uresú Gómez	2046	284	29	2259
			ORIENTE	Calle Santiago Tapia - A. Prieto	3	3	3	3	
			POBLENTE	Calle Santiago Tapia - A. Prieto	1122	59	13	1194	
		A = Automóviles	B = Autobuses	C = Camiónes					

Cuadro Núm. 2.7 Resumen de los Aforos Direccionales en HDM. (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

Del Cuadro anterior se puede apreciar que los mayores volúmenes de tránsito se presentan en el Municipio de Apodaca y de San Nicolás de los Garza, los menores volúmenes corresponden al Municipio de Monterrey, excepto las intersecciones de la Av. Félix U. Gómez con las Avenidas: Cristóbal Colón y Francisco I. Madero.

Así mismo en algunas de las intersecciones que están en los límites de estos dos últimos municipios, también se presentan volúmenes altos.

Con el objeto de tener un panorama sintetizado de los volúmenes más altos y su ubicación a lo largo de la vialidad coincidente con el trazo previsto para la futura Línea 3, de forma tal de detectar los tramos de dicha vialidad que presentan los mayores volúmenes de tránsito actualmente y que por consecuencia se les deberá de prestar mayor atención, a continuación se presentan de manera tabular dichos tramos con los puntos más relevantes en cuanto a volúmenes de tránsito en el Cuadro Núm. 2.8, también se indica de manera general la movilidad de cada una de ellas.

No. Intersec.	Ubicación	Datos Operacionales			
		Municipio	HMD	Volumen Total	Movilidad
01	Carr. Fed. 54 – Ent. Apodaca	Apodaca	17:00 – 18:00	17,170	Todos los Movimientos permitidos
03	Carr. Fed. 54 – Av. Acapulco	San Nicolás de los Garza	17:00 – 18:00	6,557	Todos los Movimientos permitidos
05	Av. Rómulo Garza – Av. Los Arboles	San Nicolás de los Garza	07:30 – 08:30	6,716	Todos los Movimientos permitidos
07	Av. Rómulo Garza – Av. Conductores	San Nicolás de los Garza	07:30 – 08:30	8,877	Todos los Movimientos permitidos
08	Av. Rómulo Garza – Av. Churubusco	San Nicolás de los Garza	07:30 – 08:30	12,528	Todos los Movimientos permitidos
10	Av. Rómulo Garza – Av. Nogalar Sur	Límites San Nicolás - Monterrey	07:30 – 08:30	10,004	Todos permitidos, excepto V. Izq. De Av. Los Ángeles hacia Av. Nogalar Sur
14	Av. Félix U. Gómez – Av. Cristóbal Colón.	Monterrey	07:30 – 08:30	7,057	Todos los Movimientos permitidos
15	Av. Félix U. Gómez – Av. Francisco I. Madero.	Monterrey	17:00 – 18:00	7,436	Todos los Movimientos permitidos

Cuadro Núm. 2.8 Resumen de Intersecciones con Volúmenes Direccionales Máximos en HDM.

(Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

Como se puede observar, prácticamente el 50% de las intersecciones importantes del tramo, presentan volúmenes muy altos, concentrándose en los municipios de Apodaca y San Nicolás de los Garza, es decir en los tramos de la vialidad coincidente integrada por la Carretera Federal 54 en el tramo de: Av. Carlos Salinas de Gortari a Av. Acapulco y la Av. Rómulo Garza en el tramo de: Av. Acapulco a Av. Nogalar Sur y en el tramo final (o inicial según se defina el inicio de la línea) y el cual corresponde al tramo de la Av. Félix U. Gómez, de: Av. Ciudad de Los Ángeles a la Av. Constitución.

Así mismo los horarios en los que se presentan los máximos volúmenes, son diferentes, mientras que en los cruceros del Municipio de Apodaca son en la HMD vespertina, en la totalidad de las intersecciones ubicadas en el Municipio de San Nicolás de los Garza, sobre la Av. Rómulo Garza son en la HMD matutina.

Los valores reportados de volúmenes de aforos sobre varias de las vialidades primarias que cruzan la Av. Rómulo Garza, como se muestran en la tabla anterior, nos indican en primera instancia que su nivel de servicio presentará ciertamente condiciones de operación seguramente deficientes, así como en las intersecciones de la Carretera Federal 54 y la Av. Carlos Salinas de Gortari (Entronque Apodaca), la misma carretera con la Av. Acapulco – Av. Rómulo Garza y dos intersecciones de las más importantes para el tramo sobre la Av. Félix Urestí Gómez, las cuales son los cruces con las avenidas Cristóbal Colón y Francisco I. Madero, en la zona centro de la ciudad de Monterrey.

No obstante que los datos reportados de volúmenes de tránsito para las demás intersecciones no alcanzan los valores de las representadas en el Cuadro Núm. 10, éstos serán de gran importancia para determinar los niveles de servicio y la longitud de cola en los accesos que confluyen a la vialidad coincidente con la trayectoria de la futura Línea 3, tanto para la situación actual; como para su operación futura una vez que entre en funcionamiento la Línea 3. En la mayoría de las intersecciones se permiten todos los movimientos direccionales, generándose entre 12 y 16 movimientos direccionales (incluyendo la vuelta en “U” en algunos de ellos, misma que no está permitida) dependiendo del número de accesos por intersección.

En la Figura 2.4 se presenta un ejemplo de una de las intersecciones donde se realizó el aforo vehicular, mostrando solo el volumen en la HMD, indicando el movimiento direccional por tipo de vehículo.

La información de los aforos direccionales realizados en intersecciones se puede consultar para un mayor detalle en el Anexo 2 de este documento.

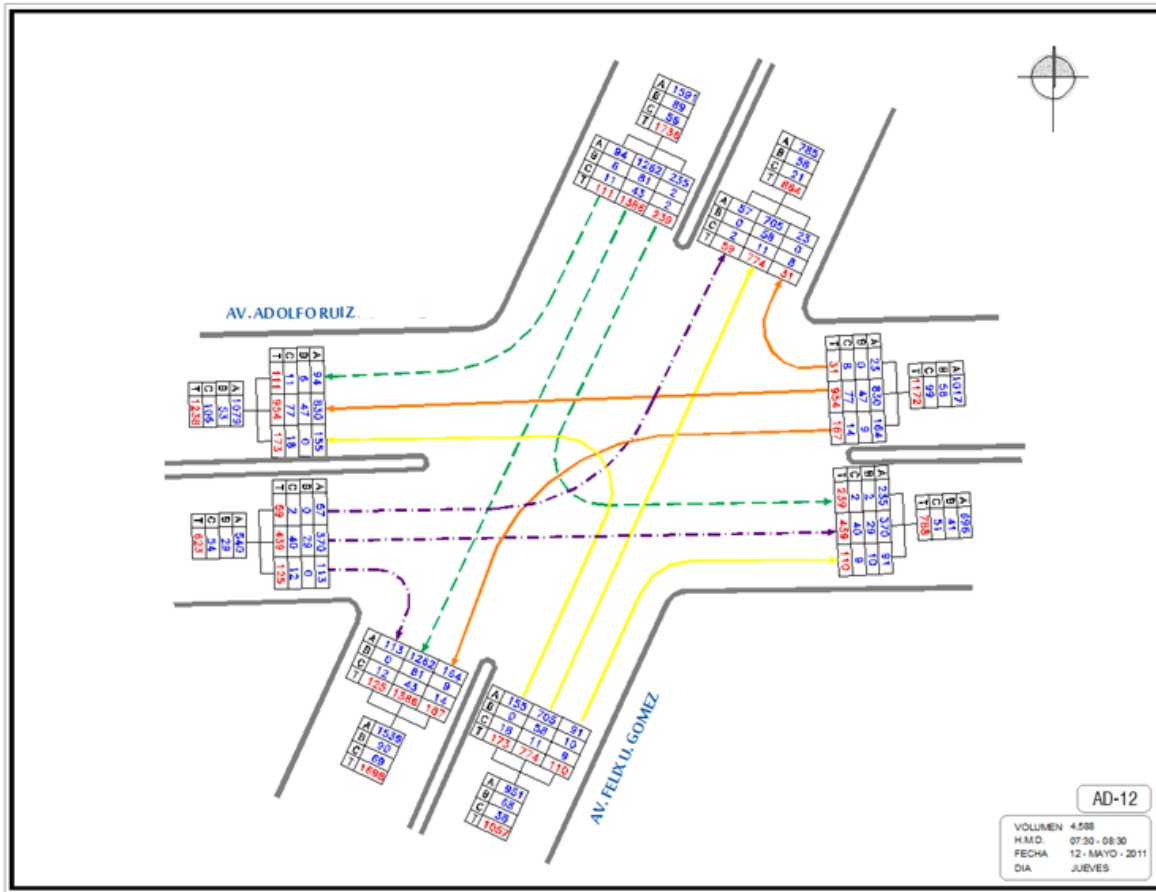


Figura Núm.2.4 Aforo Direccional de Intersecciones con Movimientos Direccionales y Clasificación Vehicular en la HMD. (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

2.2.4. Inventario vial y de los dispositivos de control de tránsito

Mediante visitas y recorridos a la zona de estudio por parte del personal especializado, se realizó la planeación de los estudios, basado en la metodología señalada con anterioridad. A partir de dichos recorridos y las observaciones realizadas se definieron los

inventarios necesarios, así como su tipo y alcance, para su posterior análisis. Los inventarios detectados como necesarios y conveniente realizar fueron los siguientes:

- a) Inventario de las Condiciones de Estacionamiento
- b) Inventario del Tipo y Estado Físico del Pavimento
- c) Inventario de Señalamiento Horizontal y Vertical existente
- d) Inventario de Semáforos y características de Operación
- e) Inventario de la Operación del Transporte Público
- f) Inventario de Velocidades y Tiempos de Recorrido

Para una mejor comprensión a continuación se describen los inventarios operacionales realizados y se presentan con mayor detalle en el Anexo 3 de este documento.

a).- Inventario de las condiciones de estacionamiento

Se realizó un recorrido para observar las condiciones prevalecientes del estacionamiento en la vía pública dentro de las intersecciones que confluyen a las vialidades que serán coincidentes y por lo tanto influirán directamente con la Línea 3. De lo observado se tiene lo siguiente:

Derivado de la gran longitud de los tramos de vialidades que integran la vialidad coincidente con la traza de la Línea 3, se ha dividido en cuatro tramos la longitud total por la que correrá dicha línea, y en función de ello se señalará lo relacionado con el estacionamiento en la vía pública de cada vialidad.

Así entonces a continuación se detalla para cada tramo este aspecto.

Tramo 1: Carretera Federal 54 de: Av. Carlos Salinas de Gortari (Entronque Apodaca) a Av. Acapulco – Av. Rómulo Garza. En la totalidad del tramo se tiene prohibido el estacionamiento en dicha vía, aún en los casos en que se presentan pasos a desnivel (elevados) en cuyas laterales también se tiene prohibido el estacionamiento.

Tramo 2: Av. Rómulo Garza, de: Carretera Federal 54 (Miguel Alemán) a Av. Nogalar Sur. Para este tramo que en un porcentaje del orden del 60 al 70% cuenta con cuerpos laterales y cuerpos centrales, solamente se tiene permitido el estacionamiento en la vía pública en las laterales, en los cuerpos centrales está prohibido. Sin embargo existe un tramo de dicha vialidad de aproximadamente 800.0 m, entre Av. Churubusco y Av. Nogalar Sur, en el que desaparecen las laterales y por lo amplio de su sección transversal (aproximadamente 50.0 m promedio) que presenta cinco carriles de circulación por sentido, se tiene permitido el estacionamiento en la vía pública, siendo éste en cordón.

Tramo 3: Av. Cd. De Los Ángeles, de: Av. Nogalar Sur a Av. Félix Uresti Gómez. Este tramo es el menor en longitud de todos los que componen la traza de la Línea 3, así mismo es el que menor sección transversal también presenta (25.0 m promedio), el cual opera con doble sentido de circulación y se tiene permitido el estacionamiento en la vía pública en ambos sentidos de circulación, dejando dos carriles de circulación para cada sentido únicamente.

Tramo 4: Av. Félix Uresti Gómez, de: Av. Los Ángeles a Av. Constitución. Este es el tramo final del recorrido de la futura Línea 3, con una longitud aproximada de 5.0 km y con una sección transversal actual promedio de 29.0 a 30.0 m, en la que se circula en doble sentido, se tiene permitido el estacionamiento en la vía pública en cada sentido del tramo Cristóbal Colón – Adolfo Ruíz Cortínez con una longitud aproximada de 2.500 metros, así como en la proximidad de algunos cruces, como por ejemplo el de la Calle Isaac Garza.

Para el caso de las intersecciones motivo del presente estudio, solamente se observó que las que se citan a continuación en el Cuadro Núm. 2.9, no se tiene permitido el estacionamiento en la vía pública.

NÚM. INTERSECCIÓN	UBICACIÓN
01	Av. Carlos Salinas de Gortari
02	Av. Ignacio Sepúlveda
03	Av. Acapulco – Av. Rómulo Garza
07	Av. Conductores
10	Av. Nogalar Sur – Av. R. Garza
11	Av. Los Ángeles - Av. Félix U. G.
12	Av. Adolfo Ruíz Cortinez
14	Av. Cristóbal Colón
15	Av. Francisco I. Madero
17	Calle Carlos Salazar Pte. (Solo un tramo de paramento Nororiente de Félix U. Gómez)
18	Calle Isaac Garza (Solo paramento Norponiente de Isaac Garza)
19	Calle Adolfo Prieto (Solo sobre A. Prieto)

Cuadro Núm. 2.9 Lugares de restricción al estacionamiento público. (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

En las restantes 7 intersecciones se tiene permitido el estacionamiento en la vía pública o bien no existe señalamiento alguno que lo prohíba.

b).- Inventario del tipo y estado físico del pavimento

Un grupo de técnicos llevó a cabo una evaluación visual del estado físico de los pavimentos en las intersecciones determinadas para el presente estudio y que confluyen a la vialidad coincidente con la Línea 3 a lo largo de su traza. En todo caso, el objetivo fue identificar aquellos tramos o accesos de las vialidades que cruzan con la vialidad coincidente y que se encuentren deteriorados, para en un momento dado poder plantear acciones tendientes a poder elevar los niveles de servicio que resulten de los análisis de capacidad de cada una de ellas.

Siguiendo la metodología de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, un grupo de técnicos recorrió las intersecciones en estudio, identificó las fallas de los pavimentos y le asignó una calificación en función de su estado, de acuerdo con los criterios presentados en el Cuadro Núm. 2.10, a continuación:

ESTADO	CALIFICACIÓN	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
Bueno	3.51 - 5.0	El pavimento se encuentra en buen estado.
Regular	2.51 - 3.50	El pavimento presenta deficiencias superficiales y requiere acciones de mantenimiento menor
Malo	1.01 - 2.50	El pavimento presenta fallas estructurales de gran importancia y por lo tanto requiere su reconstrucción por tramos.
Deteriorado	0 - 1.0	El pavimento se encuentra en pésimo estado que requiere ser reconstruido totalmente

Cuadro Núm. 2.10 Criterios para calificación del pavimento. (Fuente: SCT)

La totalidad de los pavimentos de las vialidades de acceso a las intersecciones son de concreto asfáltico. La superficie de rodamiento en la mayoría de las intersecciones se encuentra de regular a buenas sus condiciones físicas. En el Cuadro Núm. 2.11, se aprecia con mayor precisión las condiciones en que se calificaron las principales intersecciones en los diversos tramos que se consideraron de mayor importancia para ser observados.

ID	Nombre de la Intersección	Tipo de Pavimento	Estado Físico
01	Carr. A Cd. Miguel Alemán – Blvd. Carlos Salinas de Gortari	Asfalto	Malo
02	Carr. A Cd. Miguel Alemán – Av. Ignacio Sepúlveda	Asfalto	Regular
03	Carr. A Cd. Miguel Alemán – Av. Acapulco	Asfalto	Regular
04	Av. Rómulo Garza – Av. Las Torres	Asfalto	Regular
05	Av. Rómulo Garza – Av. Los Arboles	Asfalto	Regular
06	Av. Rómulo Garza – Av. Las Flores	Asfalto	Regular
07	Av. Rómulo Garza – Av. Conductores	Asfalto	Malo
08	Av. Rómulo Garza – Av. Churubusco	Asfalto	Regular
09	Av. Los Ángeles – Retorno Antiguo Camino a Apodaca	Asfalto	Regular
10	Av. Los Ángeles – Av. Nogalar Sur	Asfalto	Regular
11	Av. Félix Urestí Gómez – Av. Los ángeles	Asfalto	Regular
12	Av. Félix Urestí Gómez – Av. Adolfo Ruíz Cortinez	Asfalto	Bueno
13	Av. Félix Urestí Gómez – Av. José Ángel Conchello	Asfalto	Bueno
14	Av. Félix Urestí Gómez – Av. Cristóbal Colón	Asfalto	Regular
15	Av. Félix Urestí Gómez – Av. Francisco I. Madero	Asfalto	Regular
16	Av. Félix Urestí Gómez - Av. José María Arteaga Ote.	Asfalto	Regular
17	Av. Félix Urestí Gómez - Calle Carlos Salazar Pte.	Asfalto	Regular
18	Av. Félix Urestí Gómez - Calle Isaac Garza	Asfalto	Regular
19	Av. Félix U. Gómez - Calle Fernando Tapia - Adolfo Prieto	Asfalto	Bueno

Cuadro Núm. 2.11 Resultados del Inventario del Estado del Pavimento. (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

En la Figura 2.5 se presenta un ejemplo del inventario de las condiciones actuales de la superficie de pavimento de cada intersección, así como el tipo de este conforme a la tabla de evaluación de la SCT.

Es conveniente mencionar que si bien es cierto que del recorrido e inventarios se precisa que existe un mantenimiento regular de los pavimentos en las vialidades que nos ocupan, también es cierto que en algunos casos; por ejemplo las laterales del paso a desnivel en

el cruce de la Av. Conductores en los que los pavimentos de dichas laterales ya presentan daños mayores y por lo tanto los trabajos de mantenimiento no serían menores, sin por el contrario ya se requerirían trabajos de mantenimiento mayor, sobre todo los acceso correspondientes a la Av. Rómulo Garza.

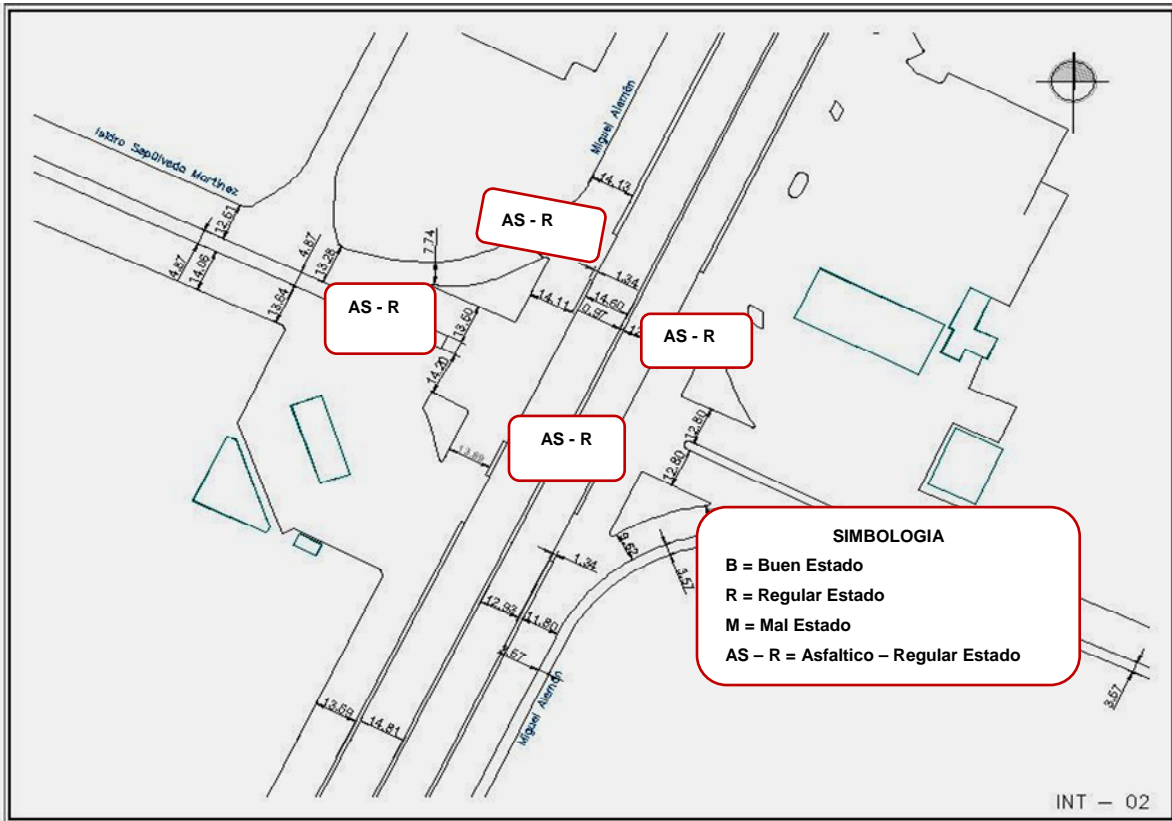


Figura Núm. 2.5 Ejemplo del Inventario Realizado para Evaluar las Condiciones del Estado del Pavimento en las Intersecciones. (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

c).- Inventario de señalamiento horizontal y vertical existente

Se llevó a cabo el inventario del señalamiento vertical de cada una de las 19 intersecciones en el cruce con la vialidad coincidente a través de recorridos a pie, donde se indicó la ubicación del señalamiento restrictivo, preventivo e informativo así como el estado físico en el que se encontró. El objetivo es revisar si el señalamiento existente es el adecuado y suficiente para garantizar la adecuada operación y seguridad de las intersecciones.

El análisis de esta tarea fue exclusivamente para las 19 intersecciones consideradas como las más importantes a lo largo de la ruta de la futura Línea 3. A partir de los recorridos realizados sobre la vialidad de la ruta se obtuvo los inventarios de señalamiento viales de las intersecciones, en lo que se pudo observarse lo siguiente:

Se realizaron inventarios detallados del señalamiento vertical y horizontal existente en las intersecciones. El inventario consistió en un levantamiento detallado de la señalización existente en cada intersección se indicó su ubicación, tipo de señal y el estado físico que presenta.

En el Cuadro Núm. 2.12, se presenta un resumen del número de señales verticales por su tipo, así como el número de señales en mal estado físico y las condiciones del señalamiento horizontal.

AD	INTERSECCIÓN	Estado Físico	Tipo de Señal Vertical				Estado Físico
		Señ. Vertical	SP	SR	SIB	SIE	Señ. Horizontal
01	Carr. A Cd. Miguel Alemán – Blvd. Carlos Salinas de Gortari	Bueno-Regular	5	7	3	4	Malo
		Malo					
02	Carr. A Cd. Miguel Alemán – Av. Ignacio Sepúlveda	Bueno-Regular	2	6	0	3	Malo
		Malo					
03	Carr. A Cd. Miguel Alemán – Av. Acapulco	Bueno-Regular	3	9	6	3	Malo
		Malo					
04	Av. Rómulo Garza – Av. Las Torres	Bueno-Regular	6	11	11	0	Malo
		Malo					
05	Av. Rómulo Garza – Av. Los Arboles	Bueno-Regular	4	6	3	0	Regular
		Malo					
06	Av. Rómulo Garza – Av. Las Flores	Bueno-Regular	5	5	2	1	Regular
		Malo					
07	Av. Rómulo Garza – Av. Conductores	Bueno-Regular	8	12	0	1	Bueno
		Malo					
08	Av. Rómulo Garza – Av. Churubusco	Bueno-Regular	3	10	5	0	Regular
		Malo					

AD	INTERSECCIÓN	Estado Físico Señ. Vertical	Tipo de Señal Vertical				Estado Físico Señ. Horizontal
			SP	SR	SIB	SIE	
09	Av. Los Ángeles – Retorno Antiguo Camino a Apodaca	Bueno-Regular	0	2	1	0	Bueno
		Malo					
10	Av. Los Ángeles – Av. Nogalar Sur	Bueno-Regular	8	11	3	1	Regular
		Malo					
11	Av. Félix Uresti Gómez – Av. Los Angeles	Bueno-Regular	1	1	5	1	Regular
		Malo					
12	Av. Félix Uresti Gómez – Av. Adolfo RuízCortinez	Bueno-Regular	0	1	1	4	Regular
		Malo					
13	Av. Félix Uresti Gómez – Av. José ÁngelConchello	Bueno-Regular	1	4	0	6	Regular
		Malo					
14	Av. Félix Uresti Gómez – Av. Cristóbal Colón	Bueno-Regular	1	6	0	4	Malo
		Malo					
15	Av. Félix Uresti Gómez – Av. Francisco I. Madero	Bueno-Regular	0	1	1	5	Malo
		Malo					
16	Av. Félix Uresti Gómez – Av. José MaríaArteagaOte.	Bueno-Regular	0	0	3	1	Malo
		Malo					
17	Av. Félix Uresti Gómez – Calle Carlos Salazar Pte.	Bueno-Regular	0	4	2	0	Regular
		Malo					
18	Av. Félix Uresti Gómez - Calle Isaac Garza	Bueno-Regular	0	2	1	4	Regular
		Malo					
19	Av. Félix Uresti Gómez - Calle Adolfo Prieto	Bueno-Regular	0	2	2	4	Regular
		Malo					

Cuadro Núm. 2.12 Inventario de señalamiento horizontal y vertical.

Nota: SP Señales Preventivas SR Señales Restrictivas SIB Señales Informativas Bajas (Nomenclatura, de servicios, candelero) SIE Señales informativas Elevadas (Bandera). (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

En la Figura Núm. 2.6, se presenta un ejemplo del inventario del señalamiento horizontal y vertical de una intersección.

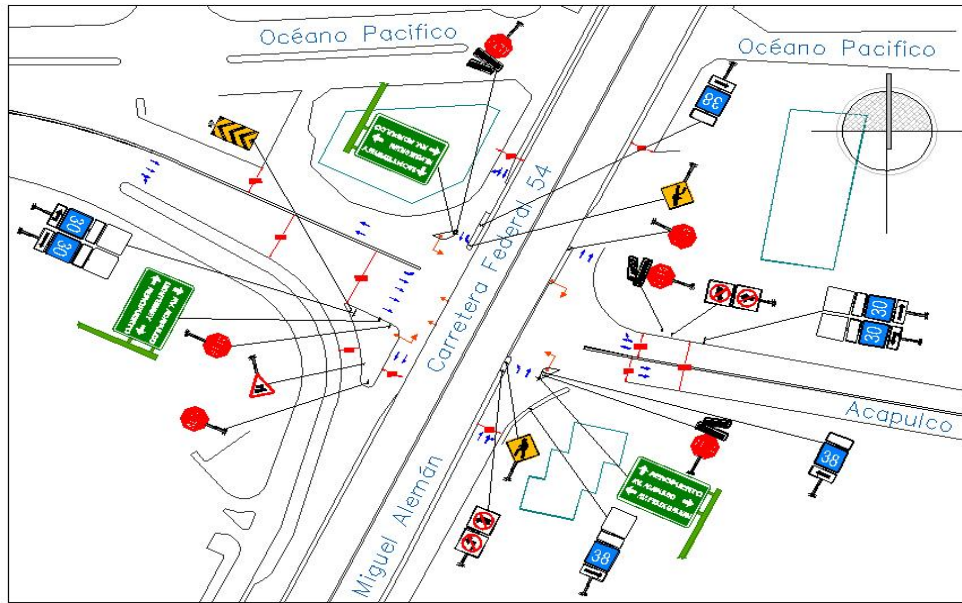


Figura Núm. 2.6 Inventario de señalización en intersecciones. (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

d).-Inventario de semáforos y características de operación

En las 19 intersecciones analizadas el derecho del paso vehicular está controlado con semáforos. Así mismo se pudo investigar con las autoridades del SINTRAM, que los corredores por donde se pretende corra la futura Línea 3, están sincronizados para una velocidad de 50.0 Km/hr y que los ciclos de los semáforos en éstos, pueden variar en el transcurso del día, en función de la demanda que registren los sensores que se tienen colocados en varias estaciones de monitoreo; por lo tanto los semáforos en 17 de las 19 intersecciones operan con varios ciclos; por lo que solamente 2 de las 19 intersecciones no presentan ésta variación, es decir, donde los ciclos y tiempos de verde para cada fase son los mismos durante todos los días, no existiendo un plan específico para horas pico establecido, en donde los programas formados por ciclos, cambien.

Así mismo, los ciclos varían de 90 segundos a 120 segundos. Sin embargó de la observación e inventario que se realizó en campo, se obtuvo que los tiempos de verde por fase en algunos casos no responden a la variación de la demanda del tránsito vehicular actual, afectando la capacidad de la intersección y los niveles de servicio de algunos accesos. Los principales resultados del inventario de las 19 intersecciones semaforizadas se presentan en el Cuadro Núm. 2.13.

AD	Municipio	INTERSECCIÓN	CICLO	Núm. De Fases	Fase Acceso	Duración
						(Seg)
01	Apodaca	Carr. A Cd. Miguel Alemán – Blvd. Carlos Salinas de Gortari	95 Seg.	2	Norte-Sur	63 - 32
					Oriente	32
					Poniente	63
02	Apodaca	Carr. A Cd. Miguel Alemán – Av. Ignacio Sepúlveda	60 Seg	4	Norte-Sur	3 - 3
					Oriente	10
					Poniente	20
03	San Nicolás de los Garza	Carr. A Cd. Miguel Alemán – Av. Acapulco	112 Seg	4	Norte-Sur	28 - 18
					Oriente	28
					Poniente	38
04	San Nicolás de los Garza	Av. Rómulo Garza – Av. Las Torres	120 Seg	5	Norte-Sur	16 - 19
					Oriente	26
					Poniente	23
05	San Nicolás de los Garza	Av. Rómulo Garza – Av. Los Arboles	115 Seg	3	Norte-Sur	26 – 59
					Oriente	-
					Poniente	26
06	San Nicolás de los Garza	Av. Rómulo Garza – Av. Las Flores	120 Seg	4	Norte	23
					Sur	48
					Oriente	21
					Poniente	28
07	San Nicolás de los Garza	Av. Rómulo Garza – Av. Conductores	120 Seg	4	Norte	48
					Sur	23
					Oriente	28
					Poniente	21
08	Límites San Nicolás - Monterrey	Av. Rómulo Garza – Av. Churubusco	95 Seg	2	Norte-Sur	-
					Oriente	68
					Poniente	95
09	Límites San Nicolás - Monterrey	Av. Los Ángeles – Retorno Antiguo Camino a Apodaca	95 Seg	2	Norte - Sur	-
					Oriente	68
					Poniente	27
10	Límites San Nicolás - Monterrey	Av. Los Ángeles – Av. Nogalar Sur	95 Seg	2	Norte	27
					Sur	-
					Oriente	68
					Poniente	27
11	Monterrey	Av. Félix Uresti Gómez – Av. Los ángeles	90 Seg	4	Norte	23
					Sur	25
					Oriente	23
					Poniente	19
12	Monterrey	Av. Félix Uresti Gómez – Av. Adolfo Ruíz	113 Seg	4	Norte	28
					Sur	28

13	Monterrey	Av. Félix Uresti Gómez – Av. José Ángel Conchello	100 Seg	3	Norte - Sur	17 - 40
					Oriente	43
					Poniente	43
14	Monterrey	Av. Félix Uresti Gómez – Av. Cristóbal Colón	100 Seg	3	Norte - Sur	16 – 43
					Oriente	-
					Poniente	41
15	Monterrey	Av. Félix Uresti Gómez – Av. Francisco I. Madero	100 Seg	2	Norte - Sur	53 – 53
					Oriente	47
					Poniente	-
16	Monterrey	Av. Félix Uresti Gómez - Av. José María Arteaga Ote.	100 Seg	2	Norte - Sur	70 - 70
					Oriente	-
					Poniente	30
17	Monterrey	Av. Félix Uresti Gómez - Calle Carlos Salazar Pte.	100 Seg	2	Norte - Sur	80 - 80
					Oriente	20
					Poniente	-
18	Monterrey	Av. Félix Uresti Gómez - Calle Isaac Garza	100 Seg	2	Norte - Sur	75 - 75
					Oriente	25
					Poniente	-
19	Monterrey	Av. Félix Uresti Gómez - Calle Adolfo Prieto	120 Seg	2	Norte - Sur	75 - 75
					Oriente	-
					Poniente	45

Cuadro Núm. 2.13 Inventario de Semáforos y Fases. (Fuente: F.O.A.,S.C., 2011)

En la Figura 2.6 se presenta un ejemplo de una de las intersecciones donde se realizó el inventario de los diferentes dispositivos para controlar el tránsito.

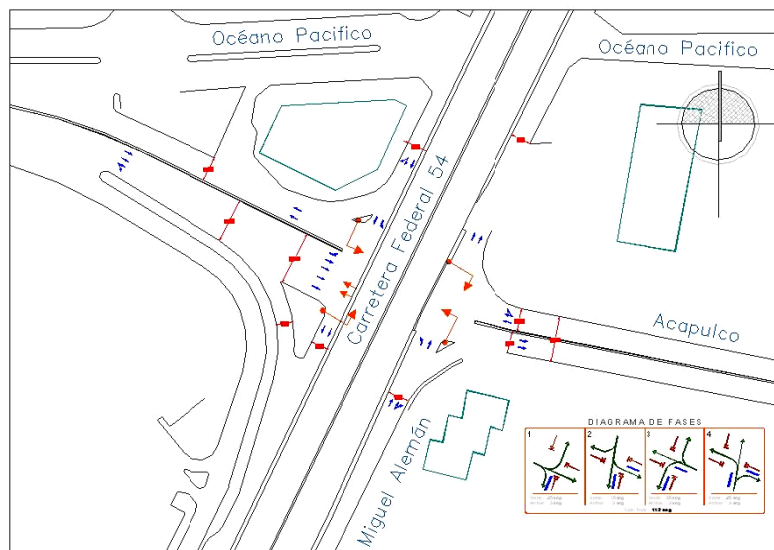


Figura Núm. 2.6 Inventario de Fases y semáforos. (Fuente: F.O.A.,S.C., 2011)

e).- Inventario de la operación del transporte público

De acuerdo a los aforos direccionales, se obtuvo el número de unidades de transporte público en las horas de mayor demanda que circula por los accesos de las diferentes vialidades principales que cruzan los diferentes tramos de la vialidad coincidente con la futura Línea 3.

Es conveniente mencionar que en varias de las intersecciones materia del presente estudio, existen zonas de ascenso y descenso perfectamente definidas, incluso señalizadas de manera apropiada con la señal de **“Parada”**, las cuales presentan un volumen muy importante de unidades del transporte público, como por ejemplo en el caso de la intersección No. 7 Av. Rómulo Garza con la Av. Conductores o el caso de la intersección No. 1 Carretera Federal No. 54 con la Av. Carlos Salinas de Gortari – Entronque Apodaca – y esto muy probablemente incidirá en la operación de las intersecciones en general y ciertamente en particular en las señaladas anteriormente.

Para tener una mejor idea de lo anterior, se procesó la información de los aforos direccionales y se ordenaron los datos únicamente relacionados con el transporte público de manera tabular y en las HMD más representativas conforme los aforos, dichos datos se indican en el Cuadro Núm. 2.14, a continuación.

En dicha tabla se presenta el total de unidades de transporte público que circula por estos accesos, donde el total de unidades considera como transporte público a los clasificados en los aforos direccionales como taxis colectivos, (sedán o vagoneta) y autobuses.

Inter. No.	Ubicación	Volúmenes de Transporte Público en HMD Periodos AM - PM												Totales
		AM			PM			AM			PM			Intersección en HMD
		N-S	S-N	TOTAL	N-S	S-N	TOTAL	O-P	P-O	TOTAL	O-P	P-O	TOTAL	
1	Carr. A Cd. Miguel Alemán – Blvd. Carlos Salinas de Gortari	351	269	620	0	0	0	17	62	79	0	0	0	699
2	Carr. A Cd. Miguel Alemán – Av. Ignacio Sepúlveda	67	57	124	52	46	98	2	14	16	2	27	29	267
3	Carr. A Cd. Miguel Alemán – Av. Acapulco	398	81	479	215	61	276	61	65	126	50	53	103	984
4	Av. Rómulo Garza – Av. Las Torres	0	6	6	4	7	11	101	50	151	67	53	120	288
5	Av. Rómulo Garza – Av. Los Arboles	0	0	0	0	0	0	69	86	155	54	108	162	317
6	Av. Rómulo Garza – Av. Las Flores	5	9	14	5	5	10	95	85	180	78	59	137	341
7	Av. Rómulo Garza – Av. Conductores	31	18	49	24	5	29	95	90	185	151	72	223	486
8	Av. Rómulo Garza – Av. Churubusco	0	114	114	0	91	91	104	80	184	99	88	187	576
9	Av. Los Ángeles – Retorno Antiguo Camino a Apodaca	0	0	0	0	0	0	2	2	4	6	6	12	16
10	Av. Los Ángeles – Av. Nogalar Sur	45	0	45	62	4	66	224	7	231	298	12	310	652
11	Av. Félix Uresti Gómez – Av. Los Ángeles	66	78	144	70	62	132	17	22	39	14	48	62	377
12	Av. Félix Uresti Gómez – Av. Adolfo Ruíz Cortínez	89	68	157	101	64	165	56	29	85	55	34	89	496
13	Av. Félix Uresti Gómez – Av. José Ángel Conchello	149	107	256	183	131	314	0	0	0	0	0	0	570
14	Av. Félix Uresti Gómez – Av. Cristóbal Colón	100	231	331	102	346	448	242	73	315	315	66	381	1475
15	Av. Félix Uresti Gómez – Av. Francisco I. Madero	130	176	306	137	199	336	6	129	135	8	37	45	822
16	Av. Félix Uresti Gómez – Av. José María Arteaga Ote.	139	137	276	104	133	237	0	245	245	0	237	237	995
17	Av. Félix Uresti Gómez – Calle Carlos Salazar Pte.	147	145	292	131	139	270	1	0	1	61	0	61	624
18	Av. Félix Uresti Gómez – Calle Isaac Garza	140	123	263	125	133	258	78	0	78	61	0	61	660
19	Av. Félix Uresti Gómez – Calle Santiago Tapia - Adolfo Prieto	163	193	356	158	184	342	0	28	28	0	59	59	785
Totales =		2020	1812	3832	1473	1610	3083	1170	1067	2237	1319	959	2278	

Cuadro Núm. 2.14 Total de unidades de transporte público obtenidos de los aforos direccionales en los accesos de mayor influencia. (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

Como se aprecia en la tabla anterior, hay algunas intersecciones cuyos volúmenes de transporte público son realmente altos y dentro de la composición vehicular de dichas intersecciones representan un porcentaje ya de consideración, por lo que habrá que tener especial cuidado en lo anterior, ya que estos datos al incorporarlos a los análisis de capacidad de dichas intersecciones estimamos incidirán de manera importante en los niveles de servicio de éstas.

Al tratarse el presente estudio fundamentalmente para una nueva línea del sistema de transporte colectivo Metro Línea 3, para el área metropolitana de la ciudad de Monterrey, es factible que algunas rutas que sean coincidentes con la nueva línea sean retiradas del tramo que ocupa la citada línea, o bien reasignadas a nuevas rutas que alimenten a las estaciones que se determinen a lo largo de la traza prevista. En función de ello a continuación en el Cuadro Núm. 2.15, se muestran las intersecciones con los mayores volúmenes, de forma tal que se les ponga la atención adecuada en los estudios y evaluaciones subsecuentes.

Int. No.	Ubicación	Participación del Transporte Público en Intersecciones con Mayor demanda de Tránsito y Transporte																			
		AM			PM			Total Inter.		% Buses / Vol.		AM			PM			Total Inter.		% Buses / Vol.	
		N - S	S - N	Total Buses	N - S	S - N	Total Buses	AM	PM	AM	PM	O - P	P - O	Total Buses	O - P	P - O	Total Buses	AM	PM	AM	PM
		Total Intersec.																			
1	Carr. A Cd. Miguel Alemán – Blvd. Carlos Salinas de Gortari	351	269	620	0	0	0	16960	17170	3.7%	0.0%	17	62	79	0	0	0	16960	17170	0.5%	0.0%
3	Carr. A Cd. Miguel Alemán – Av. Acapulco	398	81	479	215	61	276	6096	6557	7.9%	4.2%	61	65	126	50	53	103	6096	6557	2.1%	1.6%
8	Av. Rómulo Garza – Av. Churubusco	0	114	114	0	91	91	12528	10682	0.9%	0.9%	104	80	184	99	88	187	12528	10682	1.5%	1.8%
10	Av. Los Ángeles – Av. Nogalar Sur	45	0	45	62	4	66	10004	9146	0.4%	0.7%	224	7	231	298	12	310	10004	9146	2.3%	3.4%
14	Av. Félix Uresti Gómez – Av. Cristóbal Colón	100	231	331	102	346	448	7057	6238	4.7%	7.2%	242	73	315	315	66	381	7057	6238	4.5%	6.1%
15	Av. Félix Uresti Gómez – Av. Francisco I. Madero	130	176	306	137	199	336	6580	7436	4.7%	4.5%	6	129	135	8	37	45	6580	7436	2.1%	0.6%
16	Av. Félix U. Gómez – Av. José Ma. Arteaga Ote.	139	137	276	104	133	237	4617	4241	5.98%	5.59%	0	245	245	0	237	237	4617	4241	5.31%	5.59%
19	Av. Félix U. Gómez – Calle Adolfo Prieto	163	193	356	158	184	342	5002	5767	7.12%	5.93%	0	28	28	0	59	59	5002	5767	0.56%	1.02%

Cuadro Núm. 2.15 Participación del Transporte Público en Intersecciones con mayor demanda de Tránsito y Transporte. (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

En función de la cuadro anterior, podemos comentar que de nueva cuenta los municipios en los que se presentan los mayores volúmenes de tránsito y por supuesto de transporte

público son: Apodaca con una intersección (No. 1), San Nicolás de los Garza con tres intersecciones (No's: 3, 8, 10) y Monterrey con cuatro intersecciones (No's: 14, 15, 16 y 19).

f).- Inventario de velocidades y tiempos de recorrido

Un elemento que permite evaluar la buena operación de una vialidad, es sin lugar a dudas las velocidades de operación que se desarrollan en los tramos más representativos de esta, estas velocidades y los tiempos de viaje actuales se obtienen por medio de un estudio denominado "Tiempos de Recorrido y Demoras".

La importancia de este estudio estriba en conocer las velocidades actuales a lo largo del tramo de vialidad coincidente con la trayectoria de la Línea 3 a implementar en el tramo referido en varios de los apartados anteriores, el cual a manera de tenerlo presente para una interrelación mejor en el presente apartado se detalla a continuación: Carretera Federal No. 54, tramo: de Av. Carlos Salinas de Gortari (Entronque Apodaca) a Av. Acapulco; Av. Rómulo Garza, de: Av. Acapulco a Av. Nogalar Sur, Av. Los Ángeles, de: Av. Nogalar Sur a Av. Félix U. Gómez y finalmente, Av. Félix U. Gómez, de: Av. Los Ángeles Av. Constitución.

El insumo que nos aportará este estudio en las condiciones actuales de operación del tramo citado y los cruce con las vialidades que generan las intersecciones que se determinaron como las más importantes a lo largo de dicho tramo, nos ayudará – en caso de ser necesario – a analizar opciones que mejoren la operación de dichas intersecciones y en consecuencia aporten mejoras también a la operación de la vialidad coincidente en sus diferentes tramos.

El estudio se realizó mediante GPS y utilizando la técnica del "vehículo flotante" que consiste en mezclarse en el flujo vehicular y de acuerdo en las condiciones actuales del tránsito circular en él a la velocidad promedio del bloque o pelotón vehicular.

En el vehículo de prueba se registraron tiempos y distancias en los diferentes tramos que conforman la vialidad coincidente como ya se citó. Para este propósito los principales puntos de control para tomar registros y facilitar la toma de datos fueron las intersecciones semaforizadas, los tiempos ya promediados nos permitieron conocer las velocidades

promedio en los diferentes tramos del nuevo corredor de transporte masivo. Las vialidades estudiadas fueron las siguientes:

- Carretera Federal 54 a Miguel Alemán.
- Av. Rómulo Garza
- Av. Los Ángeles
- Av. Félix Uresti Gómez

Es importante mencionar que estas vialidades se encuentran localizadas dentro de la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey, zona donde se concentra el mayor movimiento vehicular y sobre todo la zona más densamente poblada que alojara en mayor proporción al nuevo sistema de transporte, sin embargo su cruce con la vialidad coincidente con la traza de la futura Línea 3 en algunas de las 19 intersecciones a estudiar podría afectar su operación en algunos accesos por las colas generadas, la razón de realizar este estudio se centra en que el nuevo sistema podría ser más atractivo para algunos usuarios del transporte público al registrar mejores tiempos de recorrido.

Para tal efecto se realizaron cinco recorridos de todo el tramo a “ida y vuelta”, tanto en las HMD (AM – MD – PM), como en las “horas valle”, a continuación se presentarán los datos más representativos de estos recorridos en los Cuadros Núm.: 2.16 y 2.17, así como sus gráficas respectivas en las Figuras 2.7y 2.8, las cuales reflejan las velocidades promedio máximas alcanzadas, así como las mínimas obtenidas durante dichos recorridos del tramo.

ESTUDIO DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y DEMORAS TECNICA DEL VEHICULO FLOTANTE										
CORREDOR: Metrorrey							No. RECORRIDO: 1-A AUTO			
TRAMO: Francisco I. Madero - Apodaca							HORA INICIO: 07:29:40 a.m.			
FECHA: jueves 12 mayo 2011							HORA TERMINO: 08:00:02 a.m.			
VIALIDAD 1 PRINCIPAL	VIALIDAD 2 PUNTO DE CONTROL	ODOMETRO INICIAL	ODOMETRO FINAL	DISTANCIA (KMS)	HORA INI H : M . S	HORA FIN H : M . S	DEMORA (seg)	CAUSA (clave)	TPO. REC. H : M . S	VELOCIDAD (km/h)
Av. Felix Uresti Gomez	Constitución	0.0	0.0	0.0						
Av. Felix Uresti Gomez	Aramberry	0.0	0.6	0.6	0 0 0	0 : 0 . 59			0 : 0 . 59	36.6
Av. Felix Uresti Gomez	Isaac Garza	0.6	1.2	0.6	0 : 0 . 59	0 : 1 . 46			0 : 0 . 47	46.0
Av. Felix Uresti Gomez	Francisco I. Madero	1.2	1.6	0.4	0 : 1 . 46	0 : 2 . 20	45	SS	0 : 0 . 34	42.4
Av. Felix Uresti Gomez	José Ángel Conchello	1.6	2.6	1.0	0 : 2 . 20	0 : 6 . 41	75	SS	0 : 4 . 21	13.8
Av. Felix Uresti Gomez	Adolfo Ruiz Cortinez	2.6	4.3	1.7	0 : 6 . 41	0 : 9 . 46	20	SS	0 : 3 . 5	33.1
Av. Felix Uresti Gomez	Cd. De los Ángeles	4.3	5.1	0.8	0 : 9 . 46	0 : 12 . 15	45	SS	0 : 2 . 29	19.3
Av. Cd. De los Ángeles	Nogalar Sur	5.1	5.6	0.5	0 : 12 . 15	0 : 12 . 56			0 : 0 . 41	43.9
Av. Cd. De los Ángeles	Churubusco	5.6	6.5	0.9	0 : 12 . 56	0 : 14 . 54	25	SS	0 : 1 . 58	27.5
Romulo Garza	Mario J. Montemayor	6.5	8.5	2.0	0 : 14 . 54	0 : 16 . 50			0 : 1 . 56	62.1
Romulo Garza	Las Flores	8.5	10.0	1.5	0 : 16 . 50	0 : 19 . 24			0 : 2 . 34	35.1
Romulo Garza	Los Arboles	10.0	10.4	0.4	0 : 19 . 24	0 : 21 . 23			0 : 1 . 59	12.1
Romulo Garza	Las Torres	10.4	11.4	1.0	0 : 21 . 23	0 : 22 . 55			0 : 1 . 32	39.1
Romulo Garza	Carr. Fed. 54 a Miguel Alemán	11.4	12.3	0.9	0 : 22 . 55	0 : 25 . 1	30	SS	0 : 2 . 6	25.7
Carretera Federal 54 a Miguel Alemán	Ignacio Sepulveda	12.3	13.8	1.5	0 : 25 . 1	0 : 26 . 35			0 : 1 . 34	57.4
Carretera Federal 54 a Miguel Alemán	Bldv. Carlos Salinas de Gortari	13.8	18.7	4.9	0 : 26 . 35	0 : 30 . 22			0 : 3 . 47	77.7
TOTAL				18.7			240			36.9
		DISTANCIA TOTAL :		18.7 km.	AC= Accidente		SA= Señal de Alto	VI= Vuelta Izquierda		
		DEMORA TOTAL:		4.00 min.	PE= Peatones		SS= Semáforo	A= Ascenso y Descenso		
		VEL. PROMEDIO:		36.9 km/h	M= Maniobras		TL= Tráfico Lento	C= Pago en Caseta de Cuota		
		TIEMPO DE VIAJE:		00:30:22 hrs.	CT= Cruce de Tren		ZO= Zona de Obra			

Cuadro Núm. 2.16 Resumen del Estudio de Velocidades y Tiempos de Recorrido con la Velocidad Promedio más alta detectada. (Fuente: F.O.A.,S.C., 2011)

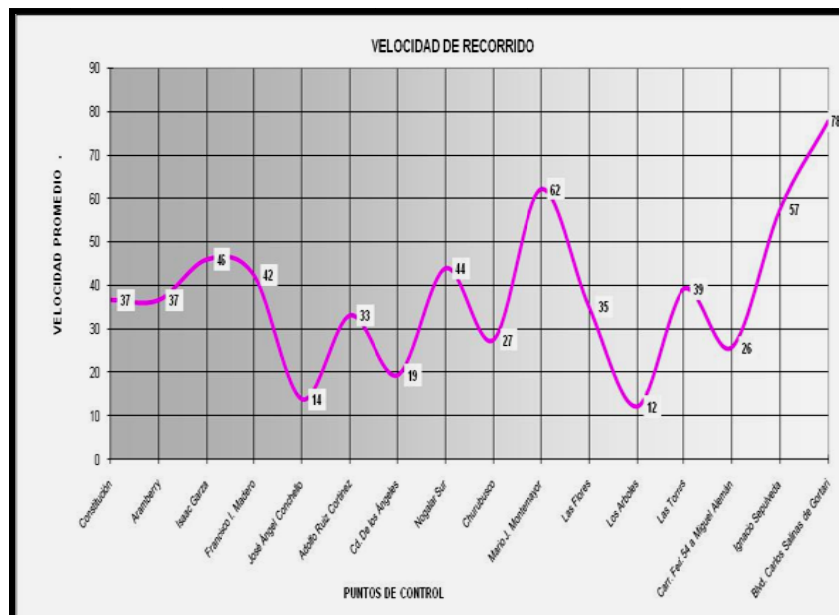


Figura Núm. 2.7 Gráfica del Resumen del Estudio de Velocidades y Tiempos de Recorrido con la Velocidad Promedio más alta detectada. (Fuente: F.O.A.,S.C., 2011)

Como se puede apreciar en los resultados de este recorrido, la gráfica ilustrada en la Figura 10, muestra con claridad las dificultades para mantener una velocidad de operación medianamente uniforme, derivado principalmente de la operación de las intersecciones semaforizadas lo largo del trazo de ésta, se puede deducir por ejemplo que el tramo de la Av. Félix U. Gómez cercano a la zona centro de la ciudad de Monterrey tiene velocidades de operación realmente bajas, las cuales mejoran una vez que se acercan al cruce con la Av. Adolfo Ruíz Cortinez hasta el cruce con la Av. Ciudad de Los Ángeles, en la cual aunque la velocidad mejora; su incremento es muy marginal.

Una vez que se incorporan a la Av. Rómulo Garza, la mejora en la velocidad de operación se puede ya considerar como significativa y se podría decir que con valores aceptables para una vialidad primaria en zona eminentemente urbana.

Ya incorporados al tramo de la Carretera Federal 54 a Miguel Alemán en dirección a Apodaca, las velocidades son ciertamente mejores y más sostenidas, esto es entendible por el tipo de vialidad de la que se trata, siempre y cuando el tránsito ocupe los cuerpos centrales, una vez que se incorporan a los laterales, la velocidad de operación se ve reducida significativamente.

A continuación se muestran en el Cuadro Núm. 2.17y la Figura 2.8, los resultados obtenidos para las condiciones de la velocidad promedio más baja para el mismo recorrido y se podrá observar que en algunos casos las velocidades nos muestran condiciones de operación que ciertamente no son aceptables para vialidades primarias.

Así por ejemplo sobre la Av. Félix Urestí Gómez, la cual en el tramo coincidente con la Línea 3, los valores reportados oscilan entre 14.0 km/hr y 48.0 Km/hr y sobre el tramo de la Av. Rómulo Garza estos valores se manejan entre 30.0 y 60.0 Km/hr en el tramo de Av. Nogalar Sur hasta Av. Los Arboles para reducirse significativamente en el tramo de: Av. Los Arboles hasta la Carretera Federal 54 a Miguel Alemán en el cual incluso se reportaron velocidades mínimas de hasta **4.0 Km/Hr**, misma que es inaceptable para una vialidad primaria como lo es la Av. Rómulo Garza habrá que tomarlo en consideración para los análisis operacionales de las intersecciones señaladas en este reporte.

Para una mejor comprensión, se presenta en el Anexo 6 de este documento datos de los estudios realizados como parte de las Velocidades y Tiempos de Recorrido.

ESTUDIO DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y DEMORAS TECNICA DEL VEHICULO FLOTANTE										
CORREDOR: Metrorrey							No. RECORRIDO: 5-A AUTO			
TRAMO: Francisco I. Madero - Apodaca							HORA INICIO: 05:29:15 p.m.			
FECHA: jueves 12 mayo 2011							HORA TERMINO: 06:14:34 p.m.			
VIALIDAD 1 PRINCIPAL	VIALIDAD 2 PUNTO DE CONTROL	ODOMETRO INICIAL	ODOMETRO FINAL	DISTANCIA (KMS)	HORA INI H : M . S	HORA FIN H : M . S	DEMORA (seg)	CAUSA (clave)	TPO. REC. H : M . S	VELOCIDAD (km/h)
Av. Felix Uresti Gomez	Constitución	0.0	0.0	0.0	0 : 0 : 0	0 : 0 : 45			0 : 0 : 45	48.0
Av. Felix Uresti Gomez	Aramberry	0.0	0.6	0.6	0 : 0 : 0	0 : 1 : 32			0 : 0 : 47	46.0
Av. Felix Uresti Gomez	Isaac Garza	0.6	1.2	0.6	0 : 0 : 45	0 : 2 : 45	20	SS	0 : 1 : 13	19.7
Av. Felix Uresti Gomez	Francisco I. Madero	1.2	1.6	0.4	0 : 1 : 32	0 : 2 : 45			0 : 4 : 15	14.1
Av. Felix Uresti Gomez	José Ángel Conchello	1.6	2.6	1.0	0 : 2 : 45	0 : 7 : 0	85	SS	0 : 4 : 23	23.3
Av. Felix Uresti Gomez	Adolfo Ruiz Cortinez	2.6	4.3	1.7	0 : 7 : 0	0 : 11 : 23	90	SS	0 : 3 : 0	16.0
Av. Felix Uresti Gomez	Cd. De los Angeles	4.3	5.1	0.8	0 : 11 : 23	0 : 14 : 23	80	SS	0 : 0 : 37	48.6
Av. Cd. De los Angeles	Nogalar Sur	5.1	5.6	0.5	0 : 14 : 23	0 : 15 : 0			0 : 1 : 49	29.7
Av. Cd. De los Angeles	Churubusco	5.6	6.5	0.9	0 : 15 : 0	0 : 16 : 49	20	SS	0 : 1 : 54	32.2
Romulo Garza	Mario J. Montemayor	6.5	8.5	2.0	0 : 16 : 49	0 : 18 : 43			0 : 3 : 16	27.6
Romulo Garza	Las Flores	8.5	10.0	1.5	0 : 18 : 43	0 : 21 : 59	55	SS	0 : 0 : 38	37.9
Romulo Garza	Los Arboles	10.0	10.4	0.4	0 : 21 : 59	0 : 22 : 37			0 : 4 : 10	14.4
Romulo Garza	Las Torres	10.4	11.4	1.0	0 : 22 : 37	0 : 26 : 47	75	SS	0 : 13 : 43	3.9
Romulo Garza	Carr. Fed. 54 a Miguel Alemán	11.4	12.3	0.9	0 : 26 : 47	0 : 40 : 30	440	SS	0 : 1 : 31	59.3
Carretera Federal 54 a Miguel Alemán	Ignacio Sepulveda	12.3	13.8	1.5	0 : 40 : 30	0 : 42 : 1			0 : 3 : 18	89.1
Carretera Federal 54 a Miguel Alemán	Bldv. Carlos Salinas de Gortari	13.8	18.7	4.9	0 : 42 : 1	0 : 45 : 19				
TOTAL				18.7			865			
DISTANCIA TOTAL :		18.7 km.		AC= Accidente		SA= Señal de Alto		VI= Vuelta Izquierda		
DEMORA TOTAL:		14.42 min.		PE= Peatonas		SS= Semáforo		A= Ascenso y Descenso		
VEL. PROMEDIO:		24.8 km/h		M= Maniobras		TL= Tráfico Lento		C= Pago en Caseta de Cuota		
TIEMPO DE VIAJE:		00:45:19 hrs.				CT= Cruce de Tren		ZO= Zona de Obra		

Cuadro Núm. 2.17 Resumen del Estudio de Velocidades y Tiempos de Recorrido con la Velocidad Promedio más baja detectada. (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

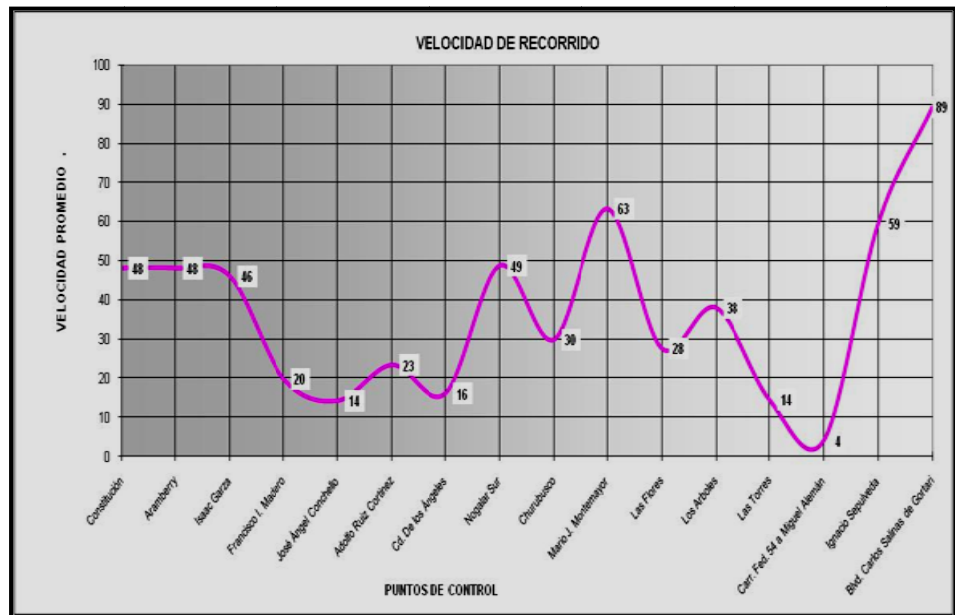


Figura Núm. 2.8 Gráfica del Resumen del Estudio de Velocidades y Tiempos de Recorrido con la Velocidad Promedio más Baja detectada. (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

CAPITULO 3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A partir de la información recopilada y utilizando técnicas y paquetes computacionales de ingeniería de tránsito, se realizó el análisis sobre la operación vehicular en la vialidad coincidente y en las 19 intersecciones que tienen injerencia con la Línea 3, obteniéndose un diagnóstico sobre la situación actual de la misma, que a continuación se describe:

3.1. Infraestructura vial

Actualmente en la zona en estudio, las vialidades están clasificadas como regionales, primarias y secundarias. Estos niveles de jerarquización se establecieron de acuerdo a la función de cada vía y de acuerdo al Plan de Vialidad y a sus características físicas, tomando en cuenta: La longitud, el volumen de tránsito vehicular que circula por ésta, número de carriles y en su continuidad longitudinal y transversal principalmente.

La red vial primaria cercana a la vialidad coincidente con la Línea 3 del Metro, en el área Metropolitana de la ciudad de Monterrey son: Av. Lic. Adolfo López Mateos, Av. José Ángel Conchello – Av. Fundidora y la Av. Rafael Platón Sánchez en el sentido Norte – Sur y en el sentido Oriente – Poniente las vialidades: Av. Adolfo Ruíz Cortinez, Av. Cristóbal Colón, Av. Francisco I. Madero y la Av. Constitución, teniendo estas una continuidad y un volumen vehicular importante. Cabe hacer mención que varias de éstas vialidades tendrán algún impacto vial a lo largo de ellas por la implementación del nuevo sistema de transporte masivo, debido a que cruzan la trayectoria de dicho sistema y su capacidad vial se observó ya con problemáticas derivadas de varios factores los cuales se comentarán en párrafos subsecuentes.

3.2. Capacidad y niveles de servicio en intersecciones

Para el proceso de análisis y evaluación de las intersecciones se aplicó el paquete de cómputo especializado, como es el Synchro por ser el que hoy en día es más comúnmente utilizado por organismos e instituciones internacionales y ofrece grandes ventajas.

El software aplica la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM – Highway Capacity Manual) de su capítulo 16 en un total ambiente Windows. Synchro

determina los niveles de servicio estimando las demoras por acceso y por movimiento, así como la longitud de cola por carril. Además optimiza longitudes de ciclo y repartos de tiempos de verde por fase, eliminando la necesidad de ensayos múltiples de planes y de tiempo en búsqueda de la solución óptima.

El programa es totalmente interactivo, cuando se efectúan cambios en los datos de entrada, los resultados se actualizan automáticamente. Es el único paquete capaz de modelar explícitamente el comportamiento de aceptación de brechas aplicando esa información en el cálculo de las demoras.

Es posible simular y evaluar el comportamiento mezclado de intersecciones sin semáforo y semaforizadas, ofreciendo la valoración análisis y resultados de ambas en una misma plataforma de estudio y bajo el mismo formato.

Una de las características principales de programa es que permite el simular las condiciones de tráfico existentes en una red vial contando con una variedad de parámetros ligados a una gráfica de reporte que permite el valorar de manera directa qué tan aproximados de los datos de campo son los resultados. La complejidad en los requerimientos para la información de captura, es bien recompensada por el programa si se observa la exactitud y la variedad de parámetros que proporciona como herramientas para el desarrollo de un plan de tiempos. La simulación es el proceso mediante el cual se representan las condiciones existentes en el área vial de estudio.

Permite la visualización de la ventana de mapeo, es decir, es posible importar desde un formato dxf la cartografía a escala de la zona de estudio, así mismo otros archivos Bitmap y jpg, que puedan ser utilizados como mapas de fondo. De esta manera la determinación

de distancias y configuración de redes y subredes será totalmente amigable y fácil de construir.

La estimación de capacidad, nivel de servicio y longitud de colas, se realizó para cada intersección. Para el análisis se incluyeron aspectos geométricos y operativos de las intersecciones. Dentro de los aspectos geométricos se consideran características físicas como: número de carriles, ancho de carril, pendiente, radios de giro, etc. Dentro de los aspectos operativos se contemplaron los volúmenes vehiculares, la composición vehicular del tránsito, y si se permite o no el estacionamiento, fases y tiempos de verde en intersecciones semaforizadas, así como, zonas exclusivas de ascenso y descenso del transporte público antes de la intersección.

Se presenta a continuación de manera general las ventajas que ofrece en la toma de decisiones la modelación de las intersecciones, apoyados con el programa Synchro. En términos generales se puede usar principalmente para:

- Estimar capacidad y características de desempeño, tales como demoras, longitud de cola, tasa de detenciones así como consumo de combustibles, emisiones y costos de operación en intersecciones.
- Analizar alternativas de diseño, estrategias de fases y tiempos de semáforos hasta la optimización.
- Estimar vida útil de los diseños.
- Diseñar longitudes de carriles cortos.
- Analizar el efecto de vehículos pesados en el desempeño de las intersecciones.
- Analizar casos complicados de carriles compartidos, giros con oposición, carriles cortos antes y después del cruce.
- Determinar tiempos de semáforos para arreglos de fases complejos.
- Analizar condiciones de sobresaturación de intersecciones (teoría de colas y demoras dependientes del tiempo).

Para el análisis, se utilizó la información recopilada y analizada anteriormente y que fue la necesaria para la alimentación del programa, siendo los que a continuación se mencionan:

- **Configuración de la intersección.**- Corresponde a una fotografía aérea.
- **Carriles (número y ancho de cada acceso).**- La numeración de los carriles de entrada por acceso.
- **Movimientos por carriles.**- Número de movimientos que se presentan en cada uno de los carriles de entrada.
- **Longitud de carriles cortos y ancho de camellón.**- Corresponde a la longitud de los carriles de vuelta izquierda o derecha exclusivos.
- **Pendientes por acceso en la intersección.** -Será positivo si es ascendente y negativo si es descendente.
- **Movimientos direccionales vehiculares.**- El aforo direccional o movimiento vehicular en HMD
- **Medición de tiempos de semáforo.**- Corresponde a la medición del tiempo de ciclo y el verde y entre verde en cada una de las fases.
- **Ciclo.** -La secuencia completa de fases del semáforo.
- **Tiempo de verde.** -El tiempo dentro de una fase dada.
- **Tiempo de cambio o entreverde.**- Los intervalos "Amarillo" mas el "todo rojo".
- **Fases.** El estado del semáforo durante el cual uno o más movimientos de tránsito reciben el derecho de vía.

Es importante mencionar que el nivel de servicio de una intersección (flujo discontinuo) es una medida cuantitativa, la cual tiene como base las demoras ocasionadas a los usuarios, que de forma directa refleja como el usuario percibe la calidad de la infraestructura vial por la que circula.

El nivel de servicio (de acuerdo al Manual de Capacidad para Carreteras) se representa con las letras de la "A" a la "F", siendo la "A" el mejor nivel de servicio y se refiere a un

flujo de circulación excelente, sin congestionamiento y demoras, mientras que la letra "F" indica el peor nivel de servicio y se refiere a un flujo de circulación forzado a baja velocidad ocasionando colas y congestionamientos vehiculares.

Para una mayor comprensión de los niveles de servicio, a continuación se muestra cada uno de ellos y sus características.

Nivel de Servicio	Características de circulación vehicular.
A	Flujo libre
B	Estable, sin problemas de circulación.
C	Estable.
D	Poco estable.
E	Inestable, el máximo volumen que puede circular.
F	Forzada, existen detenciones frecuentes y largas colas.

Cuadro Núm. 3.1 Niveles de Servicio y características de circulación vehicular. (Fuente: Manual de Capacidad para Carreteras SCT)

Los análisis se realizaron en los dos periodos de mayor demanda (HMD), siendo estos en la mañana (AM) y en la tarde (PM) en situación actual.

En el Cuadro Núm. 3.2 que se muestra a continuación; se presenta un resumen de los resultados más importantes obtenidos para cada periodo analizado de las intersecciones aforadas en situación actual.

ID	INTERSECCIÓN	PERIODO (HMD)	VOLUMEN TOTAL POR INTERSECCIÓN	ACCESO	NOMBRE ACCESO	VOLUMEN CLASIFICADO				N.S INTERSECCION
						A	B	C	TOTAL	

AD-01	CARRETERA A CD. MIGUEL ALEMAN CON BLVD. CARLOS SALINAS DE G.	AM 07:30 - 08:30	16960	NTE-PTE CENTRAL	Carr. Miguel Aleman	3159	234	174	3567	F
				NTE-PTE LATERAL	Carr. Miguel Aleman	1013	48	67	1128	
				NTE. MORELOS	Carr. Miguel Aleman	542	76	59	677	
		NTE. PORFIRIO		Carr. Miguel Aleman	586	47	45	678		
		PONIENTE		Carlos Salinas de Gortari	3997	207	264	4468		
		SUR GORTARI		Carr. Miguel Aleman	3204	59	335	3598		
AD-01	CARRETERA A CD. MIGUEL ALEMAN CON BLVD. CARLOS SALINAS DE G.	PM 17:00 - 18:00	17170	ORIENTE	Andres Guajardo	2551	126	167	2844	F
				NTE-PTE CENTRAL	Carr. Miguel Aleman	3698	184	105	3987	
				NTE-PTE LATERAL	Carr. Miguel Aleman	1625	103	105	1833	
		NTE. MORELOS		Carr. Miguel Aleman	842	97	62	1001		
		NTE. PORFIRIO		Carr. Miguel Aleman	364	67	27	458		
		PONIENTE		Carlos Salinas de Gortari	3351	124	49	3524		
AD-02	CARRETERA A CD. MIGUEL ALEMAN CON AV. IGNACIO SEPULVEDA	AM 07:30 - 08:30	4755	SUR GORTARI	Carr. Miguel Aleman	4920	55	166	5141	F
				ORIENTE	Andres Guajardo	1096	62	68	1226	
				NORTE	Carr. Miguel Aleman	803	67	104	974	
		SUR	Carr. Miguel Aleman	887	57	12	956			
		ORIENTE	Av. Isidro Sepúlveda	1449	2	21	1472			
		PONIENTE	Av. Isidro Sepúlveda	1261	14	78	1353			
AD-02	CARRETERA A CD. MIGUEL ALEMAN CON AV. IGNACIO SEPULVEDA	PM 17:00 - 18:00	4420	NORTE	Carr. Miguel Aleman	776	52	159	987	F
				SUR	Carr. Miguel Aleman	880	46	22	948	
				ORIENTE	Av. Isidro Sepúlveda	998	2	9	1009	
		PONIENTE	Av. Isidro Sepúlveda	1339	27	110	1476			
		NORTE	Carr. Miguel Aleman	1833	39	23	2254			
		SUR	Carr. Miguel Aleman	629	81	39	749			
AD-03	CARRETERA A CD. MIGUEL ALEMAN CON AV. ACAPULCO - ROMULO GARZA	AM 07:30 - 08:30	6096	ORIENTE	Av. Acapulco	1335	61	15	1411	F
				PONIENTE	Av. Rómulo Garza	1585	65	32	1682	
				NORTE	Carr. Miguel Aleman	2375	215	42	2632	
		SUR	Carr. Miguel Aleman	628	61	35	724			
		ORIENTE	Av. Acapulco	877	50	15	942			
		PONIENTE	Av. Rómulo Garza	2152	53	54	2259			
AD-04	AV. ROMULO GARZA CON AV. LAS TORRES	AM 07:30 - 08:30	5322	NORTE	Av. Las Torres	776	0	6	782	F
				SUR	Av. Las Torres	299	6	8	313	
				ORIENTE	Av. Romulo Garza	2468	101	24	2593	
		PONIENTE	Av. Romulo Garza	1540	50	44	1634			
		NORTE	Av. Las Torres	377	4	25	406			
		SUR	Av. Las Torres	453	7	13	473			
AD-04	AV. ROMULO GARZA CON AV. LAS TORRES	PM 17:00 - 18:00	4698	ORIENTE	Av. Romulo Garza	1888	67	36	1991	E
				PONIENTE	Av. Romulo Garza	1727	53	48	1828	
				NORTE	Av. Los Arboles	556	0	5	561	
		SUR	Cipreses	16	1	0	17			
		ORIENTE	Av. Romulo Garza	2199	68	49	2316			
		PONIENTE	Av. Romulo Garza	3686	86	50	3822			
AD-05	AV. ROMULO GARZA CON AV. LOS ARBOLES	AM 07:30 - 08:30	6716	NORTE	Av. Los Arboles	203	0	2	205	D
				SUR	Cipreses	6	0	1	7	
				ORIENTE	Av. Romulo Garza	1259	54	62	1375	
		PONIENTE	Av. Romulo Garza	4605	108	84	4797			
		NORTE	Av. Las Flores	569	5	7	581			
		SUR	Av. Las Flores	844	9	1	854			
AD-06	AV. ROMULO GARZA CON AV. LAS FLORES	AM 07:30 - 08:30	6131	ORIENTE	Av. Romulo Garza	2515	94	16	2625	F
				PONIENTE	Av. Romulo Garza	1952	85	34	2071	
				NORTE	Av. Las Flores	391	5	7	403	
		SUR	Av. Las Flores	572	5	6	583			
		ORIENTE	Av. Romulo Garza	1572	78	11	1661			
		PONIENTE	Av. Romulo Garza	1441	59	40	1540			
AD-07	AV. ROMULO GARZA CON AV. CONDUCTORES - MARIO J. M.	AM 07:30 - 08:30	8877	NORTE	Av. Conductores	1319	31	8	1358	F
				SUR	Mario J. Montemayor	1494	0	38	1532	
				ORIENTE	Av. Romulo Garza	2802	95	53	2950	
		PONIENTE	Av. Romulo Garza	2886	90	61	3037			
		NORTE	Av. Conductores	857	24	21	902			
		SUR	Mario J. Montemayor	1368	0	52	1420			
AD-07	AV. ROMULO GARZA CON AV. CONDUCTORES - MARIO J. M.	PM 17:00 - 18:00	7576	ORIENTE	Av. Romulo Garza	2043	156	115	2314	F
				PONIENTE	Av. Romulo Garza	2776	72	92	2940	

ID	INTERSECCIÓN	PERIODO (HMD)	VOLUMEN TOTAL POR INTERSECCIÓN	ACCESO	NOMBRE ACCESO	VOLUMEN CLASIFICADO				N.S INTERSECCION
						A	B	C	TOTAL	

AD-08	AV. ROMULO GARZA - CD. ANGELES CON CHURUBUSCO	AM	12528	NORTE	Churubusco	71	0	0	71	C
		07:30 - 08:30		SUR	Churubusco	3611	114	31	3756	
				ORIENTE	Av. Romulo Garza	3422	104	72	3598	
	PM	17:00 - 18:00	10682	NORTE	Churubusco	71	0	0	71	F
			SUR	Churubusco	2665	91	124	2880		
			ORIENTE	Av. Romulo Garza	2676	99	100	2875		
				PONIENTE	Av. Cd. De Los Angeles	4511	88	257	4856	
AD-09	RETORNO CD. DE LOS ANGELES CON ANTIGUO CAMINO A APODACA	AM	874	OTE - OTE	Av. Cd. De Los Angeles	872	2	0	874	F
		07:30 - 08:30								
	PM		945	OTE - OTE	Av. Cd. De Los Angeles	939	6	0	945	F
		17:00 - 18:00								
AD-10	AV. CD. DE LOS ANGELES CON AV. NOGALAR SUR	AM	10004	NORTE	Av. Nogalar Sur	4485	45	64	4594	F
		07:30 - 08:30		SUR	Antonio I. Villareal	138	0	11	149	
				ORIENTE	Av. Cd. De Los Angeles	3727	224	307	4258	
	PM	17:00 - 18:00	9146	PONIENTE	Av. Cd. De Los Angeles	932	7	64	1003	F
			NORTE	Av. Nogalar Sur	2882	62	105	3049		
			SUR	Antonio I. Villareal	308	4	52	364		
				ORIENTE	Av. Cd. De Los Angeles	4140	298	466	4904	
				PONIENTE	Av. Cd. De Los Angeles	707	12	110	829	
AD-11	AV. CD. DE LOS ANGELES CON AV. FELIX URESTI GOMEZ - AV. ADOLFO LOPEZ MATEOS	AM	4078	NORTE	Av. Adolfo Lopez Mateos	1320	66	55	1441	F
		07:30 - 08:30		SUR	Av. Félix Uresti Gómez	1025	78	76	1179	
				ORIENTE	Av. Cd. De Los Angeles	682	17	26	725	
	PM	17:00 - 18:00	3760	PONIENTE	Av. Cd. De Los Angeles	587	22	124	733	F
			NORTE	Av. Adolfo Lopez Mateos	1070	70	146	1286		
			SUR	Av. Félix Uresti Gómez	884	62	122	1068		
				ORIENTE	Av. Cd. De Los Angeles	496	14	52	562	
				PONIENTE	Av. Cd. De Los Angeles	689	48	107	844	
AD-12	AV. FELIX URESTI GOMEZ - CON AV. ADOLFO RUIZ CORTINEZ	AM	4588	NORTE	Av. Félix Uresti Gómez	1591	89	56	1736	F
		07:30 - 08:30		SUR	Av. Félix Uresti Gómez	951	68	38	1057	
				ORIENTE	Av. Adolfo Ruiz Cortínez	1017	56	99	1172	
	PM	17:00 - 18:00	4390	PONIENTE	Av. Adolfo Ruiz Cortínez	540	29	54	623	F
			NORTE	Av. Félix Uresti Gómez	1399	101	94	1594		
			SUR	Av. Félix Uresti Gómez	1049	64	55	1168		
				ORIENTE	Av. Adolfo Ruiz Cortínez	654	55	114	823	
				PONIENTE	Av. Adolfo Ruiz Cortínez	703	34	68	805	
AD-13	AV. FELIX URESTI GOMEZ - CON AV. JOSE ANGEL CONCHELLO	AM	4858	NORTE	Av. Félix Uresti Gómez	1373	149	109	1631	F
		07:30 - 08:30		SUR	Av. Félix Uresti Gómez	960	107	103	1170	
				ORIENTE	Av. José Angel Conchello	761	0	51	812	
	PM	17:00 - 18:00	4724	PONIENTE	Av. José Angel Conchello	1008	0	237	1245	F
			NORTE	Av. Félix Uresti Gómez	1104	183	121	1408		
			SUR	Av. Félix Uresti Gómez	1118	131	145	1394		
				ORIENTE	Av. José Angel Conchello	838	0	94	932	
				PONIENTE	Av. José Angel Conchello	847	0	143	990	
AD-14	AV. FELIX URESTI GOMEZ - CON AV. CRISTOBAL COLON	AM	7057	NORTE	Av. Félix Uresti Gómez	1259	100	44	1403	F
		07:30 - 08:30		SUR	Av. Félix Uresti Gómez	905	231	45	1181	
				ORIENTE	Av. Cristóbal Colon	4037	368	68	4473	
	PM	17:00 - 18:00	6238	PONIENTE	Av. Cristóbal Colon	0	0	0	0	E
			NORTE	Av. Félix Uresti Gómez	1380	102	62	1544		
			SUR	Av. Félix Uresti Gómez	1043	346	51	1440		
				ORIENTE	Av. Cristóbal Colon	2674	422	158	3254	
				PONIENTE	Av. Cristóbal Colon	0	0	0	0	

ID	INTERSECCIÓN	PERIODO (HMD)	VOLUMEN TOTAL POR INTERSECCIÓN	ACCESO	NOMBRE ACCESO	VOLUMEN CLASIFICADO				N.S INTERSECCION
						A	B	C	TOTAL	
AD - 15	AV. FELIX URESTI GOMEZ - CON AV. FRANCISCO I. MADERO	AM	6580	NORTE	Av. Félix Uresti Gómez	1585	130	52	1767	C
				SUR	Av. Félix Uresti Gómez	1346	176	36	1558	
		ORIENTE		Av. Francisco I. Madero	0	0	0	0		
		PONIENTE		Av. Francisco I. Madero	2969	167	119	3255		
	AV. FRANCISCO I. MADERO	PM	7436	NORTE	Av. Félix Uresti Gómez	1348	137	69	1554	C
				SUR	Av. Félix Uresti Gómez	1721	199	93	2013	
		ORIENTE		Av. Francisco I. Madero	0	0	0	0		
		PONIENTE		Av. Francisco I. Madero	3715	60	94	3869		
AD - 16	AV. FELIX URESTI GOMEZ - CON AV. JOSE MARIA ARTEAGA OTE.	AM	4617	NORTE	Av. Félix Uresti Gómez	2141	139	27	2307	B
				SUR	Av. Félix Uresti Gómez	1877	137	13	2027	
		ORIENTE		Av. José María Arteaga Ote.	0	0	0	0		
		PONIENTE		Av. José María Arteaga Ote.	38	245	0	283		
	AV. JOSE MARIA ARTEAGA OTE.	PM	4241	NORTE	Av. Félix Uresti Gómez	1541	104	31	1676	B
				SUR	Av. Félix Uresti Gómez	2001	133	34	2168	
		ORIENTE		Av. José María Arteaga Ote.	0	0	0	0		
		PONIENTE		Av. José María Arteaga Ote.	157	237	3	397		
AD - 17	AV. FELIX URESTI GOMEZ - CON CALLE CARLOS SALAZAR PTE.	AM	4477	NORTE	Av. Félix Uresti Gómez	1952	147	46	2145	A
				SUR	Av. Félix Uresti Gómez	1850	145	20	2015	
		ORIENTE		Calle Carlos Salazar Pte.	313	1	3	317		
		PONIENTE		Calle Carlos Salazar Pte.	0	0	0	0		
	CALLE CARLOS SALAZAR PTE.	PM	4686	NORTE	Av. Félix Uresti Gómez	1823	131	28	1982	B
				SUR	Av. Félix Uresti Gómez	2078	139	52	2269	
		ORIENTE		Calle Carlos Salazar Pte.	430	0	5	435		
		PONIENTE		Calle Carlos Salazar Pte.	0	0	0	0		
AD - 18	AV. FELIX URESTI GOMEZ - CON CALLE ISAAC GARZA	AM	5305	NORTE	Av. Félix Uresti Gómez	2335	140	31	2506	B
				SUR	Av. Félix Uresti Gómez	1713	123	5	1841	
		ORIENTE		Calle Isaac Garza	878	78	2	958		
		PONIENTE		Calle Isaac Garza	0	0	0	0		
	CALLE ISAAC GARZA	PM	5207	NORTE	Av. Félix Uresti Gómez	2092	125	32	2249	D
				SUR	Av. Félix Uresti Gómez	1611	133	16	1760	
		ORIENTE		Calle Isaac Garza	1130	61	7	1198		
		PONIENTE		Calle Isaac Garza	0	0	0	0		
AD - 19	AV. FELIX URESTI GOMEZ - CON CALLE SANTIAGO TAPIA - A. PRIETO	AM	5002	NORTE	Av. Félix Uresti Gómez	2061	163	32	2256	C
				SUR	Av. Félix Uresti Gómez	2058	193	16	2267	
		ORIENTE		Calle Santiago Tapia - A. Prieto	0	0	0	0		
		PONIENTE		Calle Santiago Tapia - A. Prieto	450	28	1	479		
	CALLE SANTIAGO TAPIA - A. PRIETO	PM	5767	NORTE	Av. Félix Uresti Gómez	2144	158	22	2324	C
				SUR	Av. Félix Uresti Gómez	2046	184	29	2259	
		ORIENTE		Calle Santiago Tapia - A. Prieto	0	0	0	0		
		PONIENTE		Calle Santiago Tapia - A. Prieto	1112	59	13	1184		
A= Automóviles		B= Autobuses	C= Camiones							

Cuadro Núm.3.2 Resumen del Niveles de Servicio en las HMD para un día entre semana. (Fuente: F.O.A.,S.C., 2011)

En las Figuras 3.1, 3.2 y 3.3 se muestra un ejemplo de los análisis realizados a cada una de las intersecciones seleccionadas como las más importantes y que cruzan la traza de la futura Línea 3. Así mismo en algunas de dichas figuras se muestran los resultados que

arroja el programa, como es la geometría, los volúmenes geométricos y las colas máximas al 95% por acceso y por carril.



Figura Núm. 3.1 Ejemplo del análisis con Synchro de las intersecciones, para el caso ésta es la Intersección No. 3 Carretera Federal 54 con Av. Acapulco – Av. Rómulo Garza. (Fuente: Google Earth y Synchro, 2012)

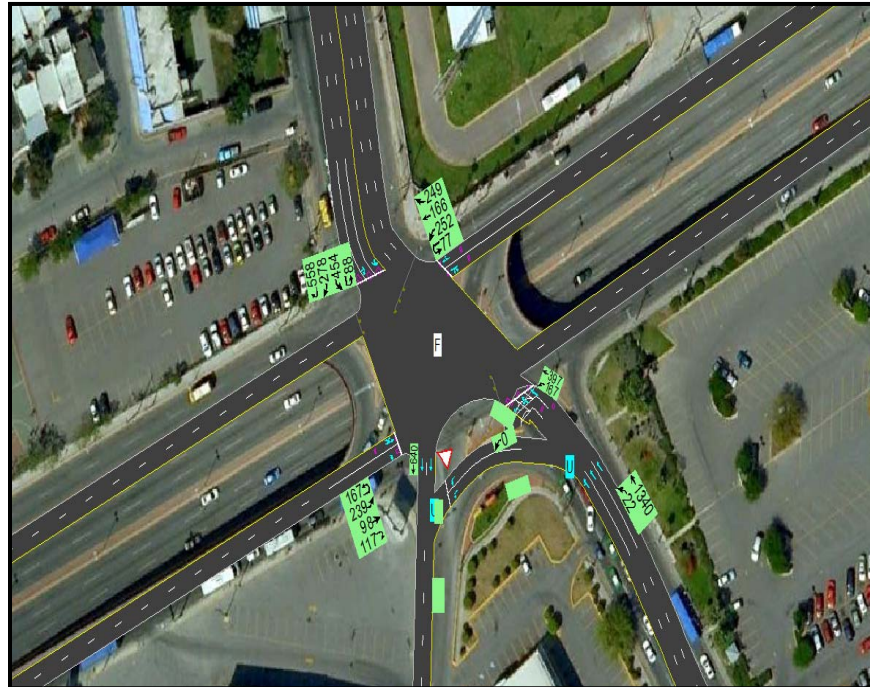


Figura Núm. 3.2 Ejemplo del análisis con Synchro de las intersecciones, para el caso ésta es la Intersección No. 7, Av. Rómulo Garza con Av. Conductores. (Fuente: Google Earth y Synchro, 2012)

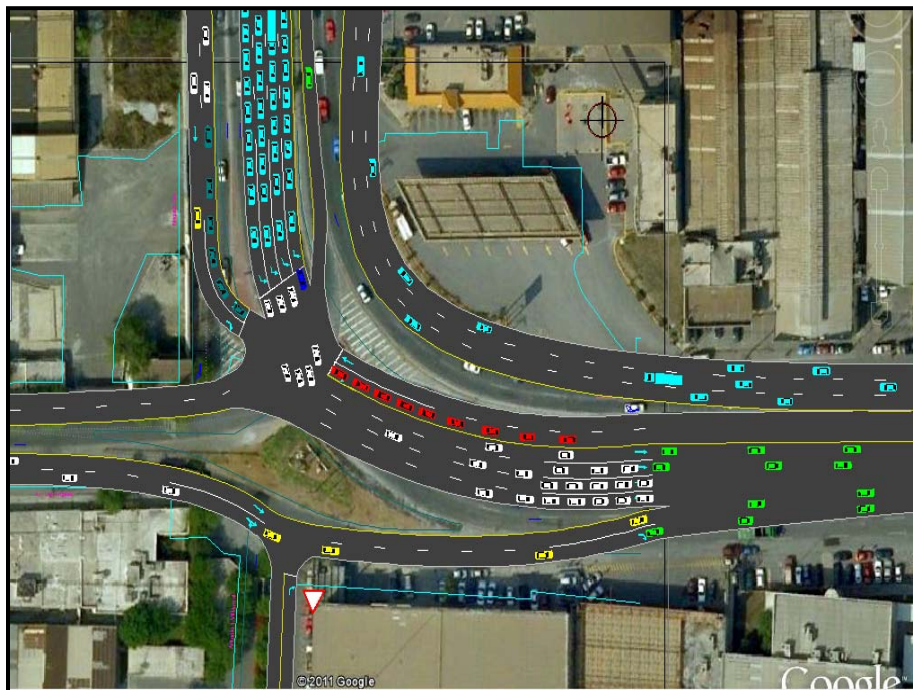


Figura Núm. 3.3 Ejemplo del análisis con Synchro de las intersecciones, para el caso ésta es la Intersección No. 10, Av. Rómulo Garza con Av. Nogalar Sur – Av. Los Ángeles. (Fuente: Google Earth y Synchro, 2012)

De las tablas y figuras anteriores se pueden comentar en términos generales los principales problemas detectados en la operación de las intersecciones involucradas a lo largo de la trayectoria de la Línea 3.

Cabe aclarar que el nivel de servicio que se indica en el Cuadro Núm. 3.3, para cada intersección, es para la intersección como tal, lo cual no quiere decir que la totalidad de los accesos presente una operación sumamente deficiente, ya que se pudo observar que en varios casos solamente uno de sus movimientos direccionales es el causante de la mala operación.

Así mismo es muy importante el tener presente que las deficiencias en la operación de las intersecciones, enmarcadas por los malos niveles de servicio, **no quiere decir que los distintos tramos del corredor para la futura Línea 3 del Metro, también tengan condiciones de operación deficientes**, cabe resaltar que los análisis realizados son únicamente para las 19 intersecciones principales y son exclusivamente éstas las que resultan con una operación ciertamente deficiente.

Para los casos de la operación y su calidad en los tramos, se realizó un análisis por separado y sus conclusiones en cuanto al comportamiento de los mismos se comentarán en el capítulo siguiente.

- A continuación se señalan algunos de los aspectos detectados que derivan en los problemas de operación y sus niveles de servicio asociados en las intersecciones que nos ocupan y los cuales son:
- Ausencia o muy mal estado del señalamiento horizontal que permita organizar mejor el volumen de tránsito y sus movimientos direccionales.

- Inadecuados ciclos y en algunos casos excesivo número de fases en los semáforos, los cuales no corresponden con los volúmenes de tránsito que se presentan en la totalidad de las intersecciones.
- Presencia de estacionamiento en la vía pública, disminuyendo con esto la capacidad del acceso al restarle un carril de operación. Sobre todo esto se presenta en las vialidades transversales a la vialidad coincidente, sin que esto no quiera decir que sobre la misma también en algunos casos se presente este conflicto, como por ejemplo el tramo de la Av. Félix Urestí Gómez, en la cual está permitido el estacionamiento en ambos sentidos.
- Soluciones geométricas inadecuadas para solventar algunos movimientos direccionales, caso concreto los retornos que se permiten en la intersección de Av. Rómulo Garza con la Av. Conductores. Los movimientos de retorno sobre la Av. Rómulo Garza para poder cambiar de sentido de circulación, están prácticamente en el borde del crucero, esto implica que los volúmenes de tránsito de los movimientos direccionales que desean tomar las vueltas izquierdas (también permitidas), así como el paso de frente se vean detenidos por el volumen que desea retornar.
- Zonas de ascenso y descenso inadecuadas y prácticamente ubicadas sobre los bordes de los cruceros, en la mayoría de los casos no se presentan con la geometría y dimensiones adecuadas para la cantidad de unidades de transporte público que las ocupan, caso de la intersección No. 10 en Av. Rómulo Garza con la Av. Conductores o bien no son ocupadas adecuadamente como en el caso de la intersección No 14 ubicada en la Av. Félix U. Gómez y la Av. Cristóbal Colón.
- Secciones o número de carriles inadecuado a los grandes volúmenes de tránsito que se presentan sobre todo en las HMD, como por ejemplo en el caso de la

Intersección No 3 ubicada en la Carretera Federal 54 con las avenidas Acapulco (al oriente) y la Av. Rómulo Garza (al poniente). En este caso la sección de la Av. Acapulco resulta ya insuficiente para el volumen de tránsito que maneja, así mismo el movimiento de vuelta izquierda que viene sobre la Av. Rómulo Garza y desea ir hacia el norte por la lateral de la carretera es tal que a pesar de tener un número de carriles definido (dos), el volumen es tal que excede tanto la geometría como la fase del semáforo para intersecciones a nivel.

- Mal estado del pavimento en algunos casos, lo cual incide en la velocidad de operación de la vialidad, sobre todo en aquellas que presentan un gran número de unidades de transporte público o de transporte de carga, como es el caso de las Intersecciones 1, ubicada en la Carretera Federal con la Av. Carlos Salinas de Gortari (Entronque Apodaca), 2, ubicada en la misma carretera con la Av. Ignacio Sepúlveda, 3, ubicada en la citada carretera federal 54 con la Av. Rómulo Garza y la intersección 10 ubicada en la Av. Rómulo Garza con la Av. Conductores. Se incluye en el Anexo 7 los análisis de capacidad realizados en situación actual.

3.3. Capacidad y niveles de servicio en tramo

Realizados los análisis de cada una de las 19 intersecciones con mayor impacto en la operación de los corredores, se procedió a analizar la operación en los diferentes tramos de vialidad considerando en primera instancia tramos homogéneos de acuerdo a las siguientes características:

1. Sección transversal existente.
2. Usos de suelo.
3. Condiciones operacionales del corredor.
4. Condiciones de operación del transporte público.

Definidas las características de operación de los corredores en estudio, se procedió a seccionarlos de la siguiente manera:

1. Av. Félix Urestí Gómez, en su tramo: Av. Constitución a Av. Cd. De los Ángeles.
2. Av. Cd. De los Ángeles, de: Av. Nogalar Sur a Av. Churubusco
3. Av. Rómulo Garza, de: Av. Churubusco a Carr. Miguel Alemán
4. Carretera Miguel Alemán, de: Av. Rómulo Garza a Calle Andrés Guajardo

El análisis por tramo para determinar los niveles de servicio en los diferentes segmentos de vialidad en situación actual y con proyecto se obtuvo empleando la metodología y criterios del HCM 2000, de sus Capítulos 10 (Introducción y Conceptos de calles urbanas) y 15 (Metodología de calles urbanas).

De acuerdo al Capítulo 10, éste clasifica el sistema de calles urbanas en función al volumen vehicular del tramo, su longitud y a sus características físicas, entre una arteria principal y una de menor importancia.

Para nuestros tramos de vialidad en estudio, **los tres primeros segmentos de vialidad se clasifican como arterias urbanas tipo IV** (de acuerdo a las Tablas 10.3 y 10.4 del HCM 2000) donde la movilidad en la vialidad es funcional e importante, los accesos de conexión son de calles primarias, secundarias y colectoras, conecta importantes puntos como: cruce con otras vialidades primarias, comunica importantes centros de actividad, conecta viajes largos entre dos puntos, una alta densidad vehicular, desarrollos habitacionales importantes a la orilla del camino.

En cuanto a las características físicas: es una vía dividida (camellón al centro) con tres carriles centrales por sentido y dos laterales en algunos tramos, el estacionamiento se da

de manera significativo, se cuenta con algunos carriles para vueltas izquierdas, cuenta con retornos y señalamiento vertical, la velocidad de flujo libre oscila entre 40 y 55 km/h, y el cruce de peatones se realiza de manera usual y en algunos caso mediante puentes peatonales **y para el caso de la carretera Miguel Alemán se considera dentro de la categoría suburbana tipo II de acuerdo a su función dentro de la estructura vial urbana y las velocidades que registra oscilan entre los 65 a 75 km/h.**

Es importante mencionar que para el periodo de mediodía y tarde las velocidades registradas ligeramente menores, siendo este análisis (AM) un claro indicador de los niveles de servicio que guarda la vía en estudio en los periodos de mayor demanda.

El Cuadro Núm. 3.3 muestra las características de operación de cada uno de los tramos, los cuales fueron utilizados para determinar el nivel de servicio de acuerdo a la metodología que establece el HCM 2000

CARACTERISTICAS OPERACIONALES POR TRAMO DE VIALIDAD EN SITUACION ACTUAL												
NUM	VIALIDAD	TRAMO	CARRILES EN OPERACIÓN		ESTACIONAMIENTO		CARRILES LATERALES	SEPARADOR CENTRAL		VEL KM/HR POR TRAMO		
			SENTIDO 1	SENTIDO 2	PROHIBIDO	PERMITIDO		TIPO	SECCION (mts)	SENTIDO 1	SENTIDO 2	
1	Félix U. Gómez	Av. Constitución . Av. Cd. De Los Ángeles	3	3		Si	NO	Camellón	1.2	17.8	29.1	
2	Cd. De Los ángeles	Nogalar Sur - Churubusco	5	5		Si	NO	Camellón	4.3	32.05	26.1	
3	Rómulo Garza	Churubusco . Carr. Miguel Alemán	3	3		Si	En algunos tramos	Camellón	Variable	35.6	40.98	
4	Carr. Miguel Alemán	Rómulo Garza - Andrés Guajardo	3	3		Si	En algunos tramos	Deflector	1	66.23	60.2	
NOTA:												
1.- SE CONSIDERA COMO SENTIDO 1, LA DIRECCION MONTERREY - APODACA												
2.- SE CONSIDERA COMO SENTIDO 2 LA DIRECCION APODACA - MONTERREY												

Cuadro Núm. 3.3 Características Operacionales por Tramo de Vialidad Coincidente en Condiciones Actuales. (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

Partiendo de estos parámetros de operación se procedió a determinar el nivel de servicio de cada uno de los tramos de acuerdo a los criterios del Capítulo 10 del HCM 2000 y aplicando los datos del Cuadro Núm. 3.4 siguiente, de acuerdo al Capítulo 15 del HCM 2000 se tiene lo siguiente.

Clase de artería urbana	I	II	III	IV
Velocidad de Flujo libre	90 a 70 Km/h	70 a 55 Km/k	55 a 50 Km/h	55 a 40 Km/h
Velocidad Típica	80 km/h	65 Km/h	55 Km/h	45 Km/h
Nivel de Servicio	Promedio de velocidad de viaje (km/h)			
A	>72	>59	>50	>41
B	>56-72	>46-59	>39-50	>32-41
C	>40-56	>33-46	>28-38	>23-32
D	>32-40	>26-33	>22-28	>18-23
E	>26-32	>21-26	>17-22	>14-18
F	≤26	≤21	≤17	≤14

Cuadro Núm. 3.4 Niveles de Servicio de Calles Urbanas por Clase. (Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras 2000 (HCM 2000). Pág. 15-3)

De acuerdo a los datos observados y obtenidos, así como de las velocidades en la HMD registrada, para el **Tramo 1: Av. Félix U. Gómez, de: Av. Constitución a Av. Cd. De Los Ángeles**; se puede determinar que actualmente la vialidad está operando con problemas de capacidad en tramos viales y de acuerdo a la tabla anterior su nivel de servicio es “D”. Este nivel de servicio se refiere a un nivel de servicio poco estable donde las velocidades y posibilidades de maniobra están estrechamente controladas por el volumen de tránsito.

Para el **Tramo 2: Av. Cd. De Los Ángeles, de: Av. Félix U. Gómez a Av. Churubusco**; se obtuvo un nivel de servicio “C” el cual se considera como estable. Este nivel de servicio se refiere a un nivel de servicio donde las velocidades y posibilidades de rebase están más ligadas a la pericia del conductor.

Para el Tramo 3: Av. Rómulo Garza, de: Av. Churubusco a Carretera a Miguel Alemán; se obtuvo un nivel de servicio “B” el cual se considera como estable. Este nivel de servicio se refiere a un nivel de servicio estable sin problemas de circulación.

Finalmente para el **Tramo 4: Carretera a Miguel Alemán, de: Av. Rómulo Garza a Calle Andrés Guajardo**; se obtuvo un nivel de servicio “A” el cual se considera como un nivel de servicio aceptable a flujo libre sin problemas de circulación.

Como se puede observar en los análisis realizados, tres de los cuatro tramos presentan niveles de servicio aceptables:

- **Tramo 1: “D”**
- **Tramo 2: “C”**
- **Tramo 3: “B”**
- **Tramo 4: “A”**

3.4. Dispositivos de control de tránsito

3.4.1 Señalamiento horizontal y vertical

Con relación al señalamiento horizontal, este es deficiente o incluso inexistente en la mayoría de las intersecciones, sobre todo en el tramo de la Av. Félix Urestí Gómez; entre la Av. Cd. De Los ángeles y cuando menos hasta la Av. Carlos Salazar Pte., el

señalamiento horizontal es deficiente e inadecuado; en el tramo entre esta calle y la Av. Constitución se observó en mejores condiciones.

Para el tramo de la vialidad sobre la Av. Rómulo Garza, en algunos casos se presenta la misma problemática que en el tramo anterior, aunque en menor intensidad. Finalmente en el tramo sobre la carretera federal 54 a Miguel Alemán, salvo la intersección No 1 que la forman la carretera con la Av. Carlos Salinas de Gortari, en la que el señalamiento horizontal prácticamente no es visible, en las otras dos intersecciones sobre dicha carretera el señalamiento si se aprecia. En virtud de lo anterior, se puede mencionar que en términos generales el señalamiento horizontal es deficiente.

En relación al señalamiento vertical se puede indicar que la mayoría de las señales se encuentran de regulares a buenas físicamente en un porcentaje del orden del 80% y el resto en malas condiciones. La mayoría de las señales son restrictivas e informativas (de destino esencialmente).

En lo referente al señalamiento preventivo este se tiene en un porcentaje mínimo y se compone básicamente de señales que indican el cruce de peatones y bifurcaciones o bien cruce de escolares. Su estado físico en general se puede calificar como de regular a bueno.

En cuanto al señalamiento restrictivo la mayoría de las señales en las intersecciones son de: Alto, prohibido estacionarse, prohibida la vuelta izquierda y algunas de velocidad, por lo que se concluye que el señalamiento restrictivo se encuentra en regular estado físico.

En lo referente a las señales informativas y de nomenclatura (Bajas), se observó en el primer caso un número reducido de señales en los cruces vehiculares las cuales manejan

en muchos casos hasta dos destinos (dos placas), condición recomendable de acuerdo a la normatividad vigente, en lo que respecta a las señales de nomenclatura se observó que la mayoría de los cruces vehiculares no cuentan con estas, lo cual desorienta al peatón. En relación a las intersecciones principales analizadas sobresalen las señales elevadas, encontrándose que la mayoría del señalamiento se encuentra físicamente de regular a bien.

Es importante hacer énfasis en el señalamiento horizontal en los cruces con la vialidad coincidente, donde se destaca el mal estado de este o la franca carencia del mismo.

3.4.2 Semáforos

De las 19 intersecciones analizadas, las mismas están semaforizadas y su distribución regional es la siguiente:

- Dos en el Municipio de Apodaca
- Cinco en el Municipio de San Nicolás de los Garza
- Cuatro en los Límites de los Municipios de: San Nicolás de los Garza con Monterrey
- Nueve en el Municipio de Monterrey

Las intersecciones que están operando con semáforos que tienen al menos dos cabezas por acceso que indican una lente con luz roja (Alto), otra ámbar (previa) y otra verde (Siga), así como en su repetidor.

Del análisis realizado sobre la operación de los cruceros semaforizados, como se comentó anteriormente la mayoría de los cruceros (17), están dentro de un sistema de sincronización; sin embargo se observó que para las dos primeras intersecciones no se cuenta con una coordinación del sistema y en algunos casos se observó que los tiempos de verde no correspondían a la demanda actual del tránsito, sacrificando algunas

intersecciones los tiempos de verde por fase ya que no corresponde a la demanda de las calles transversales dando preferencia a las vialidades primarias.

Se observó que ninguna de las intersecciones cuenta con semáforos peatonales que indiquen a los usuarios los periodos adecuados para cruzar los accesos de las vialidades.

Las 19 intersecciones cuentan con controladores electrónicos, su estado físico es aceptable, tanto los postes como las cabezas de los semáforos. En la mayoría de ellas los ciclos oscilan entre 90 y 110 segundos y el tiempo de ámbar en todas es de 3 segundos, estos corredores se encuentran coordinados para una velocidad de 50 km/hr. De acuerdo a información proporcionada por el SINTRAM.

CAPITULO 4. IMPACTO DE NUEVO SISTEMA DE TRANSPORTE EN LA OPERACIÓN ACTUAL DEL TRÁNSITO.

Una vez realizado el diagnóstico, es necesario estimar el impacto vial que generará la implementación y operación del nuevo sistema de transporte masivo de la Línea 3, sobre la red vial coincidente, en este caso en los accesos de las 19 intersecciones más importantes detectadas a lo largo del recorrido de dicha Línea 3.

La estimación del impacto consiste en determinar si los volúmenes vehiculares aforados durante las HMD para cada uno de los movimientos direccionales actuales que se presentan en cada una de las intersecciones seleccionadas, se verán incididos por la presencia del nuevo sistema de transporte masivo y su estructura. Es decir, dado que el nuevo sistema de transporte masivo será en su mayoría resuelto a través de una solución elevada, la subestructura que servirá de apoyo a dicha solución, requerirá de un espacio a nivel de calle para alojar las columnas de soporte de la superestructura de éste sistema; incidiendo en las secciones transversales actuales de la vialidad coincidente; sobre todo en aquellos tramos de la vialidad en los que o bien no existe camellón central o éste presenta dimensiones no apropiadas para alojar adecuadamente las columnas de apoyo.

Para tal caso se ha considerado en ésta instancia del estudio un ancho mínimo de camellón central a lo largo de la trayectoria de la futura Línea 3 y el cual se ha estimado que oscile entre 2.70 m a 3.0 m. Por lo que como se ha mencionado en algunos tramos de la vialidad coincidente esta previsión incide en el ancho real que quedará en dicha vialidad y en consecuencia el número de carriles de circulación útiles para tal propósito.

En el apartado siguiente se comentará respecto de la operación de los cruceos más importantes ya citados en el presente estudio.

4.1 En Intersecciones

Como se comenta en el apartado anterior, la presencia y puesta en operación del nuevo sistema de transporte masivo, si genera incidencia tanto en la operación de los diferentes tramos que integran la vialidad coincidente a lo largo de la trayectoria de la futura Línea 3, como por supuesto en cada una de las 19 intersecciones estudiadas.

Sin embargo cabe señalar que las 19 intersecciones presentan niveles de servicio por demás deficientes con niveles de servicio “F”, lo cual si bien es cierto no se presenta en la totalidad de los accesos que forman dichas intersecciones, el hecho de que en alguno de ellos esté presente este nivel, hace que la intersección como tal se regida por el nivel de servicio más deficiente.

Por lo tanto es claro que la operación en cada una de las intersecciones estudiadas, al adicionar la presencia del nuevo sistema de transporte masivo y la incidencia de éste en las secciones transversales de la vialidad coincidente, se verá aún más deteriorada y los niveles de servicio no mejorarán absolutamente nada. Ya que si en condiciones actuales sin la presencia del nuevo sistema de transporte, sus niveles de servicio están en “F” como ya se comentó, éste se mantendrá en el mismo nivel desde un punto de vista cualitativo, más se generaran mayores colas y demoras en cada una de las intersecciones estudiadas.

Lo anterior obliga necesariamente a que se estudien soluciones para cada una de ellas incluyendo ahora la presencia del nuevo sistema y su incidencia en las secciones transversales de al menos dos de sus cuatro accesos en la mayoría de los casos, que tiendan a mejorar sustancialmente sus niveles de servicio y operación en cada una de ellas. Esto se mostrará en el capítulo 5 del presente reporte en párrafos subsecuentes.

4.2 En tramo de vialidad coincidente

En función de lo señalado en el capítulo anterior, la operación de los diferentes tramos de la vialidad coincidente con la futura Línea 3, presentan niveles favorables, excepto el **Tramo 1 de: Av. Félix U. Gómez, de: Av. Constitución a Av. Cd. De Los Ángeles;** el cual como se indica, presenta un nivel de servicio “D”, derivado principalmente de los importantes volúmenes vehiculares, así como de las características físicas del tramo, dentro de las cuales la sección transversal útil para la circulación no es totalmente aprovechada.

Es conveniente señalar que el paso del nuevo sistema de transporte al requerir de un camellón central para alojar las columnas que soportan la estructura de la futura Línea 3, reducirá la capacidad de la vialidad coincidente y habrá que buscar opciones que restituyan dicha capacidad para que la incidencia del nuevo sistema sea mínima.

Las soluciones a esta situación se comentarán en el siguiente capítulo.

CAPITULO 5. ACCIONES PARA MEJORAR LA OPERACIÓN VIAL.

El presente capítulo tiene como finalidad principal, plantear acciones que en materia de vialidad contribuyan a mejorar la operación del tránsito, tanto en las 19 intersecciones estudiadas, como en el tramo de la vialidad coincidente que intercepte cada uno de los cruces importantes señalados en el presente reporte.

De forma tal que las condiciones de operación de las distintas vialidades que generan las intersecciones más importantes, así como los tramos de vialidad coincidente con la futura Línea 3 que lleguen a dichas vialidades, sean sustantivamente mejorados y el impacto del nuevo sistema de transporte sea minimizado en cada una de ellas.

Dichas acciones tendrán el sustento técnico de los análisis realizados en los capítulos 5 y 6, así como los desarrollados para el presente capítulo.

Por otra parte las acciones y sus respectivas propuestas de solución, se realizarán teniendo en consideración una serie de premisas las cuales se citan a continuación:

- Ya que los niveles de servicio en general se pueden considerar como deficientes, a excepción de algunos accesos de las intersecciones estudiadas, los planteamientos de solución deberán de atender a mejorar sustancialmente dichos niveles de servicio, incrementando con ello su vida útil y además mitigar cualquier incidencia derivada de la implantación del nuevo sistema de transporte.
- Las propuestas de solución estarán orientadas a facilitar el derecho de paso del nuevo sistema, sin dejar de considerar como parte del sistema el automóvil y el peatón.
- Las soluciones planteadas responden básicamente a tres condicionantes respecto del tipo de cruces encontrados dentro de los 19 principales y las cuales son:
 - a) Soluciones a nivel
 - b) Soluciones a desnivel.
 - c) Soluciones en zonas en proceso de consolidación.
- Las propuestas de solución independientemente del tipo que sean deberán ser de gran rentabilidad y alto impacto.

- Las soluciones que se plantean serán analizadas primordialmente de manera local, sin embargo deberán de contemplar también su impacto tanto zonal, como regional, ya que no hay que olvidar que la longitud del nuevo sistema de transporte masivo es del orden de 18.6 Km y cruza tres municipios (Apodaca, San Nicolás de los Garza y Monterrey) dentro de la zona metropolitana de Monterrey. Lo anterior será con la finalidad de formar parte de la estructura vial actual y de proyecto.

Adicionalmente, los estudios y análisis elaborados de las propuestas de solución planteadas, se estableció la necesidad de que éstas satisfagan los siguientes objetivos:

- Factibilidad de implementación.
- Responder a la movilidad de la zona.
- Mínimos problemas de tránsito durante su construcción.

Planteadas las premisas y objetivos anteriores, en el apartado siguiente se describirán todas y cada una de las propuestas de solución más adecuadas para cada caso.

5.1. Soluciones en intersecciones a nivel

A continuación se describirán de manera sintetizada cada una de las soluciones adoptadas para cada una de las 19 intersecciones determinadas como las más importantes a lo largo del recorrido de la futura Línea 3.

Cabe señalar que de acuerdo a los tipos de cruces encontrados y sus características de entorno urbano, únicamente tres de las quince intersecciones, son a desnivel y sus características urbanas principales, así como su ubicación se muestran en el Cuadro Núm. 5.1 a continuación:

No.	Ubicación	Tipo		Entorno
		Operación	Solución	
01	Carretera Federal 54 a Miguel Alemán con Av. Carlos Salinas de Gortari (Entronque Apodaca)	Semáforo para laterales a nivel	Desnivel (Elevada)	Urbano (Consolidado)
02	Carretera Federal 54 a Miguel Alemán con Av. Isidro Sepúlveda	Semáforo para laterales a nivel	Desnivel (Elevada)	Suburbano (En consolidación)
03	Carretera Federal 54 a Miguel Alemán con Av. Acapulco - Av. Rómulo Garza	Semáforo para laterales a nivel	Desnivel (Elevada)	Urbano (100% Consolidado)

Cuadro Núm. 5.1 Intersecciones a Desnivel sobre Vialidad Coincidente con la Línea 3. (Fuente: F.O.A.,S.C., 2011)

De estas tres intersecciones, solucionadas como pasos elevados, dan prioridad y flujo continuo a las vías principales que las conforman, de forma tal que los cuerpos centrales de dichas vialidades y los volúmenes que circulan por ellas, no interfieren en la operación de las intersecciones y por lo tanto la solución que se estudie para cada una de ellas, será únicamente para los cruces que se forman por las laterales de dichas vías principales, con las vialidades transversales que las cruzan o desean incorporarse o desincorporarse a la vialidad coincidente con la futura Línea 3.

Las otras doce intersecciones principales a lo largo del tramo de la futura Línea 3, son a nivel y sus características típicas son:

- Entorno eminentemente urbano y totalmente consolidado.
- Jerarquía vial de: Vías Primarias
- Cobertura Regional (al menos dos municipios)
- Características Operativas a través de semáforos

Por lo tanto, las soluciones que se estudiaron contemplan en términos generales las siguientes características en común, sin que esto quiera decir que se determinaron soluciones tipo para todas ellas.

- Cruces controlados mediante semáforos actuados que permitan la prioridad de paso a los mayores volúmenes de tránsito y con diferentes ciclos en función de las HMD durante el día.
- Adecuaciones geométricas menores (canalizaciones).
- Sentidos únicos de circulación (donde la infraestructura vial lo permita).
- Implementación de señalamiento horizontal y vertical que verdaderamente informe al automovilista y peatón de las restricciones, destinos y uso en general de la vialidad.
- Infraestructura vial para el peatón (banquetas, iluminación, etc.).

En la Figura No. 5.1 a continuación, se muestra un ejemplo de manera gráfica de lo anterior:

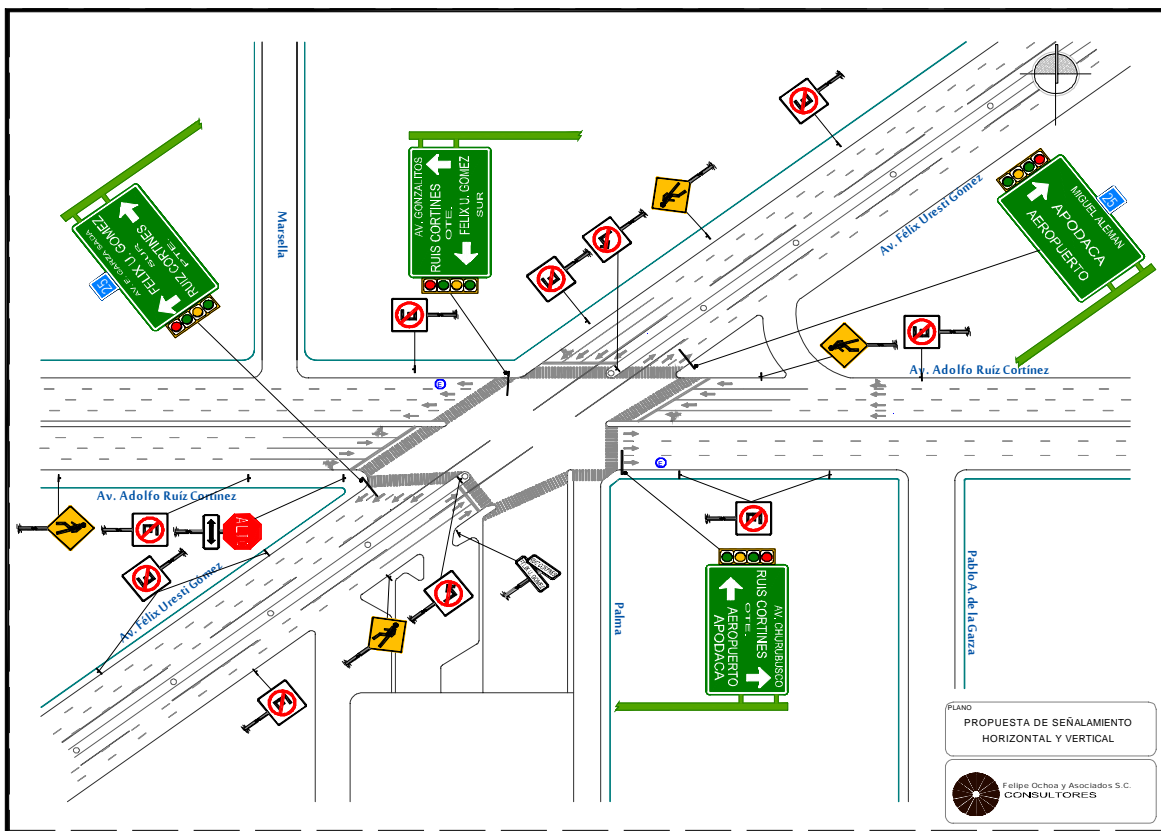


Figura Núm.5.1 Ejemplo de Soluciones y Características para Intersecciones Principales a Nivel con Vialidad Coincidente Línea 3. (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

Por lo tanto y en función de los comentarios anteriores, a continuación se presentaran todas y cada una de las propuestas de solución, describiendo de manera genérica sus principales características operativas, así como los niveles de servicio alcanzados con dichas soluciones.

Intersección 01. Carretera Federal 54 a Miguel Alemán con Av. Carlos Salinas de Gortari.

Esta intersección corresponde al inicio y final de la futura Línea 3, como se indica en el capítulo 5, apartado 5.2., la operación en ésta, es deficiente, derivado principalmente de la ausencia de un señalamiento adecuado, así como al entrecruzamiento del transporte urbano y suburbano, el cual tiene su parada del lado sur de la lateral oriente de la carretera y cruza hasta el carril derecho para acceder a Apodaca o bien regresar por la lateral poniente de la carretera hacia el sur.

Por consiguiente la propuesta de solución la cual se muestra en la Figura Núm. 5.2, contempla en términos generales lo siguiente:

- El nuevo sistema de transporte colectivo Línea 3, saldrá de sus carriles confinados en el sentido sur - norte, aproximadamente 500.0 m antes del crucero, para incorporarse al carril izquierdo de la lateral y acceder en movimiento regresivo hacia su zona de terminal y talleres por la lateral poniente de la carretera.
- Así mismo la reincorporación del sistema de transporte, será transicionando en aproximadamente 500.0 m, saliendo de su Terminal por la lateral poniente hasta incorporarse a sus carriles confinados ubicados en la parte central de la carretera federal 54.
- Se cancelará la incorporación actual del movimiento de la Av. Carlos Salinas de Gortari hacia la lateral poniente, el cual se hará más hacia el sur por el retorno existente. Así mismo en el sentido sur - norte que circula por la Av. Carlos Salinas de Gortari y se desea incorporar a la carretera, ya sea hacia el sur o bien hacia el norte.



Figura Núm. 5.2 Propuesta de Solución Acceso a Terminal Línea 3. (Fuente: Google Earth., 2012)

Intersección 02. Carretera Federal 54 a Miguel Alemán con Av. Isidro Sepúlveda.

Esta intersección presenta niveles de servicio deficientes derivados de la falta de capacidad en la vialidad transversal - Av. Isidro Sepúlveda -, así como del número de fases y ciclo actual. La propuesta para ésta intersección - ver Figura No. 5.3, contempla en términos generales lo siguientes aspectos:

- Se mantiene el mismo número de carriles y dimensiones de estos en cada acceso.
- Se reduce el número de fases de semáforo de cuatro a tres, así mismo se amplía el ciclo.
- Se deberá de colocar un adecuado señalamiento horizontal y vertical en la intersección.



Figura Núm. 5.3 Propuesta de Solución Intersección 2. (Fuente: Google Earth., 2012)

Cabe señalar que el nivel de servicio no representa mejora, derivado principalmente de la falta de sección y capacidad en la vialidad transversal al trazo de la línea 3. Desarrollar una solución que mejore sustancialmente dicho nivel de servicio implicaría necesariamente hacer obra mayor, además de afectaciones, para por ejemplo: hacer las vueltas derechas de las laterales de la carretera continuas; así como vueltas izquierdas indirectas. Lo anterior no se contempló, en virtud de que una de las premisas más importantes de las propuestas de solución, es que sean de alto impacto y mínimo costo.

Intersección 03. Carretera Federal 54 a Miguel Alemán con Av. Acapulco y Av. Rómulo Garza.

Siendo ésta intersección una de las más importantes dentro de las 19 principales, tanto por ser donde cambia la trayectoria el nuevo sistema de transporte, como por entrar francamente a zona urbana plenamente consolidada. Este hecho lo reflejan los volúmenes de tránsito actuales y los niveles de servicio que se presentan en la intersección los cuales son muy deficientes.

Así mismo al no contar la Av. Acapulco con suficiente capacidad por tener una sección transversal reducida y un uso de suelo muy consolidado, dotar de una mayor capacidad a dicha vialidad, implicaría necesariamente tener que realizar afectaciones hacia los inmuebles y predios hacia ambos paramentos.

Nuevamente el realizar una solución que contemplara esto, no cumpliría con las premisas definidas en el inicio del presente capítulo relacionadas con soluciones de alto impacto y bajo costo.

Por lo tanto se ha identificado una propuesta de solución que aprovechará las secciones transversales existentes, así como el número y cantidad de carriles que presentan, de forma tal que no se tengan que realizar obras mayores.

La propuesta consiste básicamente en invertir los sentidos de circulación actuales sobre las Avenidas Acapulco y Rómulo Garza, de forma tal que los movimientos de vueltas izquierdas de los sentidos oriente - sur y poniente - norte, sean continuas y en la misma fase. Lo anterior se muestra mejor en la Figura No. 5.4 a continuación.



Figura Núm. 5.4 Propuesta de Solución - Movimientos Direccionales en Intersección No. 3, Av. Acapulco - Av. Rómulo Garza. (Fuente: Google Earth., 2012)

Describiendo las características principales de la propuesta, éstas son:

- Se invierten los sentidos de circulación tanto en la Av. Acapulco (oriente - poniente) a partir de la calle Puerto Tuxpan, como en la Av. Rómulo Garza en el sentido poniente - oriente, desde la calle Lago Rodeo.
- Las vueltas derechas tanto de Av. Rómulo Garza hacia el sur y de Av. Acapulco hacia el norte, serán de manera indirecta a través de las calles: Puerto Mazatlán - Océano - Pacífico para el movimiento hacia el norte y por la Calle Nueva para el movimiento hacia el sur.
- Operación del semáforo con solamente dos fases, lo que mejora sustancialmente el nivel de servicio en la intersección.
- Colocación de semáforos en las intersecciones de Av. Acapulco con Calle Puerto Tuxpan y en Av. Rómulo Garza con Calle Lago Rodeo.
- Colocación de señalamiento horizontal y vertical en la intersección

Intersección 04. Av. Rómulo Garza con Av. De la Torres

La intersección actualmente opera con un nivel de servicio deficiente, por lo que la solución propuesta la cual se describirá en párrafos subsecuentes, libera carriles que actualmente se ocupan para vueltas izquierdas sobre la Av. Rómulo Garza en ambos sentidos y se aprovechan ahora como un carril más en cada sentido como pasos de frente.

Esta modificación en los movimientos direccionales actuales, mejora sustancialmente el nivel de servicio de proyecto, alcanzando el nivel “**B**”, en virtud de la adecuación de las vueltas izquierdas indirectas para el tránsito que circula sobre la Av. Rómulo Garza en ambos sentidos, ya que dichas vueltas izquierdas ahora se harán por los retornos que

existen sobre Rómulo Garza al oriente y poniente de la intersección, como se muestra en la Figura No. 5.5 a continuación:



Figura Núm. 5.5 Propuesta de Solución - Movimientos Direccionales en Intersección No. 4, Av. Rómulo Garza - Av. Las Torres. (Fuente: Google Earth., 2012)

Además de lo anterior, la propuesta presenta las siguientes características:

- Al eliminar las Vueltas Izquierdas Directas sobre la Av. Rómulo Garza hacia el sur o norte, se da un carril más a cada acceso de Rómulo Garza, ayudando esto para el volumen de tránsito que llegará por dichos accesos.
- Se operará la intersección ahora solo con tres fases.
- Colocación de señalamiento horizontal y vertical de manera adecuada, para una canalización racional del tránsito tanto en Av. Las Torres, como en la Av. Rómulo Garza.

Intersección 05. Av. Rómulo Garza con Av. Los Árboles.

Al analizar el comportamiento de ésta intersección, en virtud del deficiente nivel de servicio y de la imposibilidad de acciones que amplíen la sección transversal de la Av. Los Árboles, ya que es una zona totalmente consolidada y se tendría que hacer afectaciones a predios e inmuebles para dotar de mayor capacidad a el acceso de dicha vialidad. Se optó por suprimir el sentido de circulación hacia el norte sobre la Av. Los Árboles y realizar éste hasta la Av. Las Flores.

Esta adecuación origina que la solución tanto de ésta intersección como la de la No. 6, se visualicen de manera regional, ya que se propone formar un **Par Vial** entre las Avenidas: Las Flores y Los árboles, con un solo sentido, quedando la **Av. Las Flores con sentido únicamente hacia el norte y la Av. Los Árboles consentido únicamente hacia el sur**, como se muestra en la Figura No 5.6, a continuación:



Figura Núm. 5.6 Propuesta de Solución - Par Vial: Los Árboles - Las Flores. (Fuente: Google Earth., 2012)

En función de lo mostrado en la figura anterior, el nivel de servicio mejora sustancialmente para la intersección, alcanzándose un nivel de servicio de proyecto “B”. Por lo tanto los movimientos direccionales que se presentarán en la intersección, deberán ser como se muestra a continuación en la Figura 5.7.



Figura Núm. 5.7 Nuevos Movimientos Direccionales para la Intersección de Av. Los Árboles con la Av. Rómulo Garza. Propuesta de Solución - Par Vial: Los Árboles - Las Flores. (Fuente: Google Earth., 2012)

Así entonces las principales características de la propuesta para este caso son:

- Cancelación del sentido hacia el norte por la Av. Los Arboles.
- Cancelación de Vuelta Izquierda de Rómulo Garza hacia el norte, dándose ahora ésta a través de la Av. Las Flores.

- El ancho del acceso Norte Av. Los árboles ahora será ocupado en su totalidad (4 carriles) para los movimientos de vuelta derecha hacia el Poniente (1) y hacia el Oriente (1) y dos carriles de frente hacia el sur por la Calle Cipreses.
- Semáforo con solo tres fases; una para los movimientos sobre Rómulo Garza, otra para los movimientos de Av. Los Arboles y la tercera para el movimiento de retorno hacia el oriente sobre la Av. Rómulo Garza.
- Colocación de señalamiento horizontal y vertical adecuado

Intersección 06. Av. Rómulo Garza con Av. Las Flores.

Como se mencionó en la intersección anterior, ésta intersección será parte del Par Vial que se describe anteriormente y que se muestra en la Figura 20, por lo tanto los movimientos que se darán ahora con la propuesta de proyecto para la intersección de Av. Las Flores con Av. Rómulo Garza, serán como se indica en la Figura No. 5.8 a continuación:



Figura Núm. 5.8 Nuevos Movimientos Direccionales para la Intersección de Av. Las Flores con la Av. Rómulo Garza. (Fuente: Google Earth., 2012)

Con la solución mostrada, se mejora ciertamente el nivel de servicio de la intersección, alcanzando ahora el nivel “**B**”.

- Cancelación del sentido hacia el sur por la Av. Las Flores.
- Cancelación de Vuelta Izquierda de Rómulo Garza hacia el norte de manera directa, dándose ahora ésta de forma indirecta a través de la Calle Hacienda - Unión - Av. Las Flores.
- El ancho del acceso Norte Av. Las Flores ahora será ocupado en su totalidad (4 carriles) únicamente para los movimientos hacia el Norte (4).
- El acceso Sur - Av. Las Flores -, mantendrá tres carriles, uno de vuelta izquierda y de frente hacia el nor - poniente y norte, respectivamente, uno más hacia el norte y un tercero para la vuelta derecha hacia el oriente.
- Semáforo con solo **dos** fases; una para los movimientos sobre Rómulo Garza y la otra para los movimientos de Av. Las Flores.
- Colocación de señalamiento horizontal y vertical adecuado

Intersección 07. Av. Rómulo Garza con Av. Conductores.

Esta intersección conforme a lo indicado en el Cuadro Núm. 5.1, mostrada en el apartado 5.2., del presente reporte, nos muestra un nivel de servicio “**F**”, es decir de saturación e ineficiencia máxima. Esto es derivado principalmente de las vueltas izquierdas directas que se dan de Rómulo Garza hacia el Norte y Rómulo Garza hacia el sur, en conjunto con los movimientos direccionales de retorno que se presentan al mismo tiempo aunado a la presencia de las paradas de los autobuses urbanos de transporte público en los accesos laterales oriente y poniente de la intersección.

Así mismo las condiciones del pavimento asociado al número de fase actual, hace como se determinó, inviable la adecuada operación de la intersección.

Por lo tanto la propuesta de solución para ésta intersección, está severamente restringida en cuanto a una opción de alto impacto y bajo costo; ya que para dotarla de una adecuada solución, es necesario el ampliar la capacidad de las secciones transversales actuales en las laterales de la Av. Rómulo Garza y esto se antoja sumamente difícil de lograr ya que para ello se tendrían que hacer afectaciones importantes sobre los paramentos norte y sur de dicha vialidad, amén de recorrer los retornos existentes sobre el desnivel existente de los cuerpos centrales de la Av. Rómulo Garza; lo que implicaría modificar la rasante actual del paso inferior y nuevas estructuras que dieran paso a los retornos.

Por lo que se dentro del análisis y estudio de algunas opciones de solución que no implicaran altos costos de obra, se optó por seguir el esquema que se ha sugerido en varias de las intersecciones estudiadas, consistente en cancelar los movimientos de vueltas izquierdas directas y hacerlas indirectas, como se muestra en la Figura No. 5.9, que mostramos a continuación y que busca mitigar aunque sea mínimamente las demoras que se presentan en la intersección.

Cabe señalar que asociado a este nuevo esquema de movimientos direccionales, también nos ahora una fase del semáforo y con ello nos permite dotar de mejores tiempos de verde para los accesos que la conforman.

Sin embargo y aún con las adecuaciones señaladas y mostradas, el nivel de servicio general de la intersección no se ve mejorado en la medida adecuada y por lo tanto es conveniente que se tenga presente el evaluar soluciones, que si bien es cierto tendrán un

costo mucho mayor, así como un fuerte impacto en su proceso constructivo hacia el tránsito que circula por los cuerpos centrales de la Av. Rómulo Garza, podrían ofrecer mejores niveles de servicio.



Figura Núm. 5.9 Gráfico de Vueltas Izquierdas Indirectas para la Intersección de la Av. Rómulo Garza con la Av. Condutores - Av. Mariano J. Montemayor. (Fuente: Google Earth., 2012)

Así entonces, las principales características de la propuesta son:

- Cancelación de Vueltas Izquierdas Directas de Rómulo Garza hacia el norte y sur, dándose ahora a través de las calles. Ébanos, Jacarandas, Mariano J. Montemayor para ir hacia el norte y mediante el retorno existe en Av. Condutores para ir hacia el sur.
- El acceso Poniente de Av. Rómulo Garza mantendrá los tres carriles, distribuidos de la siguiente forma: uno para el retorno hacia el poniente, uno de frente hacia el oriente y el tercero compartido para los movimientos de frente y de vuelta derecha hacia el sur.

- El acceso Oriente - Av. Rómulo Garza -, mantendrá tres carriles, uno de vuelta derecha y de frente hacia el norte, uno más hacia el poniente y un tercero para el retorno hacia el oriente.
- Semáforo con solo **tres** fases; una para los movimientos sobre Rómulo Garza, otra para el acceso sur - Av. Mariano J. Montemayor - y una más para el acceso norte - Av. Conductores.
- Colocación de señalamiento horizontal y vertical adecuado

Intersección 08. Av. Rómulo Garza con Av. Churubusco.

Esta intersección si bien presenta un adecuado nivel de servicio en general como tal - "C" , uno de sus accesos presenta un nivel de servicio muy deficiente - "F" -, por lo que la propuesta se orientó a mejorar el nivel de servicio en general con incidencia mayor en el acceso con problemas de operación.

En virtud de ello, no hubo necesidad de modificar los movimientos direccionales que se presentan, solo se propone hacer algunas adecuaciones geométricas y mejorar las fases del semáforo.

A continuación se mencionan algunas de las principales características de la propuesta de solución, así como éstas e muestran en la Figura No. 5.10, que se indica al término de las características citadas.

Las características son:

- Se mantiene el número de carriles y uso de éstos en todos los accesos que llegan a la intersección.

- Reducción de la sección transversal de la Av. Rómulo Garza al poniente del cruce a cuatro carriles para permitir alojar las columnas del nuevo sistema de transporte colectivo.
- Semáforo con solo **dos** fases; mejorando la distribución de los tiempos de verde para cada acceso.
- Colocación de señalamiento horizontal y vertical adecuado

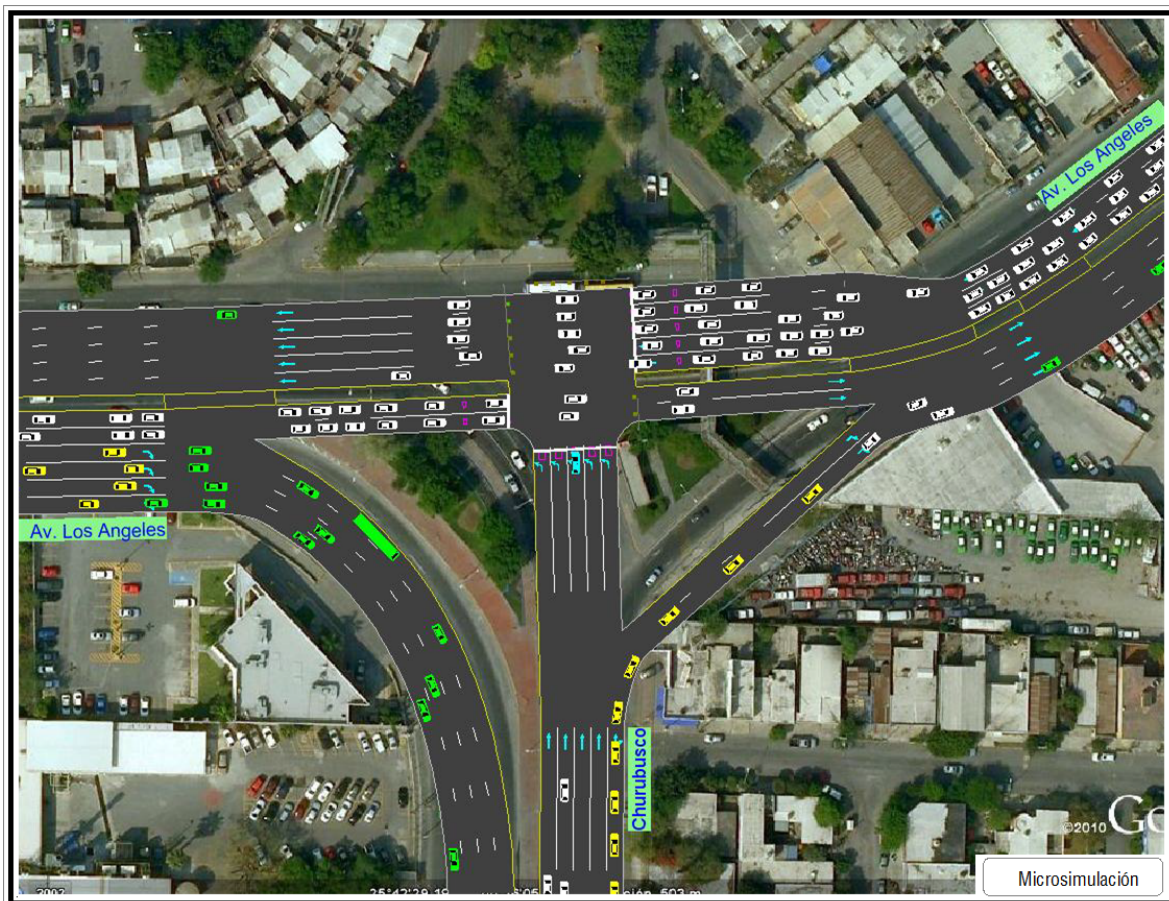


Figura Núm. 5.10 Gráfico de Adecuación Geométrica para la Intersección de la Av. Rómulo Garza con la Av. Churubusco. (Fuente: Google Earth., 2012)

Con las acciones señaladas, el nivel de servicio general de la intersección se mantiene en “B”, sin embargo el nivel de servicio para el acceso sur mejora sustantivamente, ya que

de “F” se llegó hasta “C”, teniendo de esta forma mejor balanceada la intersección y reduciendo las demoras en el acceso citado.

Intersección 09. Av. Rómulo Garza con Retorno Antigua Camino a Apodaca.

Esta intersección que de origen parecía de las de menor relevancia dentro de las 19 importantes, ahora cobra una gran importancia, ya que a través de ella se darán los movimientos de vueltas izquierdas indirectas del tránsito que circula por la Av. Rómulo Garza hacia el poniente y retorna para dirigirse hacia el sur por la Av. Churubusco, movimiento que actualmente se da. Ahora también servirá para el movimiento regresivo que proviene del norte por la Av. Nogalar que al llegar a la intersección con la Av. Rómulo Garza - Av. Los Ángeles hacen un retorno para dirigirse nuevamente hacia el norte por la misma vialidad Nogalar; como se muestra en la Figura No. 5.11 siguiente:



Figura Núm. 5.11 Esquema de Propuesta de Solución para la Intersección (Retorno) de la Av. Rómulo Garza - Los Ángeles - con Antigua Camino a Apodaca. (Fuente: Google Earth., 2012)

Actualmente ésta intersección presenta un nivel de servicio “F”, derivado principalmente de los altos volúmenes vehiculares que circulan por la Av. Rómulo Garza a lo largo del día.

A partir del nuevo esquema de movimientos direccionales, la propuesta de solución contempla las siguientes características:

- El número de carriles y uso de éstos en los accesos que llegan a la intersección, es el siguiente:
 - Intersección controlada por semáforos, operando con dos fases y una longitud de ciclo de 118 segundos.
 - Acceso Oriente: Cuatro carriles de frente y dos carriles para el retorno - Vuelta Izquierda Indirecta.
 - Acceso Poniente: Cinco carriles de frente y un carril para el retorno - Vuelta Izquierda Indirecta.
- Los movimientos de vueltas Izquierdas Indirecta, serán protegidos por una fase especial del semáforo.
- La restricción del estacionamiento en la zona de influencia a la intersección permitirá incrementar la capacidad de los accesos.
- Disminución importante de las demoras por acceso: de 220 a 95 segundos para el acceso poniente, de 221 a 96 segundos para el acceso oriente.
- Colocación de señalamiento horizontal y vertical adecuado

Este esquema de solución, con las características descritas anteriormente, presenta un nivel de servicio “F” que pudiera parecer no aceptable si consideramos que actualmente presenta el mismo nivel de servicio, el beneficio se puede observar con la disminución en más del 50% de las demoras de proyecto así como el mejor nivel de servicio en la intersección de Nogalar Sur.

Intersección 10. Av. Rómulo Garza con Av. Nogalar Sur - Av. Los Ángeles.

Es esta una de las intersecciones más importantes a lo largo de todo el tramo, ya que la carga vehicular sobre la vialidad coincidente es ya de volúmenes altos y justo en este crucero cambia de dirección la Av. Rómulo Garza.

Esto hace que el flujo principal y de mayor volumen de tránsito que hasta antes de este crucero viene de forma paralela al nuevo sistema de transporte, lo que no incide en la operación ni del sistema de transporte ni en la vialidad en sí; ahora se presenta de manera transversal al trazo de la futura Línea 3. Esto propicia justamente que se busque una solución que no deteriore aún más el ya de por sí muy deficiente nivel de servicio en dicho crucero, el cual conforme se señala en el capítulo 5, apartado 5.2., del presente reporte; nos indica en el Cuadro Núm. 5.1, que para ésta intersección el nivel de servicio es “F”.

Analizando la operación de la intersección en condiciones actuales, se observó que el movimiento de retorno que se da del tránsito que circula en sentido norte - sur y hace el retorno para ir en dirección sur - norte, provoca que el acceso norte del crucero tenga un nivel muy deficiente de servicio.

Así mismo, el acceso poniente del crucero presenta un mal nivel de servicio, esencialmente por falta de capacidad en su sección transversal y reducido tiempo de verde en la fase que le corresponde.

Ante este panorama, la propuesta de solución que se ha elegido dentro de varias analizadas para este caso, se describirá a continuación y podemos observarla gráficamente en la Figura No. 5.12 siguiente:

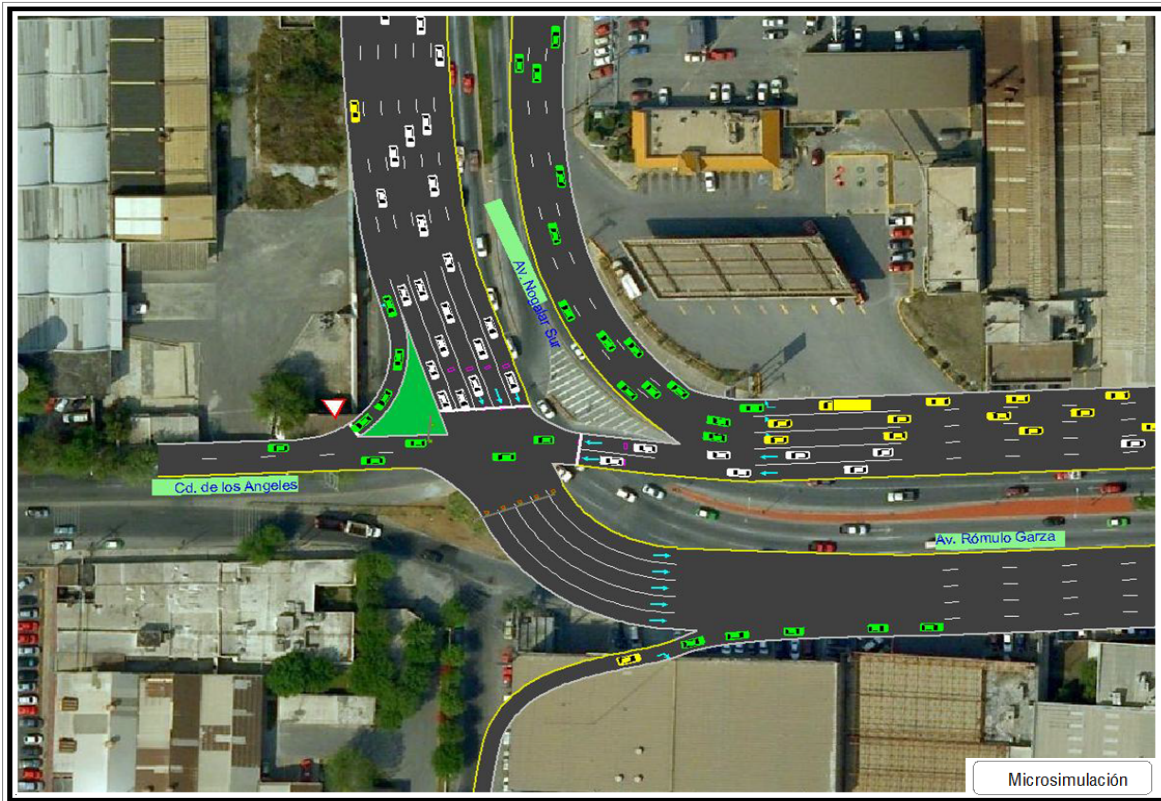


Figura Núm. 5.12 Propuesta de Solución y Adecuación Geométrica para la Intersección de la Av. Rómulo Garza con Av. Los Ángeles. (Fuente: Google Earth., 2012)

La propuesta mostrada en la figura anterior tiene las siguientes características principales:

- Se **suprime el acceso poniente**, ya que en éste **se alojará el nuevo sistema de transporte de la Línea 3** - ver Figura No. 5.12 -, ya que la sección transversal actual de la Av. Los Ángeles no alcanza a alojar tanto al nuevo sistema, como a dos sentidos de circulación con dos carriles cada uno.
- El tránsito que circulaba por el acceso poniente se dirigirá por la Av. Rómulo Garza hasta la Av. Nogalar sur y en ella se incorporará para poder seguir por ésta hacia el oriente.
- El movimiento de retorno que se da en el acceso norte - Av. Nogalar Sur -, se cancela y éste se dará como retorno también hasta la intersección No. 11 ubicada en el Antiguo Camino a Apodaca (Ver Figura No. 5.13).

- Se incrementa a cinco carriles el acceso norte - Av. Nogalar Sur -, para mejorar su capacidad.
- Se mantiene el acceso oriente hacia la Av. Los Ángeles.
- Se reduce el número de fases, se propone opere solo con dos fases
- Colocación de Señalamiento Horizontal y vertical adecuado.

Con la propuesta de solución, se alcanza un mejor nivel de servicio para el cruce, elevándose hasta “B”, lo que implica que el cruce podrá mantener niveles de servicio adecuados aún con la presencia del nuevo sistema de transporte.

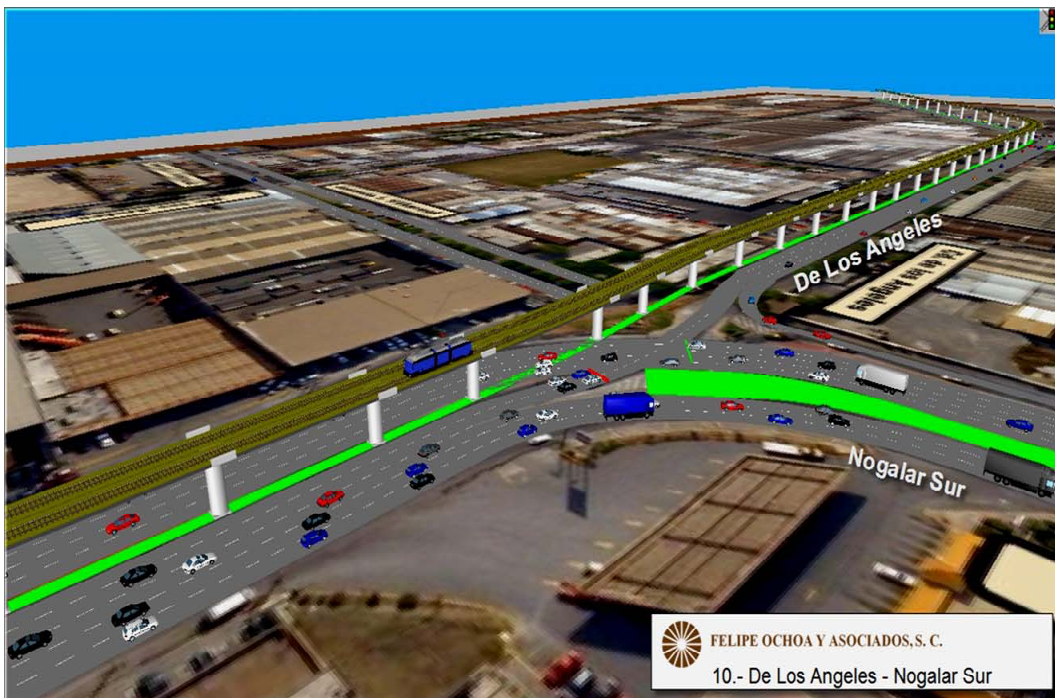


Figura Núm. 5.13 Vista elevada hacia el Oriente, de la Propuesta de Solución y Adecuación Geométrica para la Intersección de la Av. Rómulo Garza - Av. Nogalar Sur - Av. Los Ángeles.

(Fuente: Google Earth., 2012)

Intersección 11. Av. Ciudad de Los Ángeles con la Av. Félix U. Gómez

Esta intersección en conjunto con la anterior, manejarán los flujos vehiculares que actualmente desean dar la vuelta derecha sobre la Av. Los Ángeles hacia el oriente y los que actualmente circula por la av. Félix U. Gómez de sur a norte y dan vuelta izquierda en

el cruce para dirigirse hacia el poniente por la Av. Los Ángeles. La operación actual de esta intersección nos arroja un nivel de servicio muy deficiente “F”, el cual se presenta en todos y cada uno de los accesos que la conforman.

Por lo que la propuesta de solución, amén de mejorar dicho nivel de servicio, además debe de contemplar que el nuevo sistema de transporte circulará por el cuerpo sur de la Av. Los Ángeles y esto implicará que el tránsito que circula por dicha vialidad con dirección hacia el oriente, no podrá seguir circulando por ella.

Así entonces se plantearon nuevos recorridos y derroteros para los movimientos que se cancelan en la propuesta y los nuevos movimientos direccionales que se darán en la intersección se muestran en la Figura No. 5.14 a continuación:



Figura Núm. 5.14 Nuevos Movimientos Direccionales de la Propuesta de Solución para la Intersección de la Av. Félix U. Gómez con la Av. Ciudad de Los Ángeles. (Fuente: Google Earth., 2012)

En función del esquema de movimientos direccionales mostrado, la propuesta de solución presenta las siguientes características más relevantes:

- Se **suprime la vuelta derecha hacia el oriente, así como la vuelta izquierda hacia el poniente**, y estas se darán a través de continuar por la Av. Félix U. Gómez hacia el norte hasta llegar a la Av. Nogalar Sur para ya sea dar vuelta derecha para dirigirse hacia el poniente o bien vuelta izquierda para dirigirse hacia el oriente por la Av. Rómulo Garza.
- Se propone hacer un cambio de sentidos de circulación sobre la Av. Los Ángeles (Poniente), de forma tal que el sentido oriente - poniente que sigue hacia el poniente por dicha vialidad, ocupe el cuerpo sur de ésta y el flujo que circule por dicha vía, se cambie hacia el cuerpo norte de la misma. Esto se propone que sea alrededor de 250.0 a 280.0 m antes del cruce con Félix U. Gómez, controlado mediante un semáforo que operaría en dos fases para permitir de manera controlada el cambio de carriles y cuerpos de circulación. El tránsito que circulaba por el acceso poniente se dirigirá por la Av. Rómulo Garza hasta la Av. Nogalar sur y en ella se incorporará para poder seguir por ésta hacia el oriente.
- En función de lo anterior, los accesos norte y sur se mantienen con el mismo número de carriles, el acceso oriente tendrá tres carriles y el acceso poniente también tres carriles de circulación.
- Se reduce el número de fases, se propone opere solo con dos fases
- Colocación de Señalamiento Horizontal y vertical adecuado.

La operación de la Intersección con las mejoras anteriores, mejora su nivel de servicio sustantivamente alcanzando el nivel “**C**” y mantendrá una operación aceptable aún con la presencia del nuevo sistema de transporte.

A continuación en la Figura No. 5.15, se presenta una imagen de la intersección, con la operación de la solución propuesta y con la presencia de la futura Línea 3 ya operando.

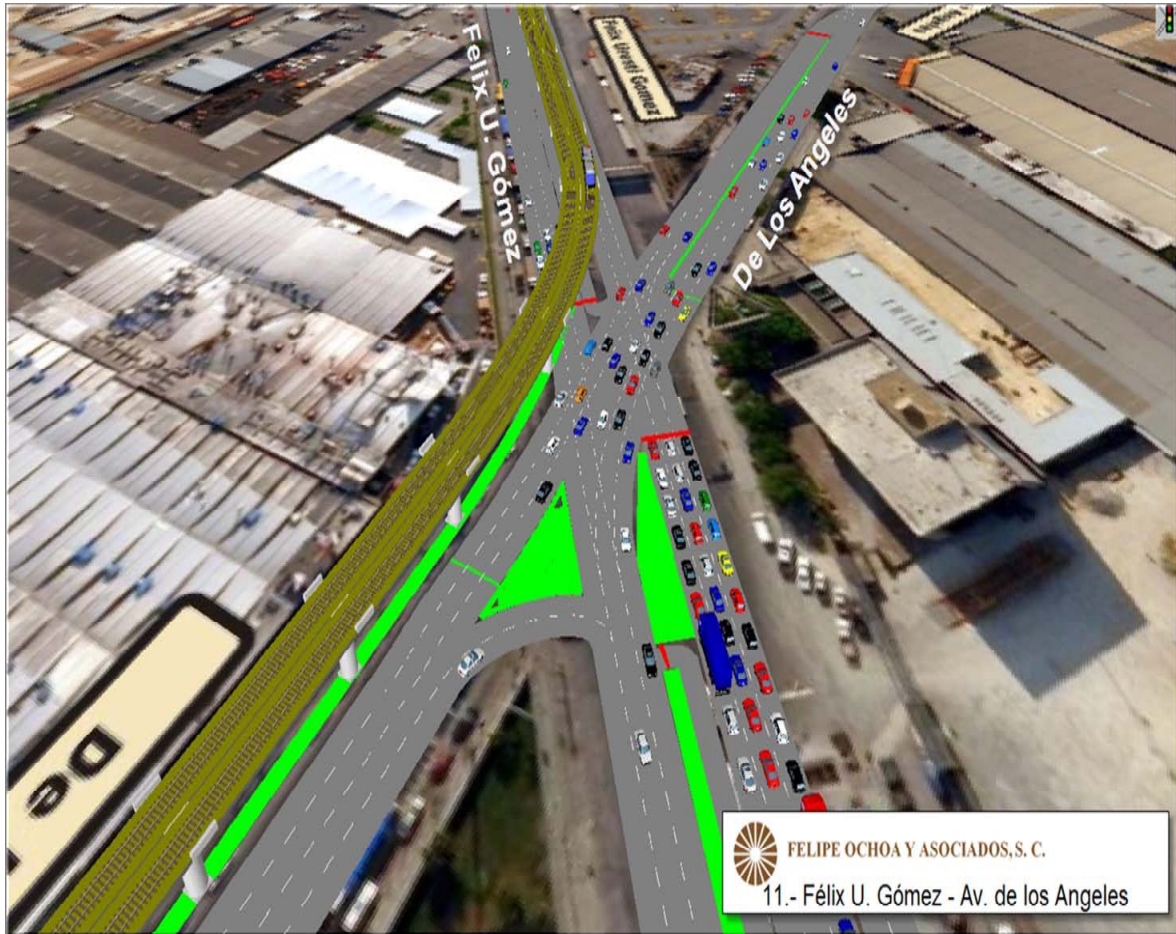


Figura Núm. 5.15 Imagen en 3D de la simulación de la Operación de la propuesta de Solución para la Intersección de la Av. Félix U. Gómez con Av. Ciudad de Los Ángeles, incluida la futura Línea 3. (Fuente: Google Earth., 2012)

Intersección 12. Av. Félix U. Gómez con la Av. Adolfo Ruíz Cortinez.

Esta intersección, ya se ubica en la zona franca del municipio de Monterrey y próxima a la zona centro de la ciudad.

Sus condiciones de operación actual del cruce son ciertamente deficientes, reflejadas en un nivel de servicio “**F**”, como se indica en el Cuadro Núm. 5.1 del presente reporte, el cual se manifiesta de ésta forma derivado de que los accesos norte y sur de la intersección presentan el mismo nivel de servicio.

Del análisis realizado, se pudo detectar que los movimientos de vueltas izquierdas que se presentan en ambos accesos, es decir la vuelta izquierda que circula por la Av. Félix U. Gómez y desea dirigirse hacia el poniente por la Av. Ruíz Cortinez, así como la inversa, presentan ya volúmenes importantes y la capacidad del acceso para manejar estos más los que continúan de frente no es suficiente.

En virtud de ello, la propuesta de solución que resultó más conveniente, después de haber analizado varias opciones, es la que se muestra en la Figura No. 5.16 a continuación.

La solución planteada estriba principalmente en hacer las vueltas izquierdas señaladas de manera indirecta, a través de las calles: Nispero y Olivo para los que circulan por Félix U. Gómez hacia el norte y desean dirigirse hacia el poniente y por las calles de: Rosa y Álamo, para los que circulan por Félix U. Gómez hacia el sur y desean dirigirse hacia el oriente por la Av. Ruíz Cortinez.

Consiguiendo con esto que los niveles de servicio se mejoren en todos los accesos y por consecuencia en la intersección, llevándola ahora a condiciones de operación que la colocan en un nivel de servicio “**D**”.

Se podrá asumir que la mejora es reducida, sin embargo las condiciones de consolidación total de la zona en cuanto a su uso de suelo, dificulta el intentar aumentar la capacidad de

la Av. Ruíz Cortínez dotándola de un número mayor de carriles ya que se tendrían que hacer afectaciones en ambos paramentos de la vialidad citada y ello repercutiría en altos costos tanto sociales como de obra y ello no cumpliría con una de las premisas y objetivos principales del estudio, ya que no se obtendría una solución de alto impacto y bajo costo.

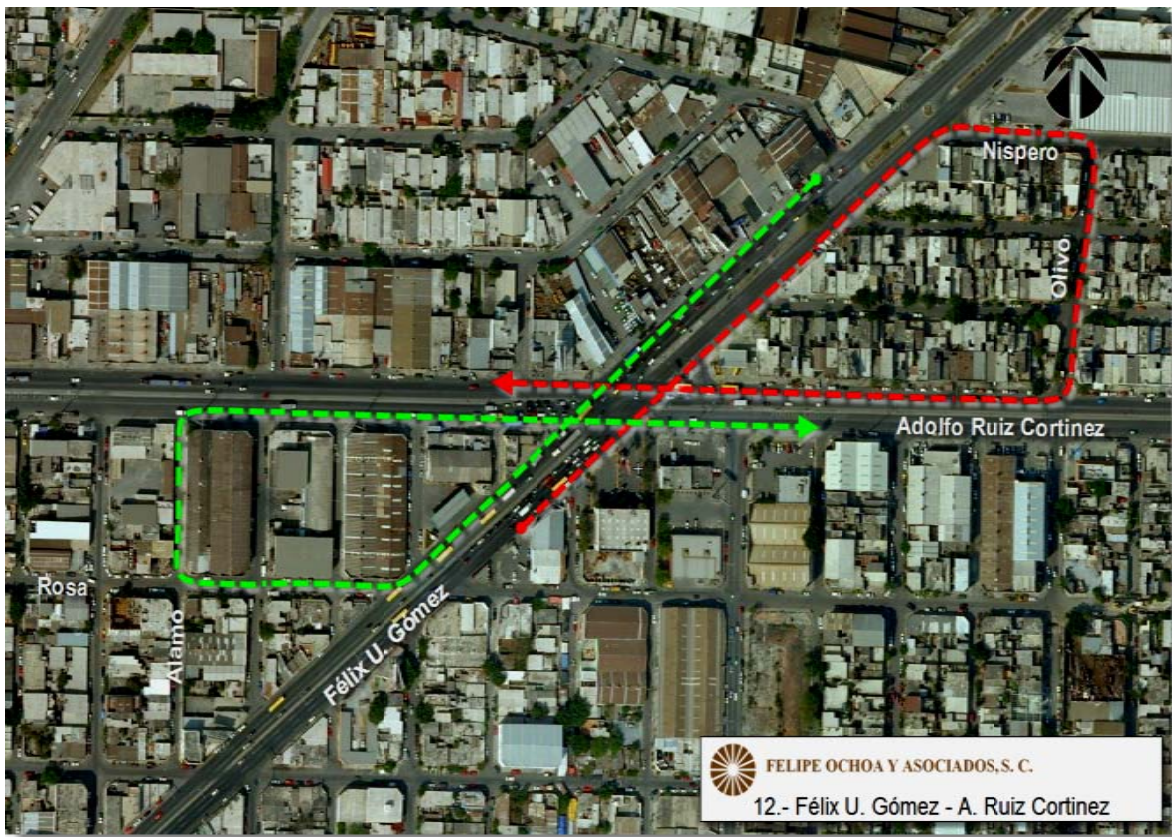


Figura Núm. 5.16 Propuesta de Vueltas Izquierdas Indirectas para la Intersección de la Av. Félix U. Gómez con Av. Adolfo Ruíz Cortínez. (Fuente: Google Earth., 2012)

Por lo que la propuesta seleccionada, presenta las siguientes características generales:

- Se suprimen las vueltas izquierdas directas de los accesos norte y sur y éstas se harán de manera indirecta conforme se indica en la *Figura* anterior.
- En función de lo anterior, se dota de un carril más a los accesos norte y sur, el acceso oriente tendrá tres carriles y el acceso poniente también tres carriles de circulación.

- Se reduce el número de fases, se propone opere solo con tres fases
- Colocación de Señalamiento Horizontal y vertical adecuado.

La configuración final de la intersección con la propuesta descrita se observa en la Figura 5.17, a continuación:



Figura Núm. 5.17 Esquema de Operación de la Propuesta de Solución, para la Intersección de la Av. Félix U. Gómez con Av. Adolfo Ruíz Cortínez.

Intersección 13. Av. Félix U. Gómez con la Av. José ángel Conchello.

Al igual que la intersección anterior, ésta intersección se ubica ya en el municipio de Monterrey y próxima a la zona centro de la ciudad.

También al igual que la intersección anterior, sus condiciones de operación actual son ciertamente deficientes, reflejadas en un nivel de servicio “F”, como se indica en el Cuadro Núm. 5.1 del presente reporte, el cual se manifiesta de ésta forma derivado de

que en todos los accesos se permiten las vueltas izquierdas directas y ello implica que solo uno de los accesos (oriente), tenga una operación aceptable.

En virtud de ello, la propuesta de solución que resultó más conveniente, después de haber analizado varias opciones, es la que se muestra en la Figura No. 5.18, a continuación, en la que se muestran básicamente los movimientos de Vueltas Izquierdas Indirectas.

La solución plantea principalmente, hacer las vueltas izquierdas señaladas de manera indirecta, a través de las calles: San Francisco para el flujo que desea dirigirse hacia el oriente por la Av. José A. Conchello y por la Calle Progreso para los que circulan por Félix U. Gómez hacia el norte y desean dirigirse hacia el poniente. Así mismo las vueltas izquierdas que se dan ahora de manera directa en los accesos oriente y poniente (Av. José A. Conchello), se propone se den de forma indirecta a través de las calles: Luis G. Urbina para el flujo que circula de poniente a oriente por la Av. José A. Conchello y desea dirigirse hacia el norte y a su vez para el flujo que circula por la Av. José A. Conchello de oriente a poniente y desea dirigirse hacia el sur.

Consiguiendo con esto que los niveles de servicio se mejoren en todos los accesos y por consecuencia en la intersección, llevándola ahora a condiciones de operación que la colocan en un nivel de servicio **“C”**.

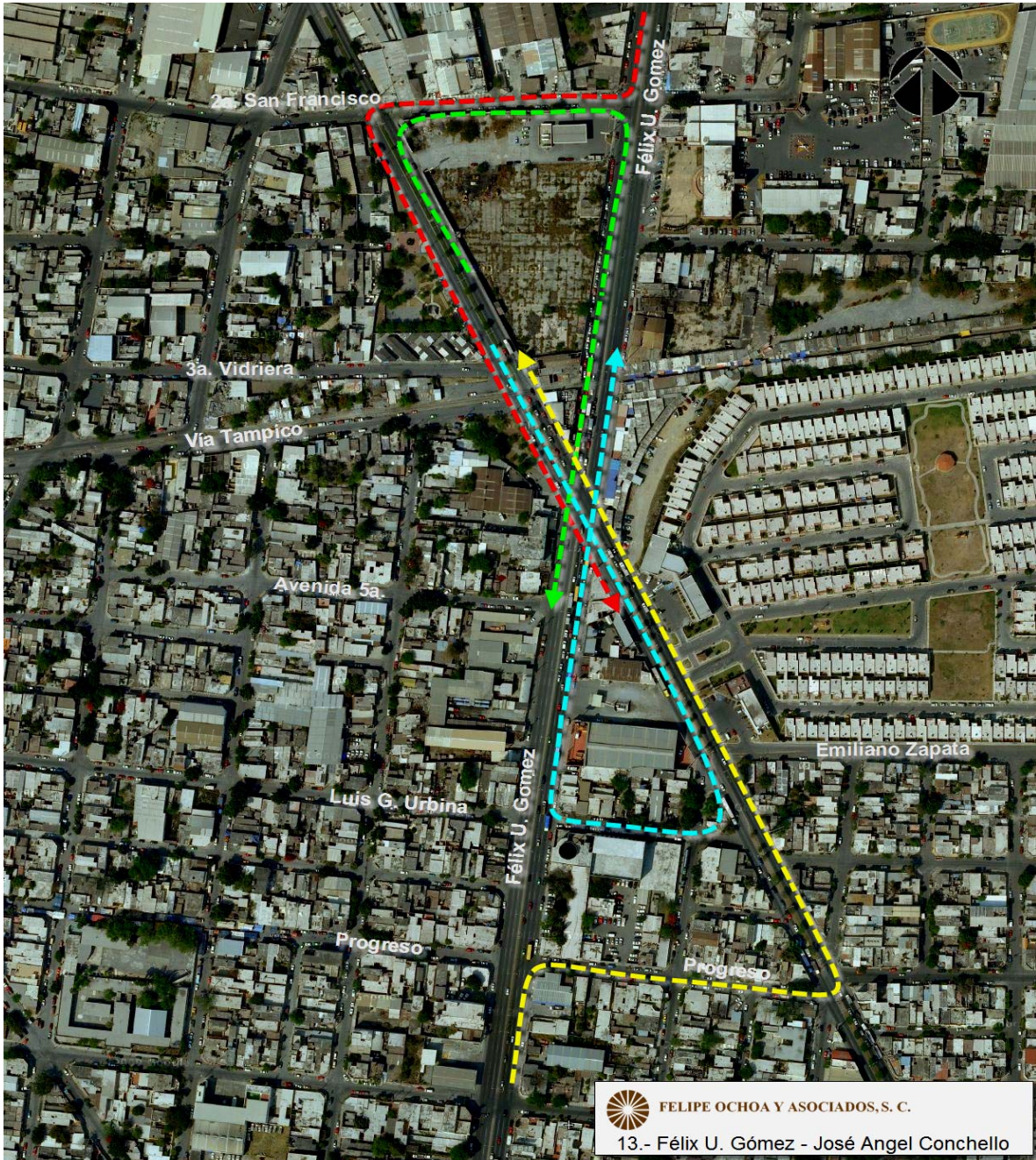


Figura No.5.18 Esquema de Operación de la Propuesta de Solución, para la Intersección de la Av. Félix U. Gómez con Av. José Ángel Conchello. (Fuente: Google Earth., 2012)

A partir del esquema anterior la propuesta de solución presenta las siguientes características principales:

- Se suprimen las vueltas izquierdas directas de todos los accesos y éstas se harán de manera indirecta conforme se indica en la Figura 5.18 anterior.
- En función de lo anterior, se dota de un carril más a todos los accesos, ya que los que se utilizaban para las vueltas izquierdas, ahora se adicionaran a los de frente; para dejar la intersección como se muestra en la Figura No. 5.19, al finalizar ésta relación de características.
- Se reduce el número de fases, se propone opere solo con dos fases
- Colocación de Señalamiento Horizontal y vertical adecuado.



Figura Núm. 5.19 Propuesta de Solución Geométrica, para la Intersección de la Av. Félix U. Gómez con la Av. José Ángel Conchello. (Fuente: Google Earth., 2012)

Intersección 14. Av. Félix U. Gómez con la Av. Cristóbal Colón.

Esta intersección es de gran relevancia, ya que sobre la Av. Cristóbal Colón, corre la Línea 1 del Metro; por lo que habrá que esperar que se presenten intercambio de líneas ya sea en ésta intersección o próxima a ella.

Al igual que la intersección anterior, sus condiciones de operación actual son ciertamente deficientes, reflejadas en un nivel de servicio “F”, como se indica en el Cuadro Núm. 5.1 del presente reporte, el cual se manifiesta de ésta forma derivado de los altos volúmenes de tránsito en cada uno de los accesos que la conforman, aunado a la ausencia de señalamiento horizontal adecuado. Como en otros casos, no todos los accesos presentan el mismo nivel de servicio, sin embargo el acceso que rige la deficiencia en el nivel de servicio de la intersección es el oriente - Av. Cristóbal Colón -.

Por lo que sería conveniente el dotar de una mayor capacidad a dicho acceso, sin embargo las condiciones físicas y de uso de suelo totalmente consolidado, aunado a la presencia de la estructura que soporta la Línea 1, imposibilita el ampliar el número de carriles para dotar de mayor capacidad a la Av. Cristóbal Colón.

En virtud de ello, la propuesta de solución que resultó más conveniente, después de haber analizado varias opciones, es la que se muestra en la Figura No. 5.20, a continuación, en la que se muestra el movimiento de Vuelta Izquierda Indirecta, para suplir la vuelta izquierda directa del flujo que circula por la Av. Félix U. Gómez de sur a norte y desea dirigirse hacia el poniente por la Av. Cristóbal Colón.

Esta adecuación en los movimientos direccionales que se presentan actualmente, implica que el nivel de servicio se mejore en el acceso oriente y por consecuencia en la intersección, llevándola ahora a condiciones de operación que la colocan en un nivel de servicio “D”.



Figura Núm. 5.20 Esquema de Operación de la Propuesta de Solución, para la Intersección de la Av. Félix U. Gómez con Av. Cristóbal Colón. (Fuente: Google Earth., 2012)

A partir del esquema anterior la propuesta de solución presenta las siguientes características principales:

- Se suprime la vuelta izquierda directas del acceso oriente y ésta se hará de manera indirecta conforme se indica en la *Figura 5.20*, a través de la calle Ramón Treviño y Augusto Melgar, para incorporarse hacia Cristóbal Colón con dirección al poniente.
- En función de lo anterior, se hace un ajuste en el número de carriles para los accesos sur y norte, ya que se implanta un camellón central que alojará las columnas que soportaran la estructura del nuevo sistema de transporte colectivo.
- Los accesos sur y norte se proponen con tres carriles y el acceso oriente con cinco carriles, cuatro de frente y uno para la vuelta izquierda para el flujo con

dirección al sur; para dejar la intersección como se muestra en la Figura No. 5.21, al finalizar ésta relación de características.

- Se reduce el número de fases, se propone opere solo con dos fases.
- Colocación de Señalamiento Horizontal y vertical adecuado.



Figura Núm. 5.21 Propuesta de Solución Geométrica, para la Intersección de la Av. Félix U. Gómez con la Av. Cristóbal Colón. (Fuente: Google Earth., 2012)

Intersección 15. Av. Félix U. Gómez con la Av. Francisco I. Madero.

En ésta intersección cuyas condiciones de operación actual son aceptables, ya que su nivel de servicio es “C”, como se indica en el Cuadro Núm. 5.1 del presente reporte, sin embargo, dada la presencia de la futura Línea 3, es necesario dotar de un camellón central a la Av. Félix U. Gómez, de forma tal que se alojen en éste las columnas de soporte de la estructura de la futura Línea 3. Lo anterior incidirá en la operación del

crucero y por lo tanto habrá que restituir las condiciones de operación que le permitan operar en condiciones similares a las actuales.

En virtud de ello, la propuesta de solución que resultó más conveniente, después de haber analizado varias opciones, es la que se muestra en la Figura No. 5.22, a continuación, en la que se muestra el movimiento de Vuelta Izquierda Indirecta, para suplir la vuelta izquierda directa del flujo que circula por la Av. Félix U. Gómez de norte a sur y desea dirigirse hacia el oriente por la Av. Francisco I. Madero. Esta adecuación en uno de los movimientos direccionales que se presentan actualmente, así como la adecuación del número de carriles, tanto en los accesos norte y sur - Av. Félix U. Gómez - ; asociado al ajuste de fases y tiempos de verde en el semáforo, consiguen que el nivel de servicio en la intersección se mantenga en “C”.



Figura No.5.22 Esquema de Vuelta Izquierda Indirecta de la Propuesta de Solución, para la Intersección de la Av. Félix U. Gómez con Av. Francisco I. Madero. (Fuente: Google Earth., 2012)

A partir del esquema anterior la propuesta de solución presenta las siguientes características principales:

- Se suprime la vuelta izquierda directa del acceso norte hacia el oriente y ésta se hará de manera indirecta conforme se indica en la Figura No. 5.22, a través de la calle Reforma y Joaquín G. Leal, para incorporarse hacia Francisco I. Madero con dirección al oriente.
- Ajustar el número de carriles para los accesos sur y norte, ya que se implanta un camellón central que alojará las columnas que soportaran la estructura del nuevo sistema de transporte colectivo.
- Los accesos sur y norte se proponen con tres carriles cada uno y el acceso oriente con seis carriles, cuatro de frente, uno para la vuelta izquierda para el flujo con dirección al norte y uno más para la vuelta derecha con dirección al sur, para dejar la intersección como se muestra en la Figura No. 5.23, al finalizar ésta relación de características.
- Retira el camellón existente sobre la Av. Francisco I. Madero, tanto del lado oriente, como del lado poniente en una distancia aproximada de 100.0 m antes y después del cruce con la Av. Félix U. Gómez.
- Se reduce el número de fases, se propone opere solo con dos fases.
- Colocación de Señalamiento Horizontal y vertical adecuado.

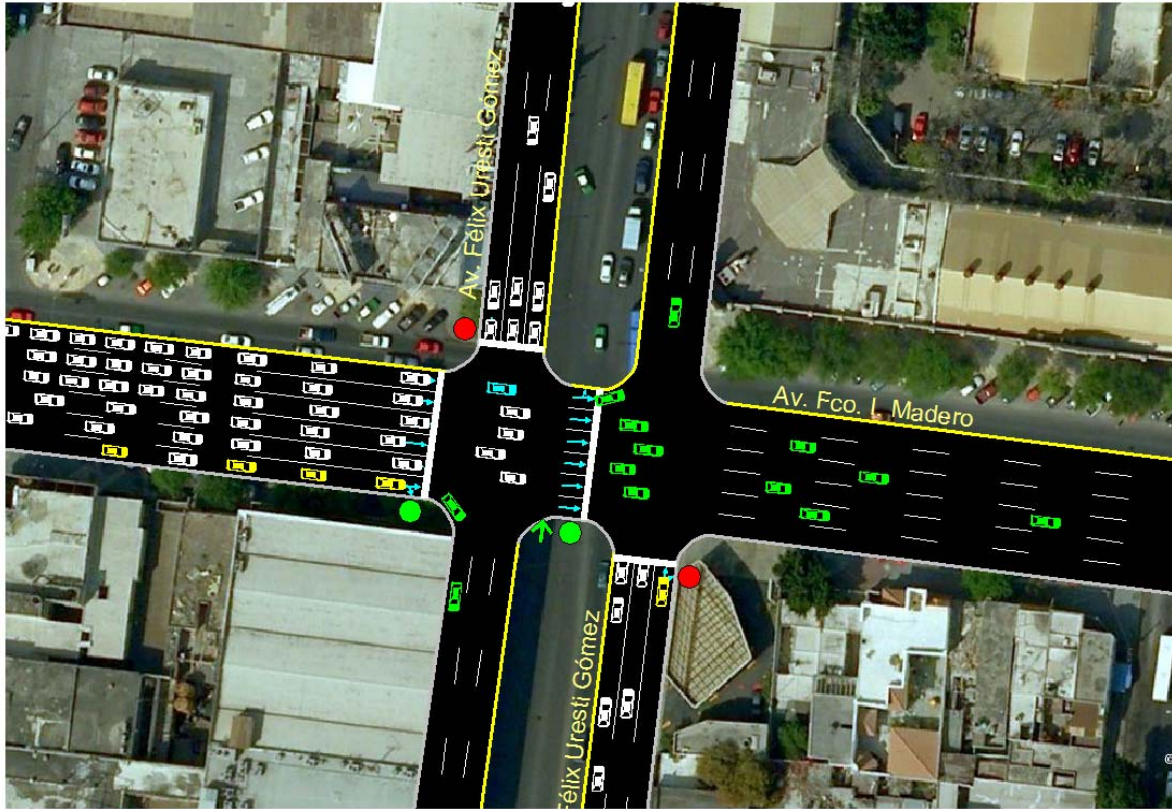


Figura Núm. 5.23 Propuesta de Solución Geométrica, para la Intersección de la Av. Félix U. Gómez con la Av. Francisco I. Madero. (Fuente: Google Earth., 2012)

Intersección 16. Av. Félix U. Gómez con la Av. José María Arteaga Ote.

Esta intersección actualmente no presenta conflictos de operación, como lo muestra su nivel de servicio “B” (ver cuadro 19); así como tampoco de proyecto con la operación del nuevo sistema de transporte de la futura Línea 3, ya dicho nivel de servicio se mantendrá en ésta.

Por lo tanto las mejoras a esta intersección se circunscriben a la colocación de adecuado señalamiento horizontal en la misma, como se muestra en la Figura No. 5.24 a continuación:

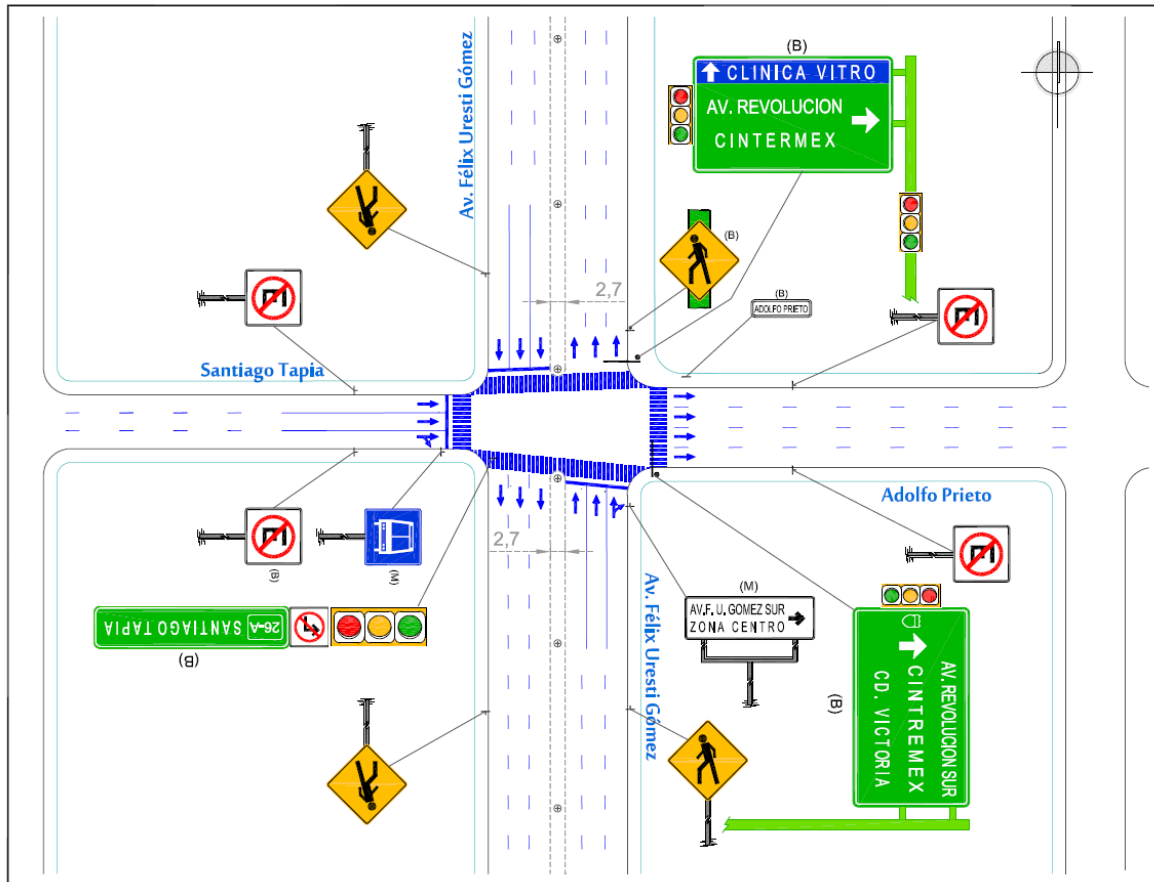


Figura Núm. 5.24 Esquema ejemplo de Propuesta de Señalamiento para aplicar a Intersecciones 16, 17, 18 y 19. (Fuente: F.O.A.,S.C., 2011)

Intersección 17. Av. Félix U. Gómez con la Calle Carlos Salazar Pte.

Al igual que la intersección anterior; ésta intersección no presenta actualmente conflictos de operación, como se indica en el Cuadro Núm. 5.1, la cual muestra un nivel de servicio "B" tanto en condiciones actuales como de proyecto; es decir; aún con la operación del nuevo sistema de transporte de la futura Línea 3, el nivel de servicio se mantendrá en ésta.

Por lo tanto las mejoras que se proponen para esta intersección se circunscriben a la colocación de adecuado señalamiento horizontal en la misma, siguiendo el ejemplo mostrado en la intersección anterior y que se indica en la Figura No. 5.24

Intersección 18. Av. Félix U. Gómez con la Calle Isaac Garza.

Si bien ésta intersección es la que presenta condiciones de operación más desfavorables de las cuatro últimas antes del final del tramo de la futura Línea 3, esto es derivado fundamentalmente de un inapropiado manejo de fases y ciclo del semáforo, lo que origina que el nivel de servicio para ésta presente dos condiciones, “**B**” en las HMD AM y “**D**” en las HMD PM.

En virtud de ello se analizaron algunas opciones modificando tanto fases como ciclos y se obtuvo una opción más adecuada para ello, logrando con esto elevar el nivel de servicio en la intersección hasta “**B**” tanto en los periodos AM como en los periodos PM.

Por lo tanto la propuesta de solución para ésta intersección solo contemplará la aplicación de:

- Ajuste de tiempos de verde de las fases del semáforo.
- Colocación de Señalamiento Horizontal adecuado, siguiendo el ejemplo mostrado anteriormente en la *Figura 5.24*

Intersección 19. Av. Félix U. Gómez con la Calle Isaac Garza.

Esta es la última intersección de las 19 definidas como importantes a lo largo de la trayectoria de la futura Línea 3.

Por otra parte sus condiciones de operación actual son aceptables, ya que su nivel de servicio es “**C**”, como se indica en el Cuadro Núm. 5.1 del presente reporte, sin embargo, dada la presencia de la futura Línea 3, al igual que en todas aquellas intersecciones a partir de la Av. Cristóbal Colón con dirección hacia el sur (Av. Constitución), es necesario dotar de un camellón central a la Av. Félix U. Gómez, de forma tal que se alojen en éste las columnas de soporte de la estructura de la futura Línea 3.

Esto incidirá en la operación del cruce y por lo tanto habrá que restituir las condiciones de operación que le permitan operar en condiciones similares a las actuales.

En virtud de ello y una vez analizadas varias opciones, la propuesta de solución más conveniente, se limita al igual que en la intersección anterior; a lo siguiente:

- Ajustar el número de carriles para los accesos sur y norte, ya que se implantará un camellón central que alojará las columnas que soportaran la estructura del nuevo sistema de transporte colectivo. Este ajuste implica que se dispongan de tres carriles para cada acceso.
- Se deberán de ajustar los tiempos de las fases, así como el ciclo del semáforo.

Colocación de Señalamiento Horizontal adecuado, siguiendo el ejemplo mostrado anteriormente en la Figura No. 5.24

La implementación de estas medidas acciones consiguen el mejorar sustancialmente el nivel de servicio en la Intersección, la cual del “C” actual, se eleva hasta el “B” en condiciones de proyecto.

5.2. Soluciones en tramo de vialidad coincidente

Como se comentó tanto en el capítulo 5, como 6 del presente reporte, tres de los cuatro tramos en los que se dividió a la vialidad coincidente a lo largo de la trayectoria de la futura Línea 3, presentan niveles de servicio más que aceptables, resultando solo uno de ellos con un nivel de servicio desfavorable, atendiendo a la clasificación que se indica en el Cuadro Núm. 2.17 del presente reporte.

Dadas las características físicas y operacionales de los cuatro tramos, así como los resultados de los análisis de capacidad de cada uno de estos, la propuesta de solución que se detectó resulta muy sencilla de aplicar y cumple cabalmente con la premisa de ofrecer un alto impacto a un bajo costo.

Por lo tanto los Niveles de Servicio determinados por los análisis de capacidad realizados en cada uno de los tramos se podrá conserva al recuperar el carril utilizado para alojar el nuevo sistema; al restringir el estacionamiento en ambas aceras, otro factor que contribuirá a mejorar la actual operación es sin lugar a duda las mejoras propuestas en las

principales intersecciones consideradas como de mayor influencia al proyecto entre las cuales podemos mencionar:

- Reducción de la longitud de ciclo.
- Optimización de las fases y mejores niveles de servicio.
- Reducción de las demoras por acceso y por intersección.
- Mejoras geométricas.
- Mejoramiento del señalamiento horizontal y vertical en intersecciones.
- Reubicar las paradas del transporte público en al menos 60.0 metros antes o después de la intersección.

Finalmente otra acción que contribuiría a mejorar el nivel de servicio en todo el corredor sería realizar un proyecto de sincronización y coordinación de semáforos.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Una vez concluidos los estudios, así como los análisis respectivos, podemos establecer una serie de conclusiones al respecto, las cuales deberán de tenerse presentes para estudios futuros o bien desarrollo de proyectos ejecutivos, relacionados con la vialidad coincidente con la futura Línea 3.

Estas conclusiones las podríamos estructurar en dos grupos:

➤ **CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO.**

➤ **CONCLUSIONES DE PROYECTO.**

CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO

A continuación se indicaran las conclusiones que se desprenden del Diagnóstico realizado a las condiciones de operación actual de la vialidad coincidente con la futura Línea 3.

1. Las intersecciones seleccionadas que cruzan la vialidad coincidente, efectivamente son las más relevantes a lo largo del tramo por el que correrá la futura Línea 3.
2. Las condiciones físicas y operacionales de las intersecciones, así como del tramo, presentan algunas carencias que inciden en la operatividad del tramo, tales como: paradas de autobuses mal ubicadas, estacionamiento en vía pública, ciclos de semáforos mal balanceados, ausencia de señalamiento horizontal, señalamiento vertical insuficiente, etc.

3. Los niveles de servicio encontrados en **12** de las 19 intersecciones, muestran una operación muy deficiente de los cruceros al alcanzar en prácticamente la totalidad de ellas un nivel **“F”**, **en virtud de los inadecuados tiempos de verde que se manifiestan en las fases de algunos de los accesos, es decir en una inadecuada distribución de los mismos en función de los volúmenes de tránsito que se presentan en ellos**, solo se encontraron con un nivel de servicio **“B”** o **“C”**, las intersecciones No. **5, 8 y 15, 16, 17, 18 y 19**.

4. Los niveles de servicio encontrados en el tramo, son adecuados, excepto el tramo sobre la **Av. Félix U. Gómez, de: Av. Constitución a Av. Cd. De Los Ángeles**, el cual se encuentra operando en un nivel de servicio **“D”**.

CONCLUSIONES DE PROYECTO.

Una vez realizados los análisis en condiciones de proyecto, implementando para ello las propuestas de solución en cada una de las 19 Intersecciones principales a lo largo de la trayectoria de la futura Línea 3, los resultados obtenidos, son ciertamente adecuados, como se muestra en el Cuadro Núm. 6.1, a continuación:

ID	INTERSECCION	PERIODO (H.M.D.)	ACCESO	NOMBRE ACCESO	SITUACION ACTUAL			N.º GENERAL INTERSECCION	CON PROYECTO			N.º GENERAL INTERSECCION		
					DEB.DRA.º POR ACCESO (V.S.)	LONG. DE COLA POR ACCESO (mts)	N.º. POR ACCESO		DEB.DRA.º POR ACCESO (V.S.)	LONG. DE COLA POR ACCESO (mts)	N.º. POR ACCESO		CIUOLO TOTAL (V.S.)	
AB-02	CALLE 101A AL NOROCCIDENTAL DE LA AV. RÓMULO GARZA	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	461		F	F	31.2	332	F	1.20	F	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	31.0			E	33.0	330			F
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.2	330			E
AB-03	CALLE 101A AL NOROCCIDENTAL DE LA AV. RÓMULO GARZA	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	327		F	F	31.2	330	F	1.20	C	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	32.0			F	32.0				E
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	30.0				E
AB-04	AV. RÓMULO GARZA ENTRE CALLES LAS YUNCAS	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0		F	F	41.1	330	D	1.0	B	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	41.1	330			D
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	41.1	330			D
AB-05	AV. RÓMULO GARZA	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0	45.0	D	C	41.1	420	D	1.0	B	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			E	41.1	330			E
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			E	41.1	330			E
AB-06	AV. RÓMULO GARZA	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0	30.0	D	F	31.7	330	E	1.0	B	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.7	330			E
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.7	330			E
AB-07	AV. RÓMULO GARZA	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0	30.0	F	F	30.0	330	F	1.0	F	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	30.0	330			F
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	30.0	330			F
AB-08	AV. RÓMULO GARZA - CALLE LAS YUNCAS	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0		F	C	31.2	330	E	1.0	C	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			E	31.2	330			E
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			E	31.2	330			E
AB-09	AV. RÓMULO GARZA	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0	30.0	F	F	31.7	330	E	1.0	B	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			E	31.7	330			E
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			E	31.7	330			E
AB-10	AV. RÓMULO GARZA	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0	30.0	F	F	31.7	330	E	1.0	C	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.7	330			E
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.7	330			E
AB-11	AV. RÓMULO GARZA	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0	30.0	F	F	31.7	330	E	1.0	D	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.7	330			E
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.7	330			E
AB-12	AV. RÓMULO GARZA	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0	30.0	F	F	31.7	330	E	1.0	C	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.7	330			E
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.7	330			E
AB-13	AV. RÓMULO GARZA	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0	30.0	F	F	31.7	330	E	1.0	D	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.7	330			E
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.7	330			E
AB-14	AV. RÓMULO GARZA	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0	30.0	F	F	31.7	330	E	1.0	C	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.7	330			E
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.7	330			E
AB-15	AV. RÓMULO GARZA	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0	30.0	F	F	31.7	330	E	1.0	D	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.7	330			E
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.7	330			E
AB-16	AV. RÓMULO GARZA	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0	30.0	F	F	31.7	330	E	1.0	D	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.7	330			E
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.7	330			E
AB-17	AV. RÓMULO GARZA	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0	30.0	F	C	31.7	330	E	1.0	C	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.7	330			E
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.7	330			E
AB-18	AV. RÓMULO GARZA	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0	30.0	F	B	VERDOL			1.0	B	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	VERDOL				
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	VERDOL				
AB-19	AV. RÓMULO GARZA	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0	30.0	F	A	VERDOL			1.0	A	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	VERDOL				
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	VERDOL				
AB-20	AV. RÓMULO GARZA	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0	30.0	F	C	31.1	330	E	1.0	B	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.1	330			E
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.1	330			E
AB-21	AV. RÓMULO GARZA	AM	ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0	30.0	F	C	31.1	330	E	1.0	B	
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.1	330			E
				ACCESO	AV. RÓMULO GARZA	30.0			F	31.1	330			E

Cuadro Núm. 6.1 Niveles de Servicio de Proyecto en las Intersecciones Principales. (Fuente: F.O.A., S.C., 2011)

Como se aprecia en el Cuadro Núm. 6.1, únicamente las intersecciones No. 2 y 7, aún con la propuesta de solución, su nivel de servicio no mejora sustantivamente, derivado principalmente a la falta de capacidad (número de carriles) ya sea en la vialidad transversal o bien como en el caso de la intersección No. 7, a la falta de capacidad en las laterales de los cuerpos principales de la Av. Rómulo Garza, dicha capacidad se tendría que lograr aumentando la sección transversal, para ello se tendrían que hacer

afectaciones a predios e inmuebles, así como obras mayores, redundando esto en grandes costos de obra y por lo tanto no factibles dentro de las premisas de proyecto establecidas de inicio.

Así mismo y como resultado de las propuestas de solución presentadas, se verificó el ahorro que se conseguiría con dichas propuestas en cada una de las intersecciones estudiadas, lográndose en algunos casos ahorros significativos, como lo muestra la gráfica de la Figura No. 6.1, a continuación.

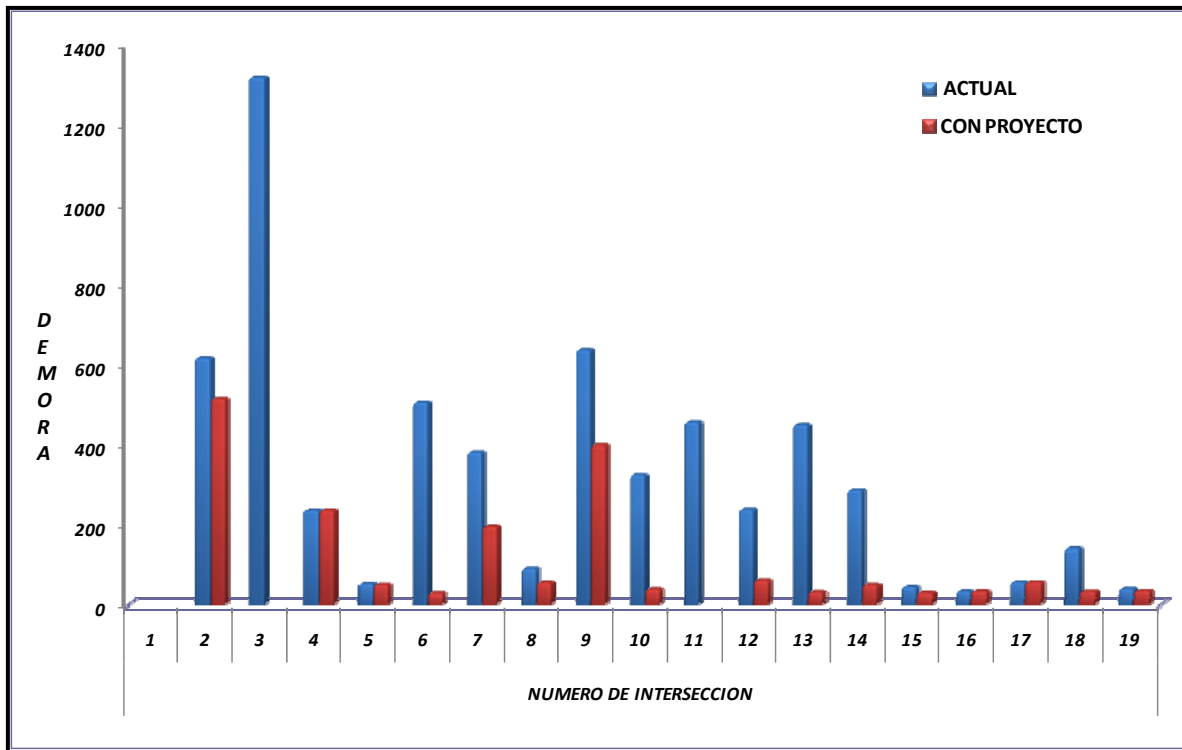


Figura Núm. 6.1 Gráfica Comparativa de Demoras por Intersección. (Fuente: F.O.A.,S.C., 2011)

Estos ahorros, los cuales se presentan principalmente en las la mayoría de las vialidades que cruzan a la vialidad coincidente, refuerzan el hecho de que las soluciones propuestas son adecuadas y la presencia del nuevo sistema de transporte masivo, como lo será la futura Línea 3, no incidirán negativamente en la vialidad citada.

Finalmente, el adoptar e implementar las soluciones propuestas en el presente estudio, conllevarán a una adecuada convivencia de los diferentes medios de transporte que

circularán por la vialidad coincidente a lo largo de la trayectoria proyectada para la futura Línea 3, como el caso que se propuso para la intersección No. 3, de la Carretera a Miguel Alemán y la Av. Rómulo Garza y la Av. Acapulco, como se muestra en la siguiente Figura No. 6.2, a continuación:

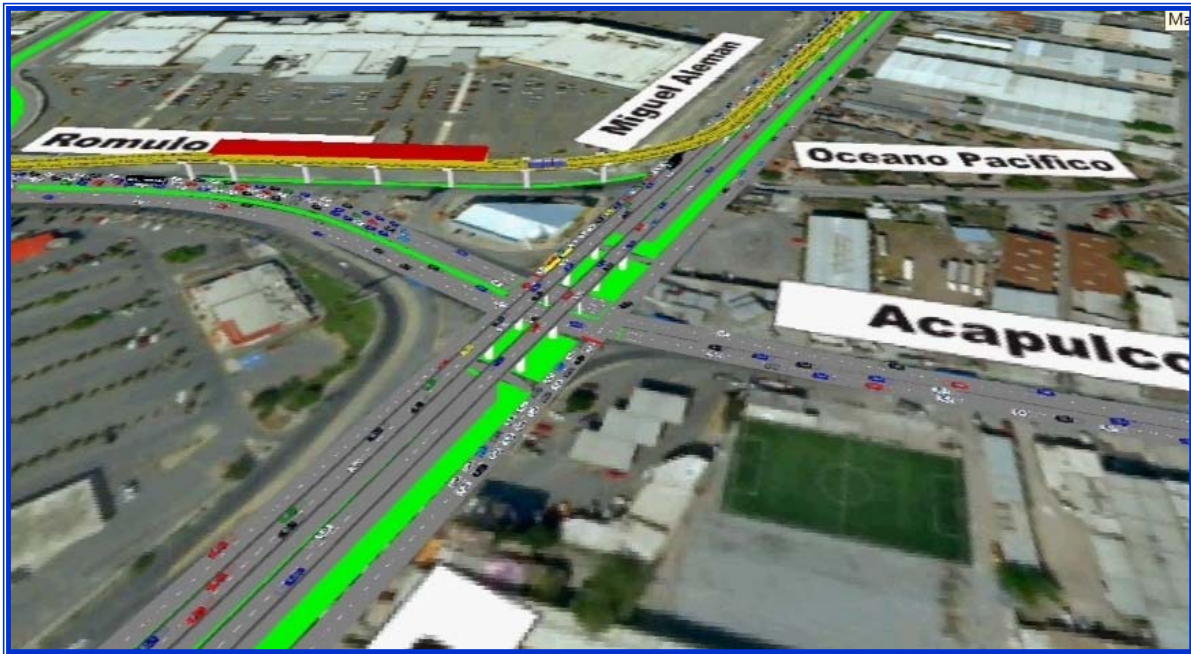


Figura Núm. 6.2 Vista Aérea 3D, de la simulación realizada en la Intersección de la Carretera a Miguel Alemán con la Av. Rómulo Garza y la Av. Acapulco. (Fuente: F.O.A.,S.C., 2011)

6.2. Recomendaciones

Una vez concluidas las actividades inherentes al estudio que se presenta, es conveniente que se tengan presentes una serie de situaciones, que se observaron durante la realización de los trabajos, las cuales en nuestra opinión no se deberán dejar de lado y por lo tanto las exponemos a continuación.

- A. Será conveniente que se analice y evalúe con mayor detalle la posibilidad de que el acceso y salida del nuevo sistema a sus instalaciones principales como lo serán su estación terminal y su área de talleres, se pueda hacer a desnivel, preferentemente en solución elevada y con un movimiento de retorno, de forma

tal de asegurar el que no se vayan a presentar accidentes sobre la carretera a Miguel Alemán en ninguno de sus sentidos de circulación.

- B. En el caso de las intersecciones que aún con la propuesta señalada, sus niveles de servicio no mejoran sustantivamente, consideramos pertinente el que se estudie y analice con mayor detalle la posibilidad de hacer afectaciones que permitan ampliar las secciones transversales de los accesos que son insuficientes, así como contemplar obras mayores que den cabida a nuevas estructuras para una mejor operación de las intersecciones citadas.
- C. Caso concreto la Intersección 3 ubicada en el cruce de la Carretera a Miguel Alemán y la Av. Rómulo Garza - Av. Acapulco; la cual se considera conveniente el que se estudie a mayor profundidad una solución con desniveles, es decir que se prevea para una mayor vida útil de la misma en función de la vida útil del nuevo sistema de transporte colectivo como lo será la futura Línea 3, y la cual como ejemplo y mero punto de partida para ello, se considera factible el que se aproveche el mismo esquema planteado ahora a nivel, pero llevándola a desniveles de acuerdo a las siguientes características:
- Dejar los movimientos de frente y vuelta izquierda que circulen por la Av. Rómulo Garza hacia el oriente y norte a desnivel (subterránea); así como los mismos movimientos que circulen por la Av. Acapulco hacia el Oriente y Sur.
 - Mantener los movimientos de Frente y Vueltas Izquierdas que circulen de Norte a Sur y viceversa por las laterales de la Carretera a Miguel Alemán a nivel con semáforos en dos fases, revisando el ciclo más adecuado para ello.

➤ Dotar de las suficientes secciones transversales, tanto a laterales de la carretera a Miguel Alemán, así como a la Av. Acapulco, de forma tal que las incorporaciones y desincorporaciones de sus respectivas rampas para alcanzar los niveles de rasantes actuales en las zonas en las que esto sea necesario, no obstaculicen la buena operación de la solución. Esto implicará necesariamente que se lleven a cabo afectaciones tanto a construcciones como a predios, sin embargo se considera conveniente en función de la importancia y vida útil que deberá de tener el sistema de transporte y su vialidad coincidente.

- D. Así mismo y dado que en varios de los casos el servicio de transporte urbano incide seriamente en la operación de las intersecciones, evaluar la posibilidad de modificar derroteros o bien buscar espacios apropiados a través de hacer afectaciones en el uso del suelo actual que permitan ofrecer bahías adecuadas para los movimientos de ascenso- descenso que se requieran.
- E. Finalmente, será conveniente que en la definición final de la ubicación de las estaciones del nuevo sistema, éstas se localicen de ser posible alrededor de 200.0 m antes o después de los cruceros estudiados, de forma tal que los flujos de usuarios y medios de transporte que alimenten a dichas estaciones, no provoquen interferencias que alteren los niveles de servicio señalados de proyecto.
- F. Se recomienda equipar los cruceros semaforizados con fases para peatones, principalmente en las inmediaciones donde se localice alguna estación del nuevo sistema.
- G. Se concluye que el impacto del nuevo sistema en la operación del tránsito será mínimo en intersecciones y tramos de vialidad de aplicarse las recomendaciones planteadas en las propuestas de solución, siendo importante

mencionar que para el caso de la carretera Miguel Alemán la disminución de un carril por sentido tendrá efectos importantes en los niveles de servicio de no habilitar un nuevo carril.

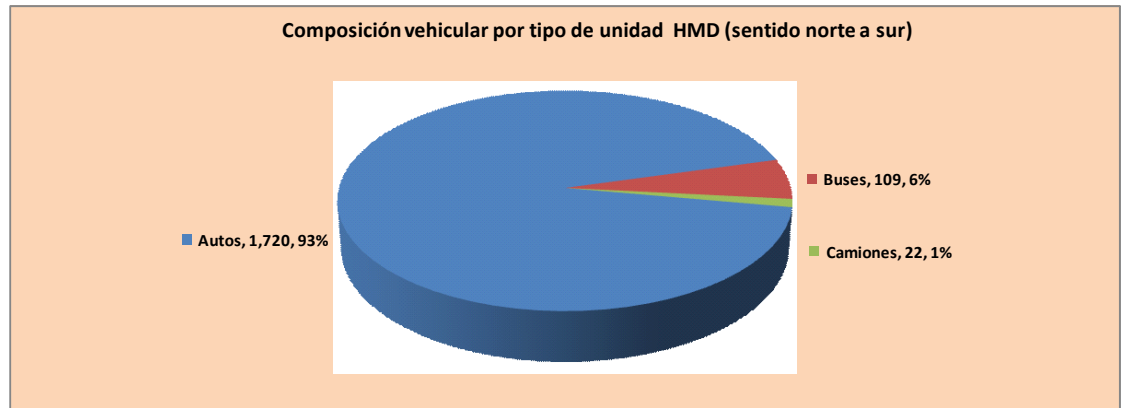
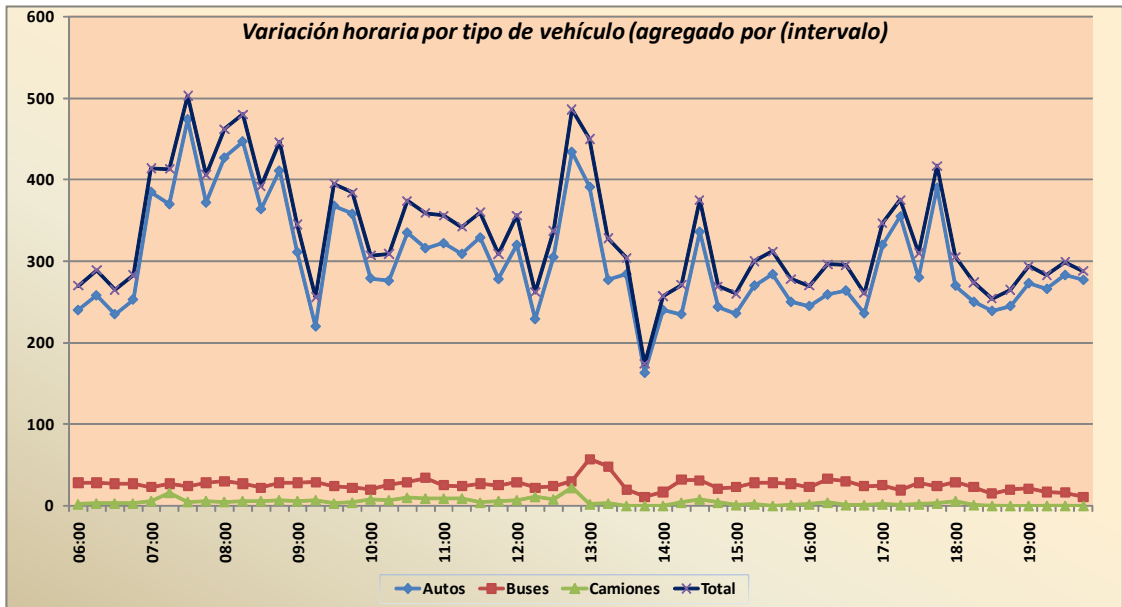
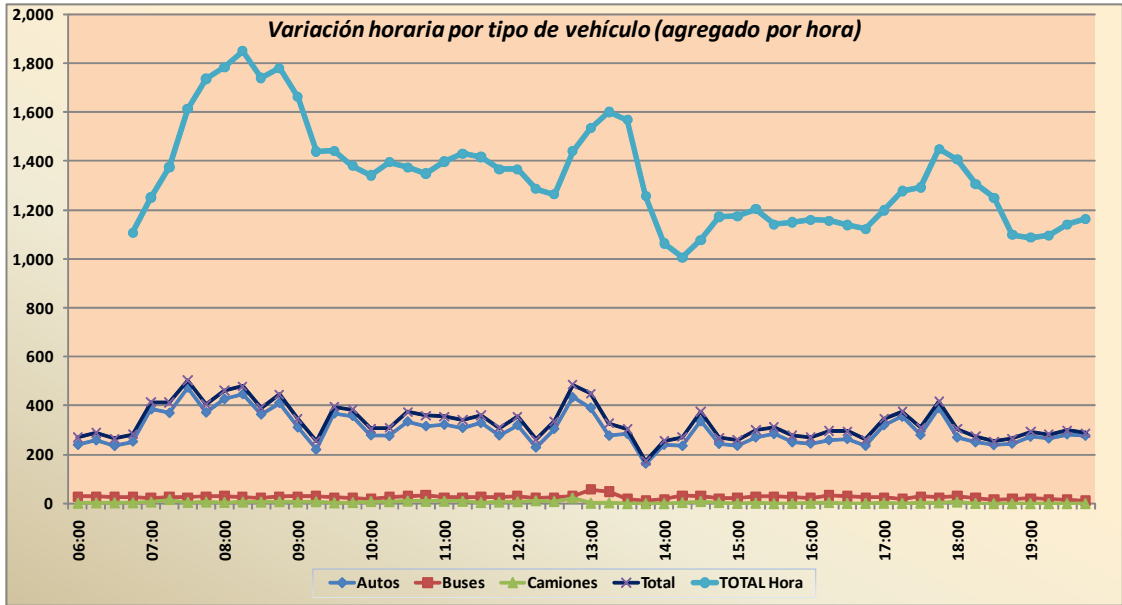
- H. La restricción del estacionamiento a lo largo de todo el corredor será de vital importancia para contrarrestar el efecto negativo que pudiera ocasionar la puesta en operación del nuevo sistema de transporte.

ANEXO 1

Ejemplo de Aforos en Estaciones Maestras

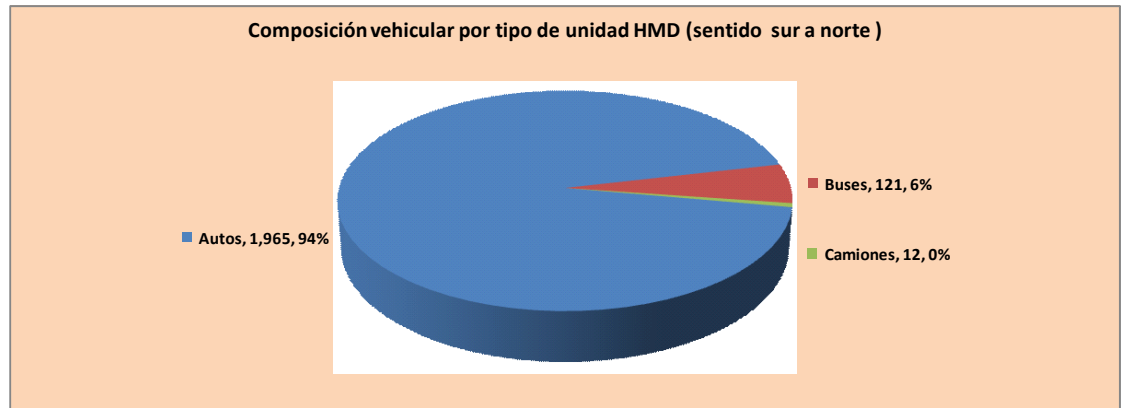
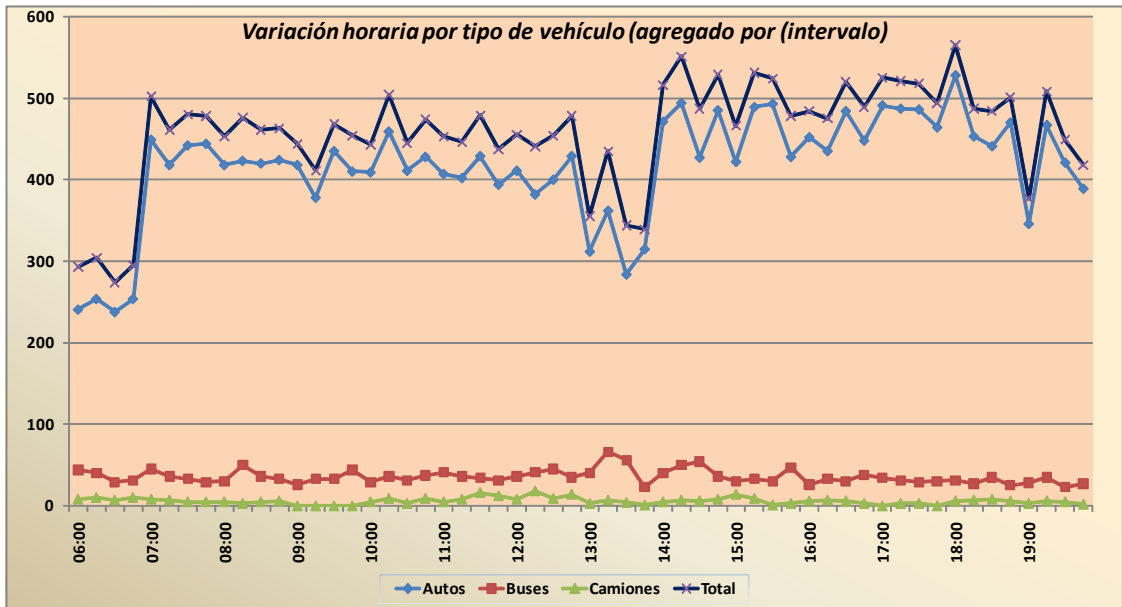
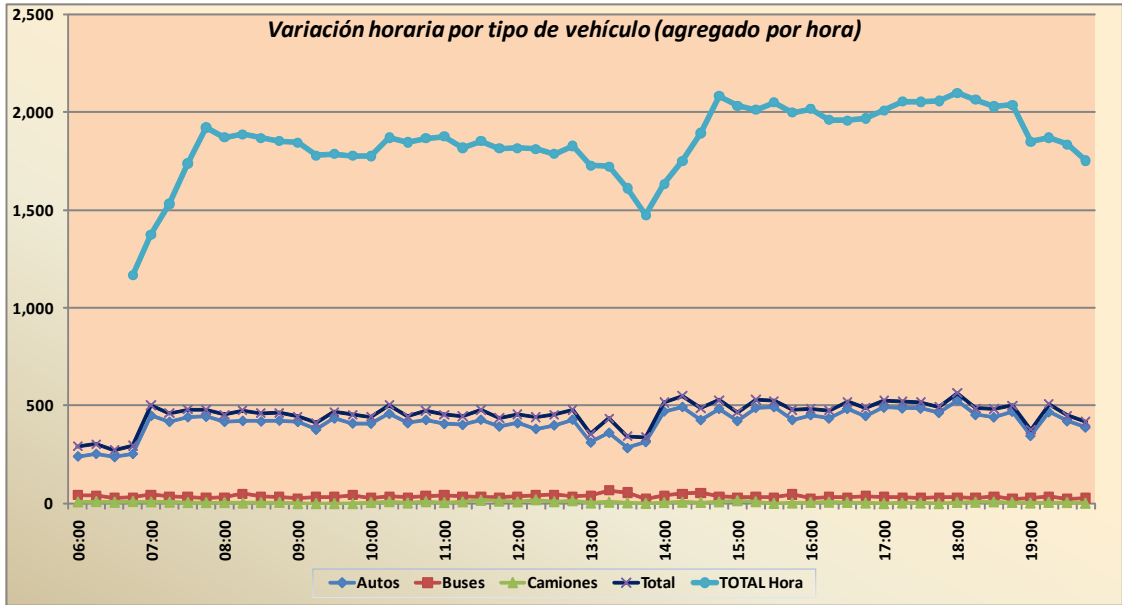
Estación: 1Ubicación: Av. Félix U. Gómez y Av. Francisco I. MaderoSentido: Norte a SurFecha: viernes, 29 de octubre de 2010

Inicia	Termina	A (Autos)	B (Camión)	B1 (Microbús)	B2 (Autobús Foráneo)	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	OTROS	TOTAL intervalo	TOTAL Hora
06:00	06:15	240	27	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	270	
06:15	06:30	258	25	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	289	
06:30	06:45	235	26	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	265	
06:45	07:00	253	26	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	283	1,107
07:00	07:15	385	22	1	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	414	1,251
07:15	07:30	370	26	1	0	15	1	0	0	0	0	0	0	0	413	1,375
07:30	07:45	474	22	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	503	1,613
07:45	08:00	372	27	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	406	1,736
08:00	08:15	427	28	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	462	1,784
08:15	08:30	447	26	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	480	1,851
08:30	08:45	364	21	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	392	1,740
08:45	09:00	411	25	2	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	446	1,780
09:00	09:15	311	26	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	345	1,663
09:15	09:30	220	28	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	256	1,439
09:30	09:45	368	22	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	395	1,442
09:45	10:00	358	21	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	384	1,380
10:00	10:15	279	19	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	307	1,342
10:15	10:30	276	24	2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	309	1,395
10:30	10:45	335	28	1	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	374	1,374
10:45	11:00	316	32	2	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	359	1,349
11:00	11:15	322	23	2	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	356	1,398
11:15	11:30	309	23	1	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	342	1,431
11:30	11:45	329	25	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	360	1,417
11:45	12:00	278	24	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	309	1,367
12:00	12:15	320	27	2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	356	1,367
12:15	12:30	229	21	1	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	262	1,287
12:30	12:45	305	23	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	337	1,264
12:45	13:00	434	27	2	1	20	2	0	0	0	0	0	0	0	486	1,441
13:00	13:15	391	44	9	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	450	1,535
13:15	13:30	277	41	7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	328	1,601
13:30	13:45	284	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	304	1,568
13:45	14:00	163	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	174	1,256
14:00	14:15	240	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	257	1,063
14:15	14:30	235	24	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	271	1,006
14:30	14:45	336	25	3	3	7	1	0	0	0	0	0	0	0	375	1,077
14:45	15:00	244	20	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	269	1,172
15:00	15:15	236	21	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	260	1,175
15:15	15:30	270	27	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	300	1,204
15:30	15:45	284	25	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	312	1,141
15:45	16:00	250	22	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	278	1,150
16:00	16:15	245	20	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	270	1,160
16:15	16:30	259	30	3	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	296	1,156
16:30	16:45	264	27	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	295	1,139
16:45	17:00	236	17	5	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	261	1,122
17:00	17:15	320	20	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	347	1,199
17:15	17:30	355	16	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	375	1,278
17:30	17:45	280	23	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	310	1,293
17:45	18:00	390	20	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	417	1,449
18:00	18:15	270	21	3	5	3	2	1	0	0	0	0	0	0	305	1,407
18:15	18:30	250	20	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	274	1,306
18:30	18:45	239	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	254	1,250
18:45	19:00	245	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	265	1,098
19:00	19:15	273	18	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	294	1,087
19:15	19:30	266	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	283	1,096
19:30	19:45	283	13	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	299	1,141
19:45	20:00	277	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	288	1,164
Total		16,887	1,291	108	39	219	26	1	0	0	0	0	0	0	18,571	1,851



Estación: 1Ubicación: Av. Félix U. Gómez y Av. Francisco I. MaderoSentido: Sur a NorteFecha: viernes, 29 de octubre de 2010

Inicia	Termina	A (Autos)	B (Camión)	B1 (Microbús)	B2 (Autobús Foráneo)	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	OTROS	TOTAL intervalo	TOTAL Hora
06:00	06:15	241	29	7	8	7	1	0	0	0	0	0	0	0	293	
06:15	06:30	254	36	3	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	304	
06:30	06:45	238	22	4	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	274	
06:45	07:00	254	24	5	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	295	1,166
07:00	07:15	449	30	11	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	502	1,375
07:15	07:30	418	27	8	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	461	1,532
07:30	07:45	442	27	4	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	480	1,738
07:45	08:00	444	23	6	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	478	1,921
08:00	08:15	418	23	5	2	4	0	0	1	0	0	0	0	0	453	1,872
08:15	08:30	423	38	9	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	476	1,887
08:30	08:45	420	26	6	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	461	1,868
08:45	09:00	424	25	7	1	5	0	0	1	0	0	0	0	0	463	1,853
09:00	09:15	418	22	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	444	1,844
09:15	09:30	378	26	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	411	1,779
09:30	09:45	435	27	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	468	1,786
09:45	10:00	410	34	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	454	1,777
10:00	10:15	409	20	7	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	443	1,776
10:15	10:30	459	28	8	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0	504	1,869
10:30	10:45	411	24	6	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	445	1,846
10:45	11:00	428	31	6	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	474	1,866
11:00	11:15	407	33	7	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	453	1,876
11:15	11:30	402	27	7	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	446	1,818
11:30	11:45	429	28	6	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	479	1,852
11:45	12:00	394	25	6	0	11	1	0	0	0	0	0	0	0	437	1,815
12:00	12:15	411	27	6	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	455	1,817
12:15	12:30	382	29	11	1	17	0	0	1	0	0	0	0	0	441	1,812
12:30	12:45	400	35	10	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	454	1,787
12:45	13:00	429	29	6	0	12	2	0	0	0	0	0	0	0	478	1,828
13:00	13:15	312	35	5	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	355	1,728
13:15	13:30	362	50	14	2	6	1	0	0	0	0	0	0	0	435	1,722
13:30	13:45	284	44	9	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	344	1,612
13:45	14:00	315	21	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	339	1,473
14:00	14:15	471	29	6	5	2	3	0	0	0	0	0	0	0	516	1,634
14:15	14:30	494	35	9	6	4	3	0	0	0	0	0	0	0	551	1,750
14:30	14:45	427	43	9	2	4	1	1	0	0	0	0	0	0	487	1,893
14:45	15:00	485	27	9	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	529	2,083
15:00	15:15	422	23	5	2	12	2	0	0	0	0	0	0	0	466	2,033
15:15	15:30	489	27	5	1	7	1	1	0	0	0	0	0	0	531	2,013
15:30	15:45	493	22	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	524	2,050
15:45	16:00	428	37	7	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	478	1,999
16:00	16:15	452	20	3	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	484	2,017
16:15	16:30	435	24	6	3	5	1	0	1	0	0	0	0	0	475	1,961
16:30	16:45	484	24	6	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	520	1,957
16:45	17:00	448	33	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	489	1,968
17:00	17:15	491	25	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	525	2,009
17:15	17:30	487	24	6	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	521	2,055
17:30	17:45	486	21	7	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	518	2,053
17:45	18:00	464	22	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	494	2,058
18:00	18:15	528	24	6	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	565	2,098
18:15	18:30	453	20	6	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	487	2,064
18:30	18:45	441	28	5	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	484	2,030
18:45	19:00	470	21	3	1	5	0	0	1	0	0	0	0	0	501	2,037
19:00	19:15	346	24	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	377	1,849
19:15	19:30	467	26	5	4	5	0	0	0	1	0	0	0	0	508	1,870
19:30	19:45	421	18	2	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	449	1,835
19:45	20:00	389	20	6	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	418	1,752
Total		23,271	1,542	349	100	295	28	4	6	1	0	0	0	0	25,596	2,098



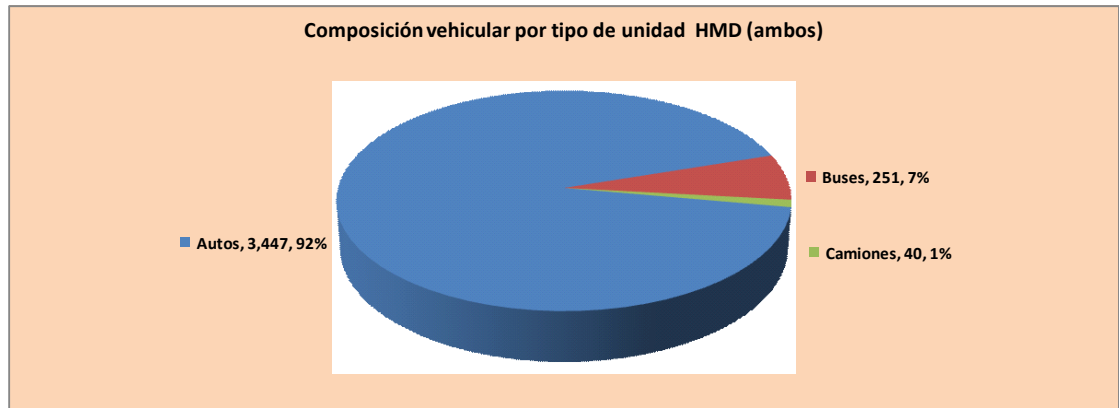
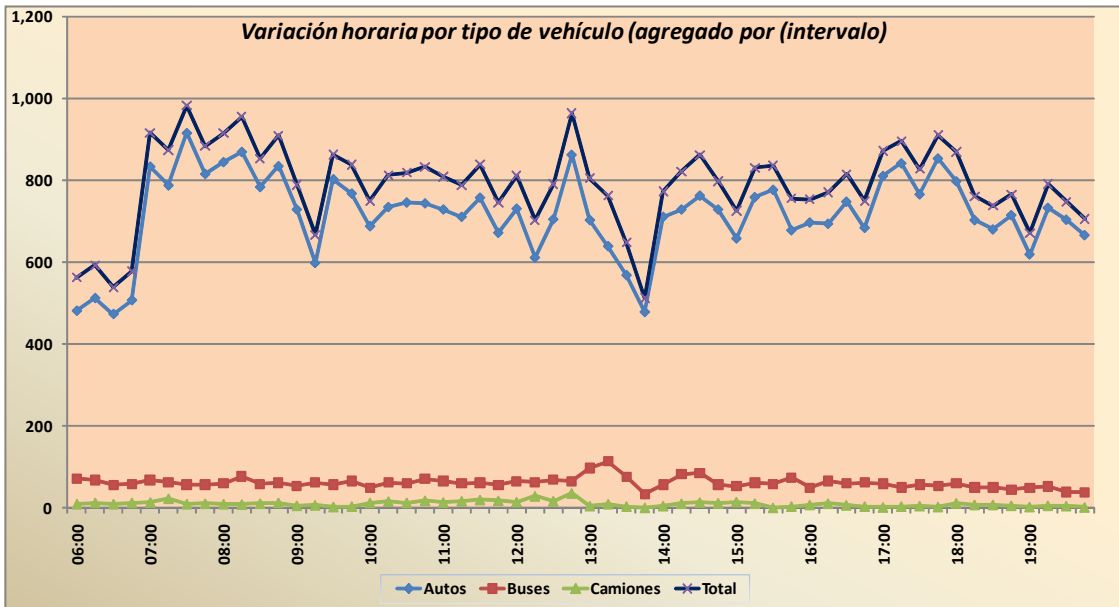
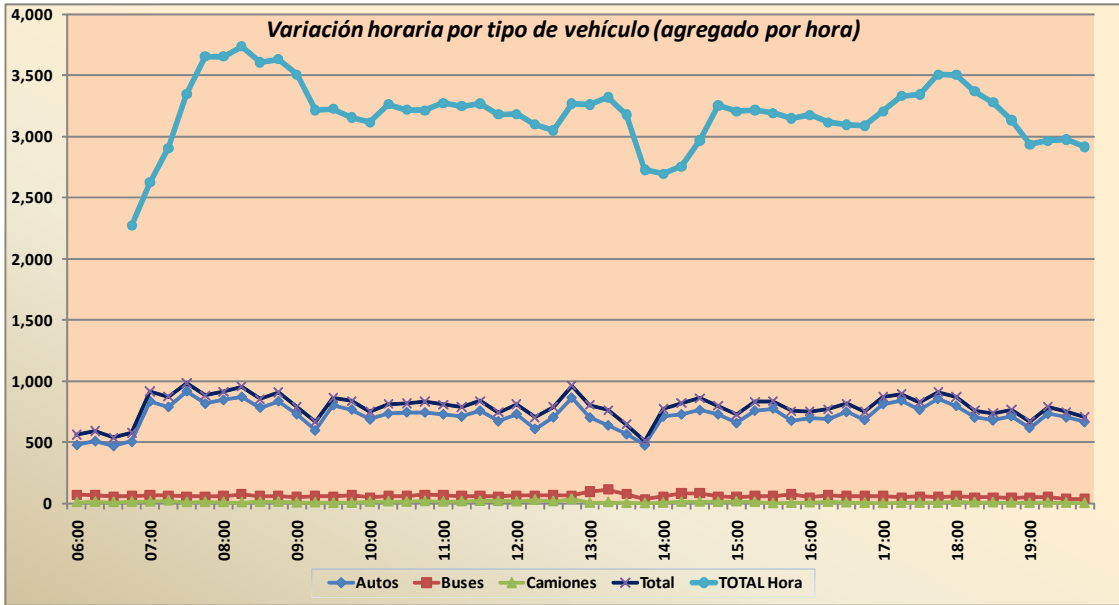
Estación: 1

Ubicación: Av. Félix U. Gómez y Av. Francisco I. Madero

Sentido: Ambos

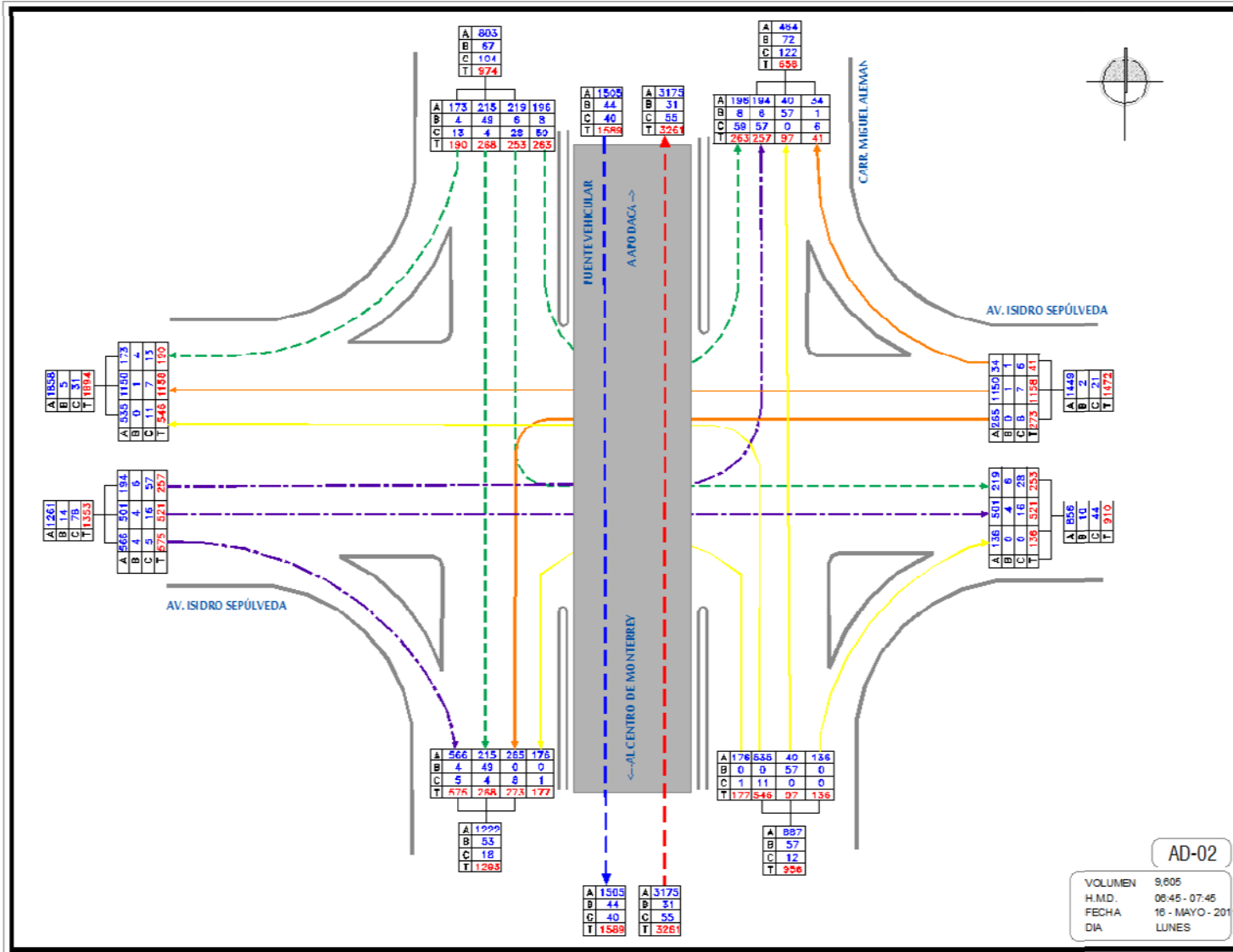
Fecha: viernes, 29 de octubre de 2010

Inicia	Termina	A (Autos)	B (Camión)	B1 (Microbús)	B2 (Autobús Foráneo)	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	OTROS	TOTAL intervalo	TOTAL Hora
06:00	06:15	481	56	8	8	9	1	0	0	0	0	0	0	0	563	
06:15	06:30	512	61	6	1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	593	
06:30	06:45	473	48	5	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0	539	
06:45	07:00	507	50	6	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	578	2,273
07:00	07:15	834	52	12	4	13	1	0	0	0	0	0	0	0	916	2,626
07:15	07:30	788	53	9	1	22	1	0	0	0	0	0	0	0	874	2,907
07:30	07:45	916	49	6	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	983	3,351
07:45	08:00	816	50	7	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	884	3,657
08:00	08:15	845	51	7	2	9	0	0	1	0	0	0	0	0	915	3,656
08:15	08:30	870	64	10	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	956	3,738
08:30	08:45	784	47	7	4	11	0	0	0	0	0	0	0	0	853	3,608
08:45	09:00	835	50	9	2	12	0	0	1	0	0	0	0	0	909	3,633
09:00	09:15	729	48	5	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	789	3,507
09:15	09:30	598	54	7	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	667	3,218
09:30	09:45	803	49	7	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	863	3,228
09:45	10:00	768	55	9	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	838	3,157
10:00	10:15	688	39	8	2	12	1	0	0	0	0	0	0	0	750	3,118
10:15	10:30	735	52	10	0	15	0	0	1	0	0	0	0	0	813	3,264
10:30	10:45	746	52	7	1	12	1	0	0	0	0	0	0	0	819	3,220
10:45	11:00	744	63	8	0	14	4	0	0	0	0	0	0	0	833	3,215
11:00	11:15	729	56	9	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	809	3,274
11:15	11:30	711	50	8	2	15	2	0	0	0	0	0	0	0	788	3,249
11:30	11:45	758	53	8	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	839	3,269
11:45	12:00	672	49	7	0	17	1	0	0	0	0	0	0	0	746	3,182
12:00	12:15	731	54	8	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0	811	3,184
12:15	12:30	611	50	12	1	26	2	0	1	0	0	0	0	0	703	3,099
12:30	12:45	705	58	11	0	16	1	0	0	0	0	0	0	0	791	3,051
12:45	13:00	863	56	8	1	32	4	0	0	0	0	0	0	0	964	3,269
13:00	13:15	703	79	14	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	805	3,263
13:15	13:30	639	91	21	2	9	1	0	0	0	0	0	0	0	763	3,323
13:30	13:45	568	62	11	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	648	3,180
13:45	14:00	478	32	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	513	2,729
14:00	14:15	711	44	8	5	2	3	0	0	0	0	0	0	0	773	2,697
14:15	14:30	729	59	13	10	8	3	0	0	0	0	0	0	0	822	2,756
14:30	14:45	763	68	12	5	11	2	1	0	0	0	0	0	0	862	2,970
14:45	15:00	729	47	10	0	8	3	1	0	0	0	0	0	0	798	3,255
15:00	15:15	658	44	6	3	13	2	0	0	0	0	0	0	0	726	3,208
15:15	15:30	759	54	6	1	9	1	1	0	0	0	0	0	0	831	3,217
15:30	15:45	777	47	9	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	836	3,191
15:45	16:00	678	59	10	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	756	3,149
16:00	16:15	697	40	4	5	5	3	0	0	0	0	0	0	0	754	3,177
16:15	16:30	694	54	9	3	7	3	0	1	0	0	0	0	0	771	3,117
16:30	16:45	748	51	8	1	4	3	0	0	0	0	0	0	0	815	3,096
16:45	17:00	684	50	10	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	750	3,090
17:00	17:15	811	45	8	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	872	3,208
17:15	17:30	842	40	8	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	896	3,333
17:30	17:45	766	44	9	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	828	3,346
17:45	18:00	854	42	9	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	911	3,507
18:00	18:15	798	45	9	6	9	2	1	0	0	0	0	0	0	870	3,505
18:15	18:30	703	40	8	2	7	1	0	0	0	0	0	0	0	761	3,370
18:30	18:45	680	43	5	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	738	3,280
18:45	19:00	715	40	4	1	5	0	0	1	0	0	0	0	0	766	3,135
19:00	19:15	619	42	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	671	2,936
19:15	19:30	733	41	7	4	5	0	0	0	1	0	0	0	0	791	2,966
19:30	19:45	704	31	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	748	2,976
19:45	20:00	666	30	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	706	2,916
Total		40,158	2,833	457	139	514	54	5	6	1	0	0	0	0	44,167	3,738



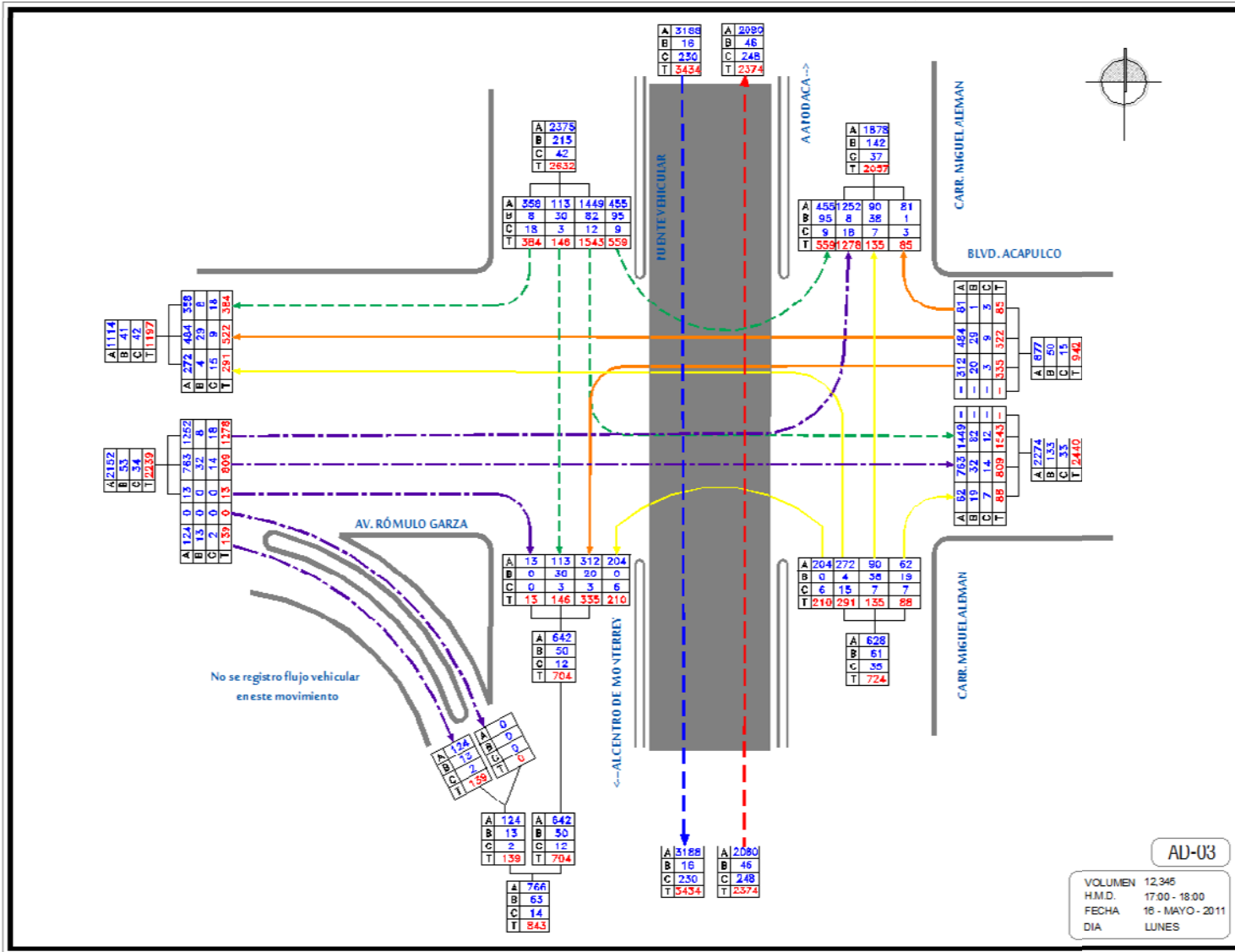
ANEXO 2

Ejemplo de Aforos Direccionales AM y PM



AD-02

VOLUMEN 9,605
 H.M.D. 06:45 - 07:45
 FECHA 16 - MAYO - 2011
 DIA LUNES

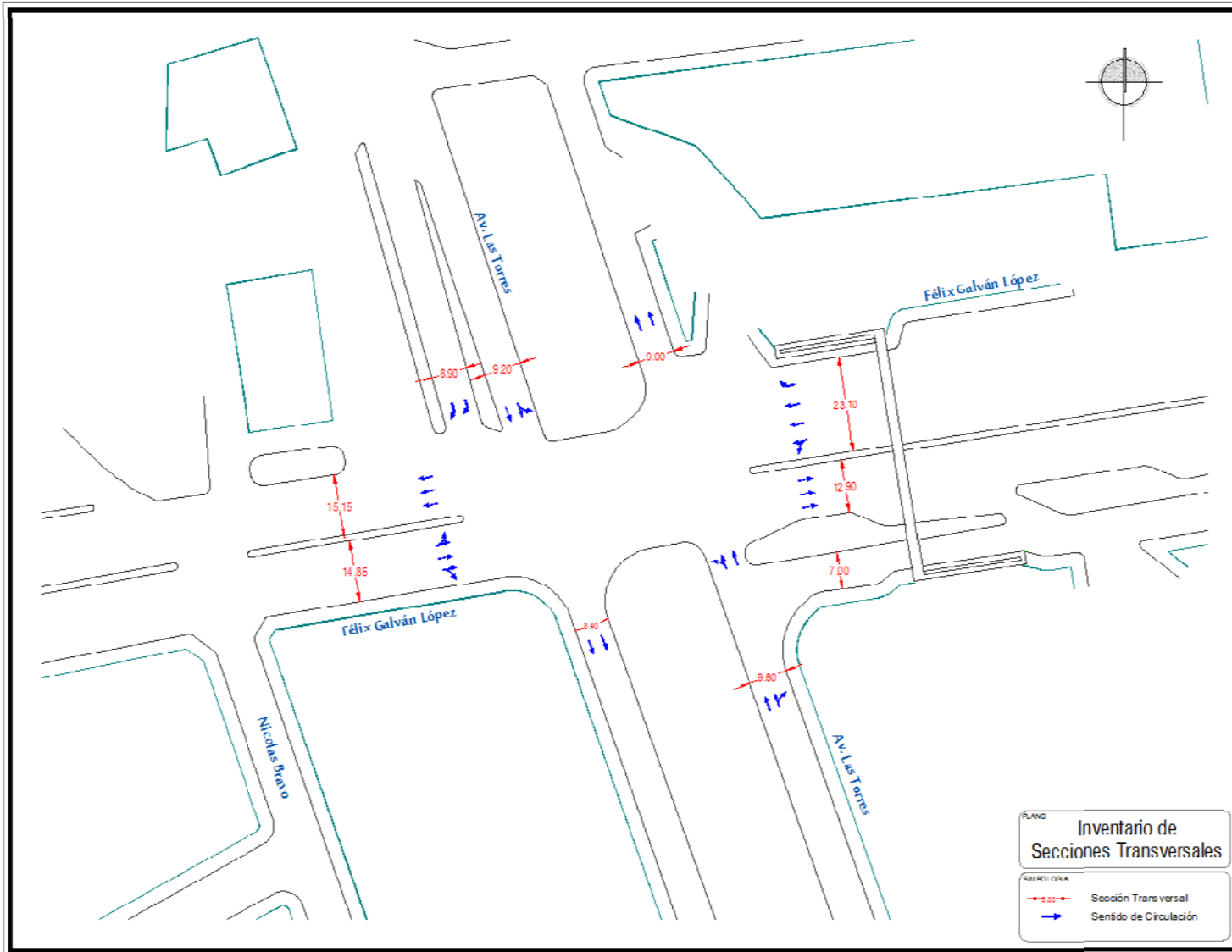


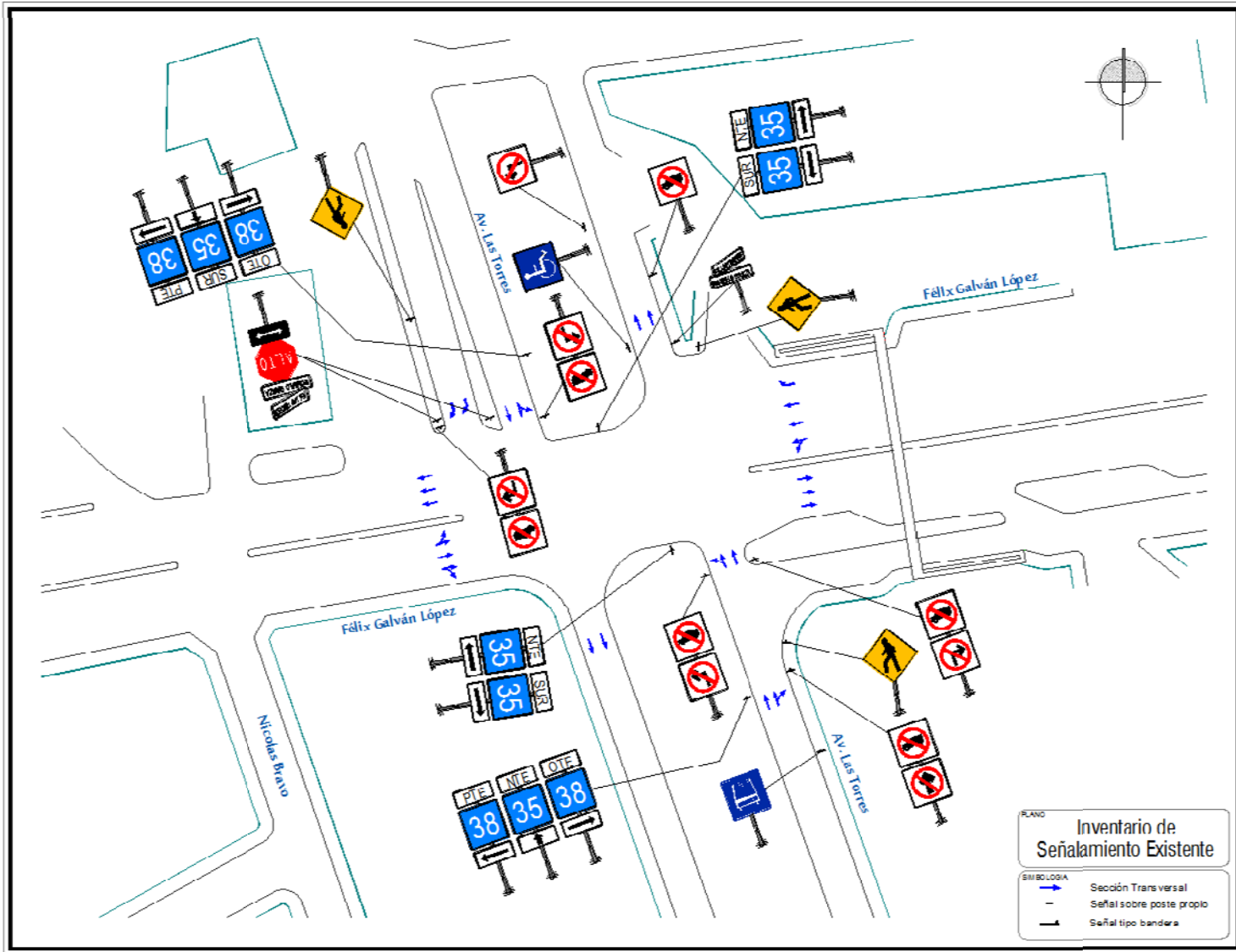
AD-U3

VOLUMEN 12,345
 H.M.D. 17:00 - 18:00
 FECHA 16 - MAYO - 2011
 DIA LUNES

ANEXO 3

Ejemplo de Inventarios Operacionales





38
35
38
E.L.O.
S.T.S.
S.L.O.

Av. Las Torres

35
35
S.T.S.
N.T.E.

Félix Galván López

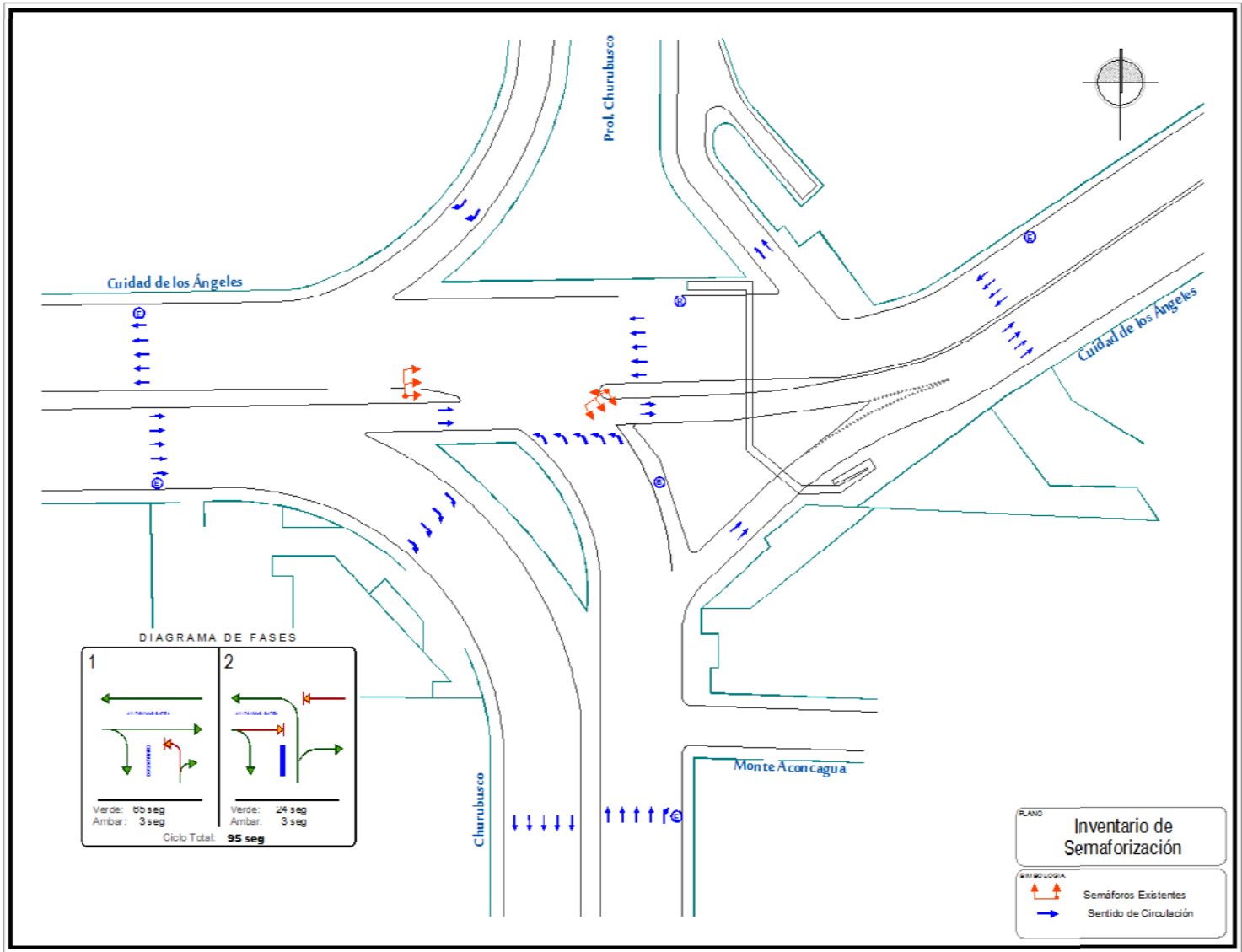
Félix Galván López

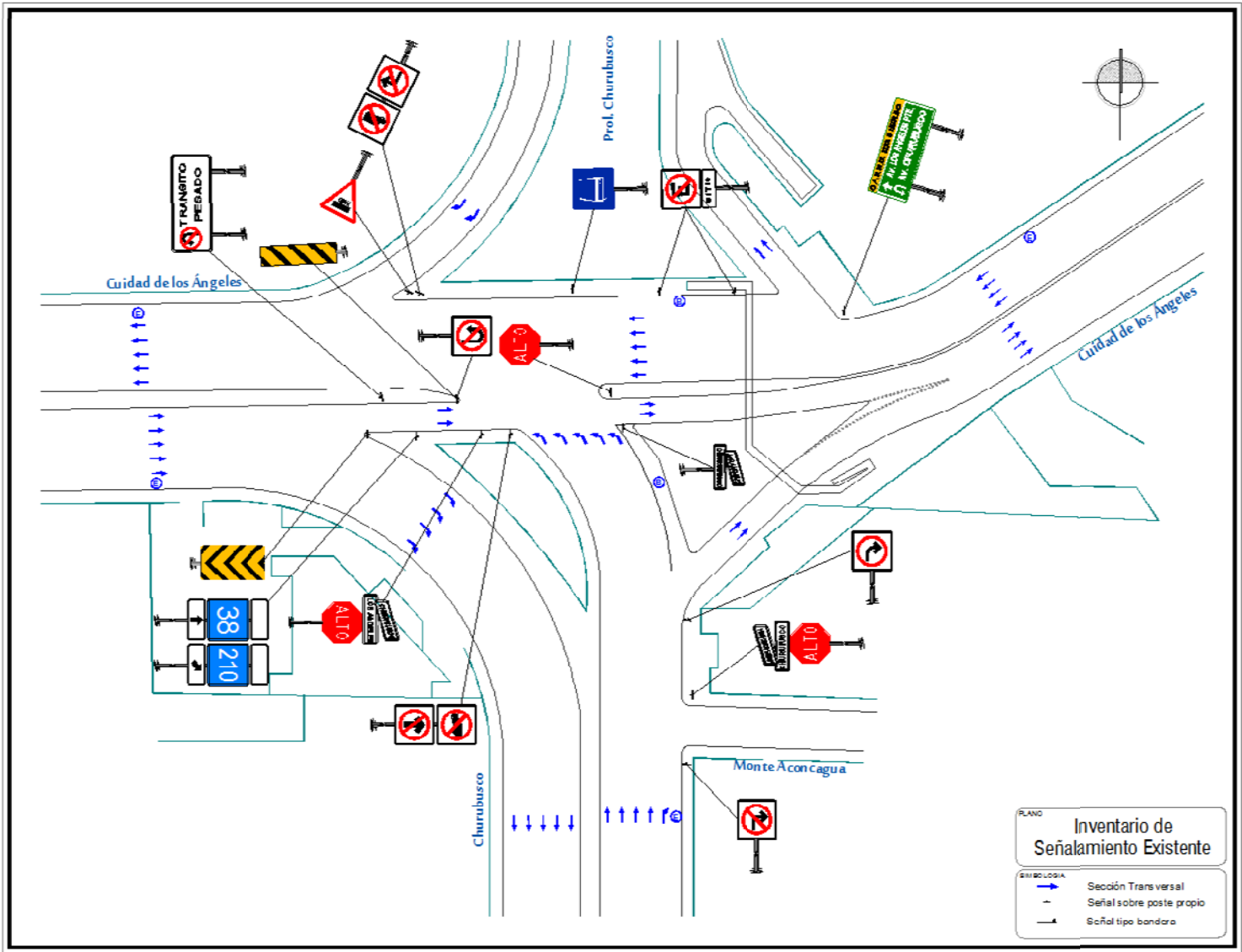
Nicolás Bravero

35
35
S.T.S.
N.T.E.

38
35
38
O.T.F.
N.T.E.
S.T.S.

Av. Las Torres





Ciudad de los Angeles

Prof. Churubusco

Ciudad de los Angeles

Churubusco

Monte Aconagua

TRANSITO PESADO

PROHIBIDO PASAR SIN SEÑAL DE TRAFICO

PROHIBIDO GIRAR A LA DERECHA

ALTO

ALTO

38
210

PROHIBIDO PASAR SIN SEÑAL DE TRAFICO

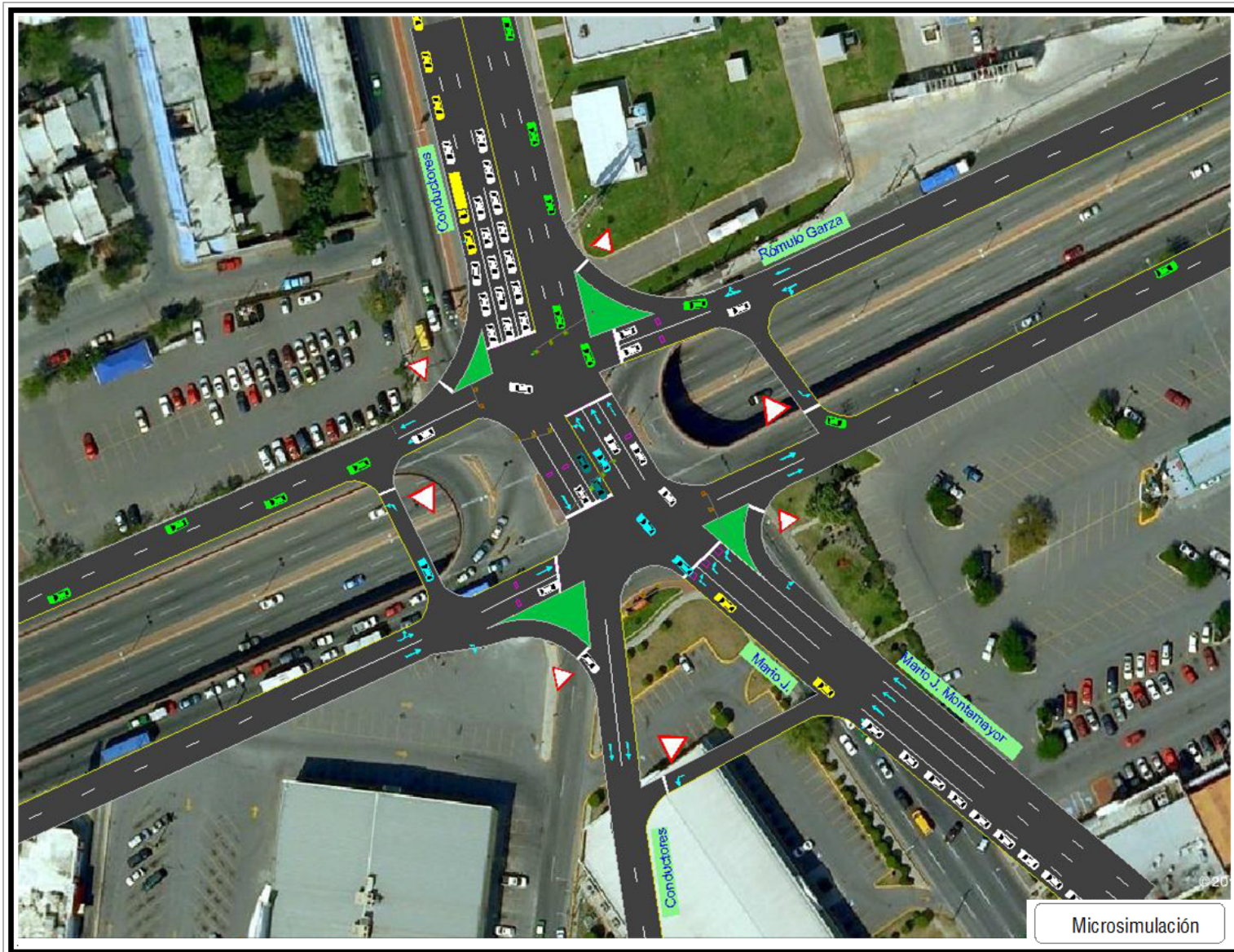
PROHIBIDO GIRAR A LA DERECHA

ANEXO 4

Principales Usos de Suelo

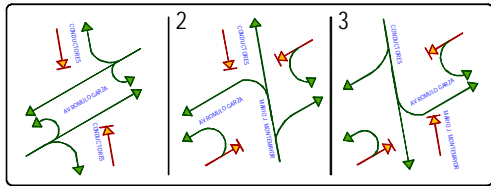
ANEXO 5

Ejemplo de Propuestas de Solución en Intersecciones



Microsimulación

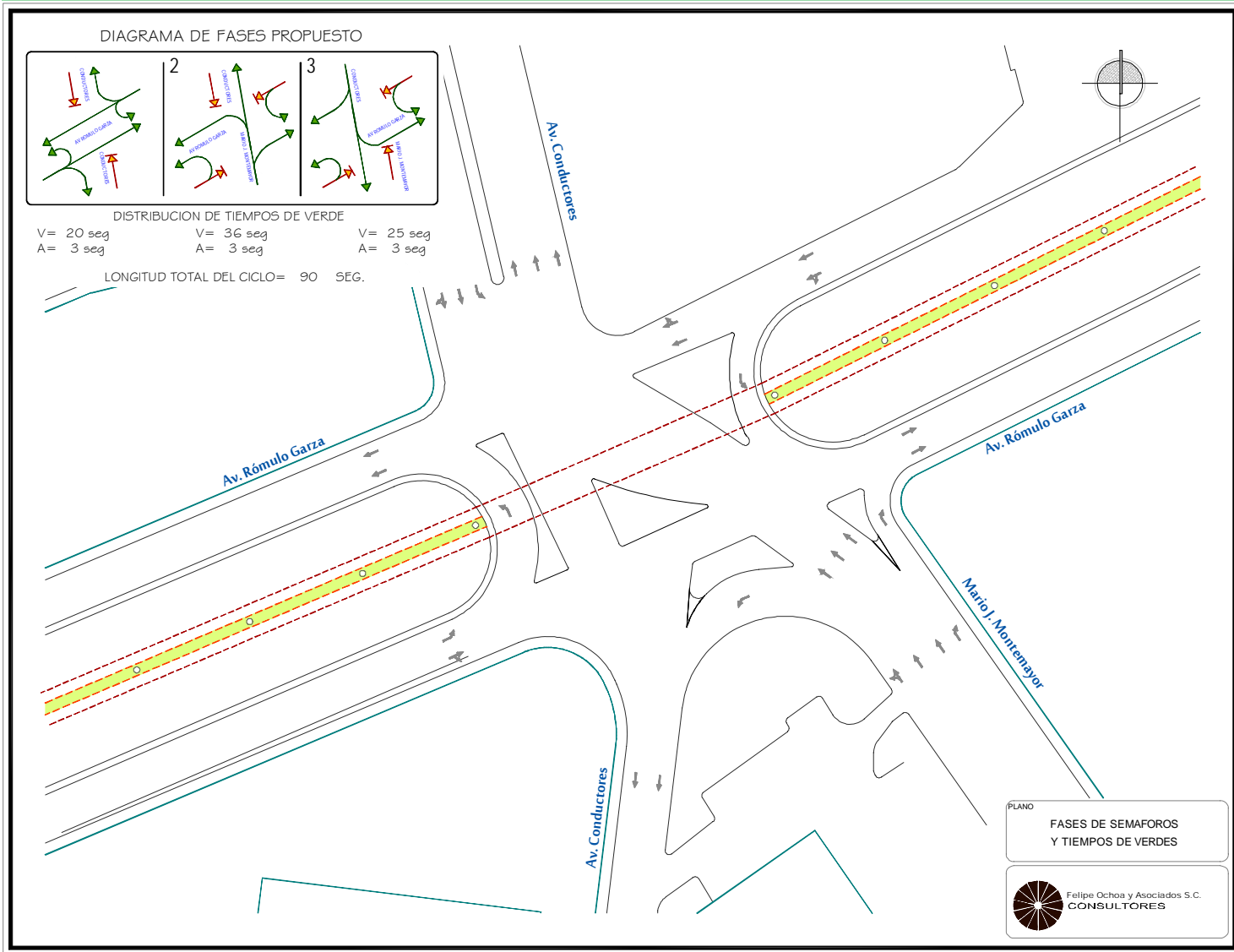
DIAGRAMA DE FASES PROPUESTO



DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE VERDE

V= 20 seg	V= 36 seg	V= 25 seg
A= 3 seg	A= 3 seg	A= 3 seg

LONGITUD TOTAL DEL CICLO= 90 SEG.



PLANO
FASES DE SEMAFOROS
Y TIEMPOS DE VERDES



PROPUESTA DE VUELTAS IZQUIERDAS INDIRECTAS



FELIPE OCHOA Y ASOCIADOS, S. C.

07.- Rómulo Garza - Mario J. Montemayor



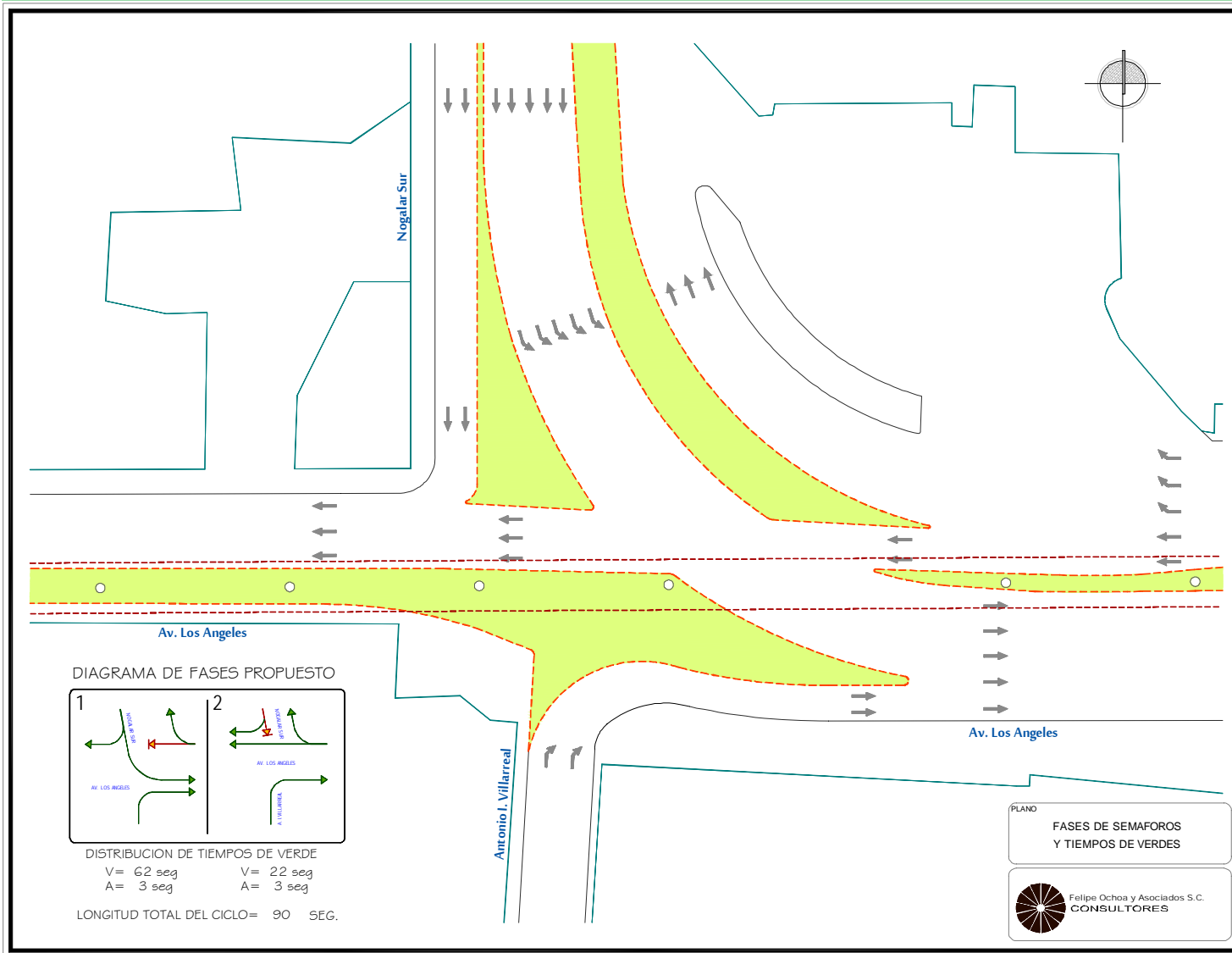
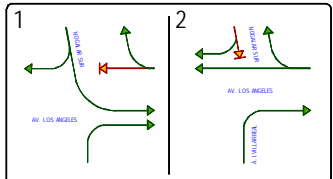


DIAGRAMA DE FASES PROPUESTO



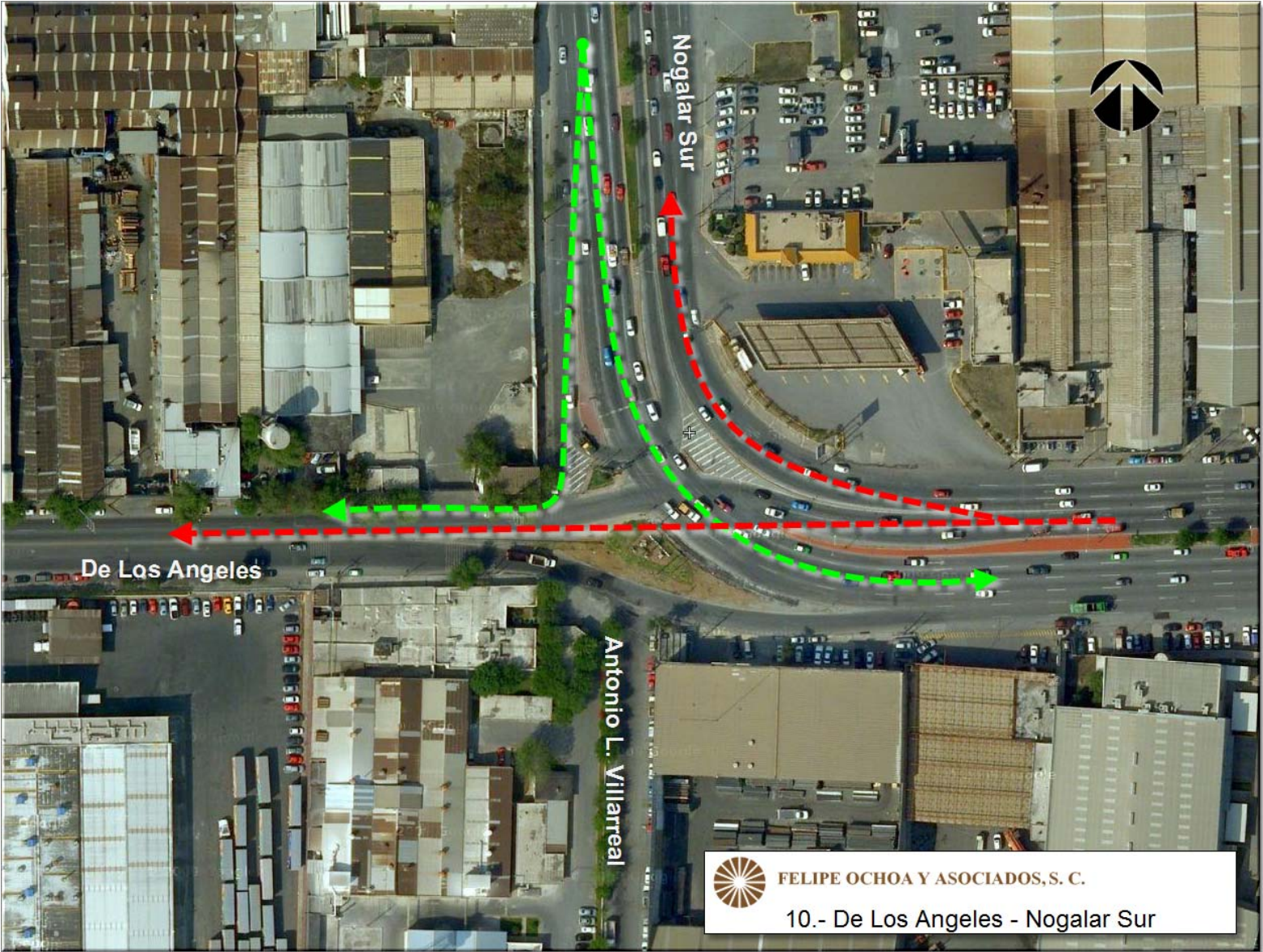
DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE VERDE

V= 62 seg	V= 22 seg
A= 3 seg	A= 3 seg

LONGITUD TOTAL DEL CICLO= 90 SEG.

PLANO
**FASES DE SEMAFOROS
 Y TIEMPOS DE VERDES**





FELIPE OCHOA Y ASOCIADOS, S. C.

10.- De Los Angeles - Nogalar Sur

ANEXO 6

**Ejemplo de Estudio de Tiempos de Recorrido
y Demoras**

ESTUDIO DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y DEMORAS TECNICA DEL VEHICULO FLOTANTE

CORREDOR: Metrorrey
TRAMO: Francisco I. Madero - Apodaca
FECHA: jueves 12 mayo 2011

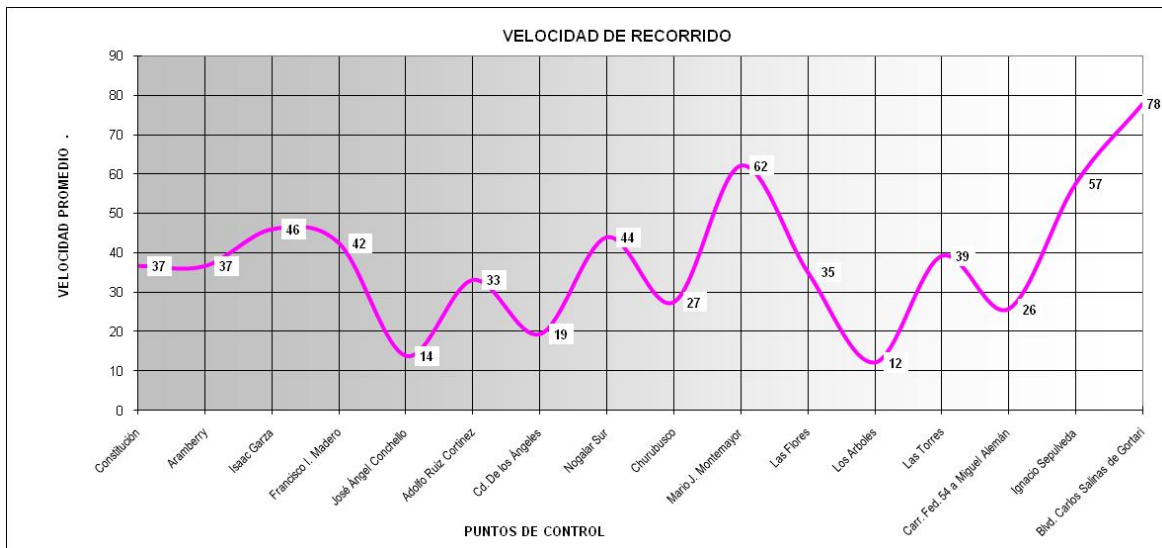
No. RECORRIDO: 1-A AUTO
HORA INICIO: 07:29:40 a.m.
HORA TERMINO: 08:00:02 a.m.

VIALIDAD 1 PRINCIPAL	VIALIDAD 2 PUNTO DE CONTROL	ODOMETRO INICIAL	ODOMETRO FINAL	DISTANCIA (KMS)	HORA INI H : M . S	HORA FIN H : M . S	DEMORA (seg)	CAUSA (clave)	TPO. REC. H : M . S	VELOCIDAD (km/h)
Av. Felix Uresti Gomez	Constitución	0.0	0.0	0.0						
Av. Felix Uresti Gomez	Aramberry	0.0	0.6	0.6	0 0 0	0 : 0 . 59			0 : 0 . 59	36.6
Av. Felix Uresti Gomez	Isaac Garza	0.6	1.2	0.6	0 : 0 . 59	0 : 1 . 46			0 : 0 . 47	46.0
Av. Felix Uresti Gomez	Francisco I. Madero	1.2	1.6	0.4	0 : 1 . 46	0 : 2 . 20	45	SS	0 : 0 . 34	42.4
Av. Felix Uresti Gomez	José Ángel Conchello	1.6	2.6	1.0	0 : 2 . 20	0 : 6 . 41	75	SS	0 : 4 . 21	13.8
Av. Felix Uresti Gomez	Adolfo Ruiz Cortínez	2.6	4.3	1.7	0 : 6 . 41	0 : 9 . 46	20	SS	0 : 3 . 5	33.1
Av. Felix Uresti Gomez	Cd. De los Ángeles	4.3	5.1	0.8	0 : 9 . 46	0 : 12 . 15	45	SS	0 : 2 . 29	19.3
Av. Cd. De los Ángeles	Nogalar Sur	5.1	5.6	0.5	0 : 12 . 15	0 : 12 . 56			0 : 0 . 41	43.9
Av. Cd. De los Ángeles	Churubusco	5.6	6.5	0.9	0 : 12 . 56	0 : 14 . 54	25	SS	0 : 1 . 58	27.5
Romulo Garza	Mario J. Montemayor	6.5	8.5	2.0	0 : 14 . 54	0 : 16 . 50			0 : 1 . 56	62.1
Romulo Garza	Las Flores	8.5	10.0	1.5	0 : 16 . 50	0 : 19 . 24			0 : 2 . 34	35.1
Romulo Garza	Los Arboles	10.0	10.4	0.4	0 : 19 . 24	0 : 21 . 23			0 : 1 . 59	12.1
Romulo Garza	Las Torres	10.4	11.4	1.0	0 : 21 . 23	0 : 22 . 55			0 : 1 . 32	39.1
Romulo Garza	Carr. Fed. 54 a Miguel Alemán	11.4	12.3	0.9	0 : 22 . 55	0 : 25 . 1	30	SS	0 : 2 . 6	25.7
Carretera Federal 54 a Miguel Alemán	Ignacio Sepulveda	12.3	13.8	1.5	0 : 25 . 1	0 : 26 . 35			0 : 1 . 34	57.4
Carretera Federal 54 a Miguel Alemán	Blvd. Carlos Salinas de Gortari	13.8	18.7	4.9	0 : 26 . 35	0 : 30 . 22			0 : 3 . 47	77.7
TOTAL				18.7			240			36.9

DISTANCIA TOTAL : 18.7 km.
DEMORA TOTAL: 4.00 min.
VEL. PROMEDIO: 36.9 km/h
TIEMPO DE VIAJE: 00:30:22 hrs.

AC= Accidente
 PE= Peatones
 M= Maniobras
 SA= Señal de Alto
 SS= Semáforo
 TL= Tráfico Lento
 CT= Cruce de Tren

VI= Vuelta Izquierda
 A= Ascenso y Descenso
 C= Pago en Caseta de Cuota
 ZO= Zona de Obra



**ESTUDIO DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y DEMORAS
TECNICA DEL VEHICULO FLOTANTE**

CORREDOR: Metrorrey
TRAMO: Apodaca-Francisco I. Madero
FECHA: jueves 12 mayo 2011

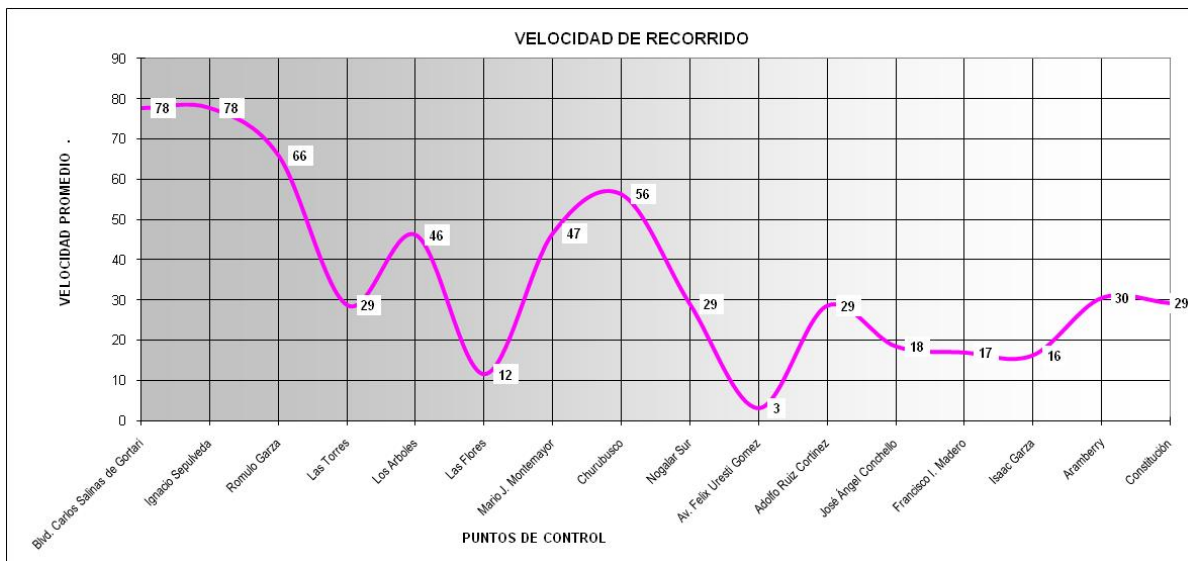
No. RECORRIDO: 1-B AUTO
HORA INICIO: 08:25:00 a.m.
HORA TERMINO: 09:05:51 a.m.

VIALIDAD 1 PRINCIPAL	VIALIDAD 2 PUNTO DE CONTROL	ODOMETRO INICIAL	ODOMETRO FINAL	DISTANCIA (KMS)	HORA INI H : M . S	HORA FIN H : M . S	DEMORA (seg)	CAUSA (clave)	TPO. REC. H : M . S	VELOCIDAD (km/h)
Carretera Federal 54 a Miguel Alemán	Bldv. Carlos Salinas de Gortari	0.0	0.0	0.0						
Carretera Federal 54 a Miguel Alemán	Ignacio Sepulveda	0.0	4.9	4.9	0 0 0	0 : 3 . 47			0 : 3 . 47	77.7
Carretera Federal 54 a Miguel Alemán	Romulo Garza	4.9	6.4	1.5	0 : 3 . 47	0 : 5 . 9	5	SS	0 : 1 . 22	65.9
Romulo Garza	Las Torres	6.4	7.3	0.9	0 : 5 . 9	0 : 7 . 2	10	SS	0 : 1 . 53	28.7
Romulo Garza	Los Arboles	7.3	8.3	1.0	0 : 7 . 2	0 : 8 . 20			0 : 1 . 18	46.2
Romulo Garza	Las Flores	8.3	8.7	0.4	0 : 8 . 20	0 : 10 . 25	50	SS	0 : 2 . 5	11.5
Romulo Garza	Mario J. Montemayor	8.7	10.2	1.5	0 : 10 . 25	0 : 12 . 21			0 : 1 . 56	46.6
Romulo Garza	Churubusco	10.2	12.2	2.0	0 : 12 . 21	0 : 14 . 29			0 : 2 . 8	56.3
Av. Cd. De los Ángeles	Nogalar Sur	12.2	13.1	0.9	0 : 14 . 29	0 : 16 . 21	20	SS	0 : 1 . 52	28.9
Av. Cd. De los Ángeles	Av. Felix Uresti Gomez	13.1	13.6	0.5	0 : 16 . 21	0 : 26 . 11	270	SS	0 : 9 . 50	3.1
Av. Felix Uresti Gomez	Adolfo Ruiz Cortinez	13.6	14.4	0.8	0 : 26 . 11	0 : 27 . 52	25	SS	0 : 1 . 41	28.5
Av. Felix Uresti Gomez	José Ángel Conchello	14.4	16.1	1.7	0 : 27 . 52	0 : 33 . 24	90	SS	0 : 5 . 32	18.4
Av. Felix Uresti Gomez	Francisco I. Madero	16.1	17.1	1.0	0 : 33 . 24	0 : 36 . 57	40	SS	0 : 3 . 33	16.9
Av. Felix Uresti Gomez	Isaac Garza	17.1	17.5	0.4	0 : 36 . 57	0 : 38 . 26	75	SS	0 : 1 . 29	16.2
Av. Felix Uresti Gomez	Aramberry	17.5	18.1	0.6	0 : 38 . 26	0 : 39 . 37			0 : 1 . 11	30.4
Av. Felix Uresti Gomez	Constitución	18.1	18.7	0.6	0 : 39 . 37	0 : 40 . 51			0 : 1 . 14	29.2
TOTAL				18.7			585			27.5

DISTANCIA TOTAL : 18.7 km.
DEMORA TOTAL : 9.75 min.
VEL. PROMEDIO : 27.5 km/h
TIEMPO DE VIAJE : 00:40:51 hrs.

AC= Accidente
PE= Peatonos
M= Maniobras
SA= Señal de Alto
SS= Semáforo
TL= Tráfico Lento
CT= Cruce de Tren

VI= Vuelta Izquierda
A= Ascenso y Descenso
C= Pago en Caseta de Cuota
ZO= Zona de Obra



**ESTUDIO DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y DEMORAS
TECNICA DEL VEHICULO FLOTANTE**

CORREDOR: Metrorrey
TRAMO: Francisco I. Madero - Apodaca
FECHA: jueves 12 mayo 2011

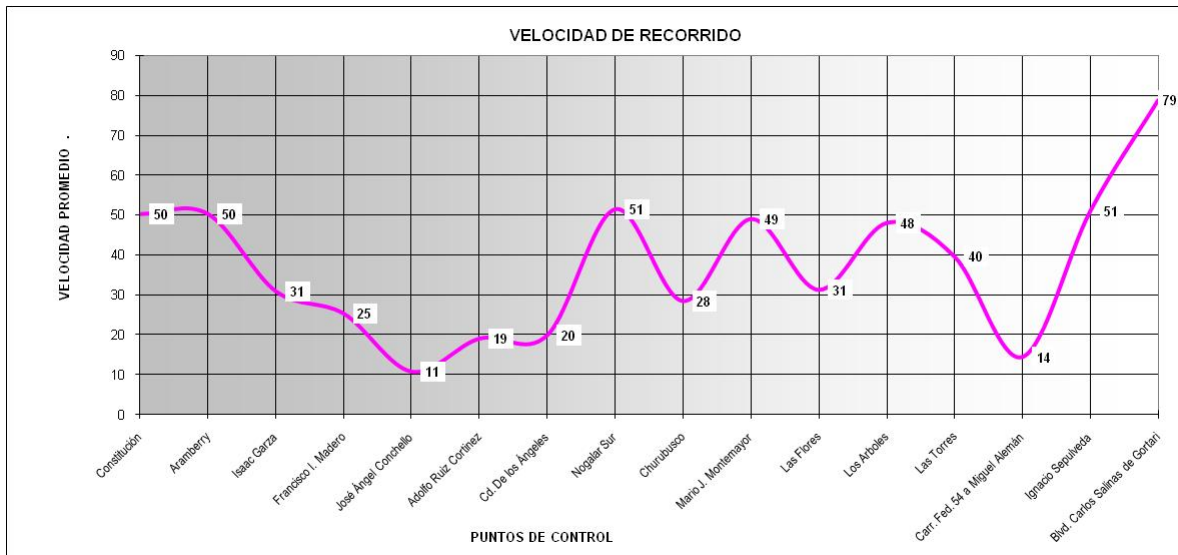
No. RECORRIDO: 2-A AUTO
HORA INICIO: 11:45:10 a.m.
HORA TERMINO: 12:20:28 p.m.

VIALIDAD 1 PRINCIPAL	VIALIDAD 2 PUNTO DE CONTROL	ODOMETRO INICIAL	ODOMETRO FINAL	DISTANCIA (KMS)	HORA INI H : M . S	HORA FIN H : M . S	DEMORA (seg)	CAUSA (clave)	TPO. REC. H : M . S	VELOCIDAD (km/h)
Av. Felix Uresti Gomez	Constitución	0.0	0.0	0.0						
Av. Felix Uresti Gomez	Aramberry	0.0	0.6	0.6	0 : 0 : 0	0 : 0 : 43			0 : 0 : 43	50.2
Av. Felix Uresti Gomez	Isaac Garza	0.6	1.2	0.6	0 : 0 : 43	0 : 1 : 53			0 : 1 : 10	30.9
Av. Felix Uresti Gomez	Francisco I. Madero	1.2	1.6	0.4	0 : 1 : 53	0 : 2 : 50	40	SS	0 : 0 : 57	25.3
Av. Felix Uresti Gomez	José Ángel Conchello	1.6	2.6	1.0	0 : 2 : 50	0 : 8 : 26	105	SS	0 : 5 : 36	10.7
Av. Felix Uresti Gomez	Adolfo Ruiz Cortínez	2.6	4.3	1.7	0 : 8 : 26	0 : 13 : 48	100	SS	0 : 5 : 22	19.0
Av. Felix Uresti Gomez	Cd. De los Ángeles	4.3	5.1	0.8	0 : 13 : 48	0 : 16 : 13	30	SS	0 : 2 : 25	19.9
Av. Cd. De los Ángeles	Nogalar Sur	5.1	5.6	0.5	0 : 16 : 13	0 : 16 : 48			0 : 0 : 35	51.4
Av. Cd. De los Ángeles	Churubusco	5.6	6.5	0.9	0 : 16 : 48	0 : 18 : 42	35	SS	0 : 1 : 54	28.4
Romulo Garza	Mario J. Montemayor	6.5	8.5	2.0	0 : 18 : 42	0 : 21 : 9			0 : 2 : 27	49.0
Romulo Garza	Las Flores	8.5	10.0	1.5	0 : 21 : 9	0 : 24 : 2	35	SS	0 : 2 : 53	31.2
Romulo Garza	Los Arboles	10.0	10.4	0.4	0 : 24 : 2	0 : 24 : 32			0 : 0 : 30	48.0
Romulo Garza	Las Torres	10.4	11.4	1.0	0 : 24 : 32	0 : 26 : 3			0 : 1 : 31	39.6
Romulo Garza	Carr. Fed. 54 a Miguel Alemán	11.4	12.3	0.9	0 : 26 : 3	0 : 29 : 48	85	SS	0 : 3 : 45	14.4
Carretera Federal 54 a Miguel Alemán	Ignacio Sepulveda	12.3	13.8	1.5	0 : 29 : 48	0 : 31 : 34			0 : 1 : 46	50.9
Carretera Federal 54 a Miguel Alemán	Blvd. Carlos Salinas de Gortari	13.8	18.7	4.9	0 : 31 : 34	0 : 35 : 18			0 : 3 : 44	78.8
TOTAL				18.7			430			31.8

DISTANCIA TOTAL : 18.7 km.
DEMORA TOTAL : 7.17 min.
VEL. PROMEDIO : 31.8 km/h
TIEMPO DE VIAJE : 00:35:18 hrs.

AC= Accidente
PE= Peatonos
M= Maniobras
SA= Señal de Alto
SS= Semáforo
TL= Tráfico Lento
CT= Cruce de Tren

VI= Vuelta Izquierda
A= Ascenso y Descenso
C= Pago en Caseta de Cuota
ZO= Zona de Obra



**ESTUDIO DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y DEMORAS
TECNICA DEL VEHICULO FLOTANTE**

CORREDOR: Metrorrey
TRAMO: Apodaca-Francisco I. Madero
FECHA: jueves 12 mayo 2011

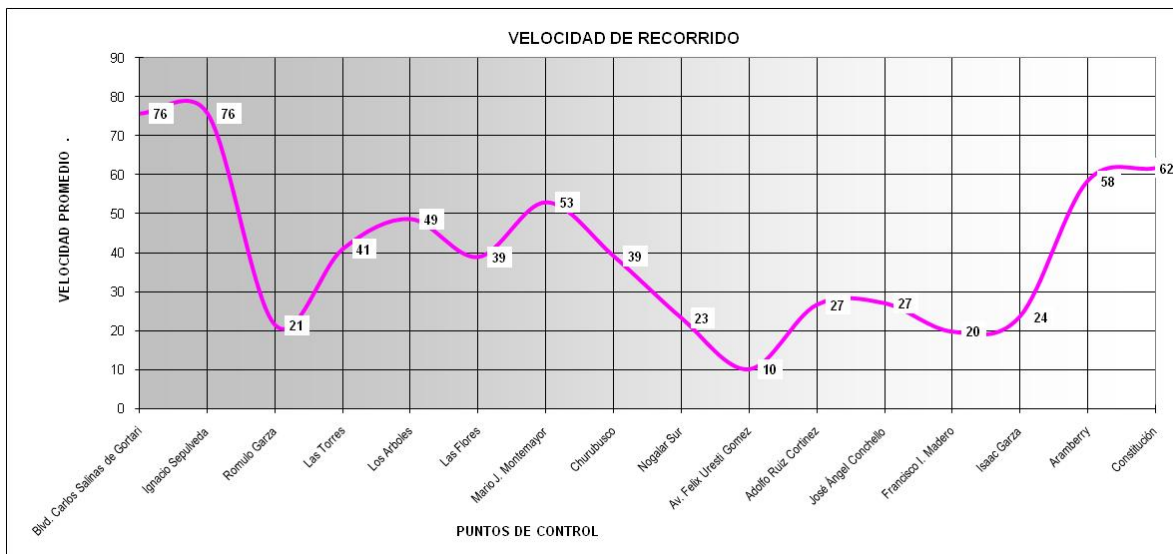
No. RECORRIDO: 2-B AUTO
HORA INICIO: 12:33:00 p.m.
HORA TERMINO: 01:05:07 p.m.

VIALIDAD 1 PRINCIPAL	VIALIDAD 2 PUNTO DE CONTROL	ODOMETRO INICIAL	ODOMETRO FINAL	DISTANCIA (KMS)	HORA INI H : M . S	HORA FIN H : M . S	DEMORA (seg)	CAUSA (clave)	TPO. REC. H : M . S	VELOCIDAD (km/h)
Carretera Federal 54 a Miguel Alemán	Bldv. Carlos Salinas de Gortari	0.0	0.0	0.0						
Carretera Federal 54 a Miguel Alemán	Ignacio Sepulveda	0.0	4.9	4.9	0 0 0	0 : 3 . 53			0 : 3 . 53	75.7
Carretera Federal 54 a Miguel Alemán	Romulo Garza	4.9	6.4	1.5	0 : 3 . 53	0 : 8 . 5	70	SS	0 : 4 . 12	21.4
Romulo Garza	Las Torres	6.4	7.3	0.9	0 : 8 . 5	0 : 9 . 24			0 : 1 . 19	41.0
Romulo Garza	Los Arboles	7.3	8.3	1.0	0 : 9 . 24	0 : 10 . 38			0 : 1 . 14	48.6
Romulo Garza	Las Flores	8.3	8.7	0.4	0 : 10 . 38	0 : 11 . 15			0 : 0 . 37	38.9
Romulo Garza	Mario J. Montemayor	8.7	10.2	1.5	0 : 11 . 15	0 : 12 . 57			0 : 1 . 42	52.9
Romulo Garza	Churubusco	10.2	12.2	2.0	0 : 12 . 57	0 : 16 . 1	25	SS	0 : 3 . 4	39.1
Av. Cd. De los Ángeles	Nogalar Sur	12.2	13.1	0.9	0 : 16 . 1	0 : 18 . 20			0 : 2 . 19	23.3
Av. Cd. De los Ángeles	Av. Felix Uresti Gomez	13.1	13.6	0.5	0 : 18 . 20	0 : 21 . 18	55	SS	0 : 2 . 58	10.1
Av. Felix Uresti Gomez	Adolfo Ruiz Cortinez	13.6	14.4	0.8	0 : 21 . 18	0 : 23 . 6	20	SS	0 : 1 . 48	26.7
Av. Felix Uresti Gomez	José Ángel Conchello	14.4	16.1	1.7	0 : 23 . 6	0 : 26 . 52	30	SS	0 : 3 . 46	27.1
Av. Felix Uresti Gomez	Francisco I. Madero	16.1	17.1	1.0	0 : 26 . 52	0 : 29 . 54	30	SS	0 : 3 . 2	19.8
Av. Felix Uresti Gomez	Isaac Garza	17.1	17.5	0.4	0 : 29 . 54	0 : 30 . 55			0 : 1 . 1	23.6
Av. Felix Uresti Gomez	Aramberry	17.5	18.1	0.6	0 : 30 . 55	0 : 31 . 32	15	SS	0 : 0 . 37	58.4
Av. Felix Uresti Gomez	Constitución	18.1	18.7	0.6	0 : 31 . 32	0 : 32 . 7			0 : 0 . 35	61.7
TOTAL				18.7			245			34.9

DISTANCIA TOTAL : 18.7 km.
DEMORA TOTAL : 4.08 min.
VEL. PROMEDIO: 34.9 km/h
TIEMPO DE VIAJE: 00:32:07 hrs.

AC= Accidente
PE= Peatonos
M= Maniobras
SA= Señal de Alto
SS= Semáforo
TL= Tráfico Lento
CT= Cruce de Tren

VI= Vuelta Izquierda
A= Ascenso y Descenso
C= Pago en Caseta de Cuota
ZO= Zona de Obra



ANEXO 7

Ejemplo de Análisis de Capacidad en Situación Actual

AD 01 - PM

**Carretera a Cd. Miguel Alemán –
Andrés Guajardo**

Lanes, Volumes, Timings

2: Int

22/08/2011

Lane Group	WBL	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	NEL	NER	
Lane Configurations											
Volume (vph)	2104	274	0	723	0	0	0	0	0	0	
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	
Lane Util. Factor	0.94	1.00	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Frt	0.850										
Flt Protected	0.950										
Satd. Flow (prot)	4990	1583	0	3539	0	0	0	0	0	0	
Flt Permitted	0.950										
Satd. Flow (perm)	4990	1583	0	3539	0	0	0	0	0	0	
Right Turn on Red		Yes	Yes		Yes			Yes			
Satd. Flow (RTOR)		211									
Link Speed (k/h)	50		50		50			50			
Link Distance (m)	100.7		77.0		51.3			135.7			
Travel Time (s)	7.3		5.5		3.7			9.8			
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	
Adj. Flow (vph)	2287	298	0	786	0	0	0	0	0	0	
Shared Lane Traffic (%)											
Lane Group Flow (vph)	2287	298	0	786	0	0	0	0	0	0	
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Right	
Median Width(m)	10.8		0.0		0.0			0.0			
Link Offset(m)	0.0		0.0		0.0			0.0			
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8		4.8			4.8			
Two way Left Turn Lane											
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Turning Speed (k/h)	25	15	25		15	25		15	25	15	
Turn Type	Perm										
Protected Phases	8		2								
Permitted Phases	8										
Minimum Split (s)	29.0	29.0	60.0								
Total Split (s)	32.0	32.0	0.0	63.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Total Split (%)	33.7%	33.7%	0.0%	66.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Maximum Green (s)	28.5	28.5	59.5								
Yellow Time (s)	3.0	3.0	3.0								
All-Red Time (s)	0.5	0.5	0.5								
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Total Lost Time (s)	3.5	3.5	4.0	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
Lead/Lag											
Lead-Lag Optimize?											
Walk Time (s)	5.0	5.0	5.0								
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0	11.0								
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0								
Act Effect Green (s)	28.5	28.5	59.5								
Actuated g/C Ratio	0.30	0.30	0.63								
v/c Ratio	1.53	0.48	0.35								
Control Delay	268.7	11.2	15.4								
Queue Delay	0.0	0.0	5.7								
Total Delay	268.7	11.2	21.1								
LOS	F	B	C								

Lanes, Volumes, Timings

4: Int

22/08/2011

	↑	↗	↘	↓	↖	↗	↘	↖	↗
Lane Group	NBT	NBR	SBL	SBT	NWL	NWR	NWR2	SWL	SWR
Lane Configurations	↑↑	↗↗↗				↖↖			
Volume (vph)	560	1714	0	0	0	1172	54	0	0
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	0.95	0.76	1.00	1.00	1.00	0.88	1.00	1.00	1.00
Frt		0.850				0.850			
Flt Protected									
Satd. Flow (prot)	3539	3610	0	0	0	2787	0	0	0
Flt Permitted									
Satd. Flow (perm)	3539	3610	0	0	0	2787	0	0	0
Right Turn on Red							Yes		Yes
Satd. Flow (RTOR)						5			
Link Speed (k/h)	50			50	50			50	
Link Distance (m)	99.6			77.0	112.0			73.9	
Travel Time (s)	7.2			5.5	8.1			5.3	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	609	1863	0	0	0	1274	59	0	0
Shared Lane Traffic (%)									
Lane Group Flow (vph)	609	1863	0	0	0	1333	0	0	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right	Right	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	0.0			0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0			0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8			4.8	
Two way Left Turn Lane									
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15	15	25	15
Turn Type		Perm				custom			
Protected Phases	1								
Permitted Phases		1				2			
Minimum Split (s)	20.0	20.0				29.0			
Total Split (s)	63.0	63.0	0.0	0.0	0.0	32.0	0.0	0.0	0.0
Total Split (%)	66.3%	66.3%	0.0%	0.0%	0.0%	33.7%	0.0%	0.0%	0.0%
Maximum Green (s)	59.0	59.0				28.0			
Yellow Time (s)	3.5	3.5				3.5			
All-Red Time (s)	0.5	0.5				0.5			
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Lost Time (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Lead/Lag	Lead	Lead				Lag			
Lead-Lag Optimize?	Yes	Yes				Yes			
Walk Time (s)	5.0	5.0				5.0			
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0				11.0			
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0				0			
Act Effct Green (s)	59.0	59.0				28.0			
Actuated g/C Ratio	0.62	0.62				0.29			
v/c Ratio	0.28	0.83				1.62			
Control Delay	8.6	18.4				309.6			
Queue Delay	0.0	0.0				217.5			
Total Delay	8.7	18.4				527.1			
LOS	A	B				F			

AD 02 - AM

**Carretera a Cd. Miguel Alemán –
Av. Isidro Sepúlveda Martínez**

interseccion 2 HPM
HCS2000: Signalized Intersections Release 4.1f

Analyst: Jesús terrazas Pacheco Inter.: 2
 Agency: Consultores en Vialidad Area Type: All other areas
 Date: 07/06/2011 Jurisd:
 Period: HPM Year:
 Project ID:
 E/W St: Ignacio Sepúlveda N/S St: Miguel Alemán

	SIGNALIZED INTERSECTION SUMMARY											
	Eastbound			Westbound			Northbound			Southbound		
	L	T	R	L	T	R	L	T	R	L	T	R
No. Lanes	1	2	1	0	3	0	0	3	0	0	3	0
LGConfig	L	T	R	LTR			LTR			LTR		
Volume	257	521	575	273	1158	41	723	97	136	516	266	190
Lane width	3.6	3.6	3.6	3.6			3.6			3.6		
RTOR Vol			0	0			0			0		

Duration	0.25	Area Type: All other areas									
Signal Operations											
Phase Combination	1	2	3	4	5	6	7	8			
EB Left	P				NB Left	P					
Thru	P				Thru	P					
Right	P				Right	P					
Peds					Peds	P					
WB Left			P		SB Left	P					
Thru			P		Thru	P					
Right			P		Right	P					
Peds					Peds						
NB Right					EB Right						
SB Right					WB Right						
Green		7.0	17.0			7.0	17.0				
Yellow		3.0	3.0			3.0	3.0				
All Red											

Cycle Length: 60.0 secs

Intersection Performance Summary									
Appr/ Lane Grp	Lane Group Capacity	Adj Sat Flow Rate (s)	Ratios		Lane Group		Approach		
			v/c	g/C	Delay	LOS	Delay	LOS	
Eastbound									
L	204	1752	1.40	0.12	234.2	F			
T	410	3512	1.41	0.12	226.0	F	617.7	F	
R	185	1583	3.45	0.12	1144	F			
Westbound									
LTR	1414	4989	1.16	0.28	100.5	F	100.5	F	
Northbound									
LTR	1379	4866	0.77	0.28	23.9	C	23.9	C	
Southbound									
LTR	566	4854	1.91	0.12	441.7	F	441.7	F	

Intersection Delay = 302.2 (sec/veh) Intersection LOS = F

HCS2000: Signalized Intersections Release 4.1f

TC
Transconsult

Phone: Fax:
E-Mail:

OPERATIONAL ANALYSIS

Analyst: Jesús terrazas Pacheco
 Intersection: 2
 Agency/Co.: Consultores en Vialidad
 Area Type: All other areas

Date Performed: 07/06/2011 interseccion 2 HPM
 Jurisdiction:
 Analysis Time Period: HPM
 Analysis Year:
 Project ID:
 E/W St: Ignacio Sepúlveda N/S St: Miguel Alemán

VOLUME DATA

	Eastbound			Westbound			Northbound			Southbound		
	L	T	R	L	T	R	L	T	R	L	T	R
Volume	257	521	575	273	1158	41	723	97	136	516	266	190
% Heavy Veh	3	3	2	0	3	0	0	3	0	0	3	0
PHF	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
PK 15 Vol	71	145	160	76	322	11	201	27	38	143	74	53
Hi Ln Vol												
% Grade		0			0			0			0	
Ideal Sat	1900	1900	1900		1900			1900			1900	
ParkExist												
NumPark												
No. Lanes	1	2	1	0	3	0	0	3	0	0	3	0
LGConfig	L	T	R		LTR			LTR			LTR	
Lane Width	3.6	3.6	3.6		3.6			3.6			3.6	
RTOR Vol			0			0			0			0
Adj Flow	286	579	639		1636			1062			1080	
%InSharedLn												
Prop LTS		0.000			0.185			0.756			0.531	
Prop RTs		0.000	1.000		0.028			0.142			0.195	
Peds Bikes	0	0			0			0			0	
Buses	0	0	0		0			0			0	
%InProtPhase												
Duration	0.25			Area Type: All other areas								

OPERATING PARAMETERS

	Eastbound			Westbound			Northbound			Southbound		
	L	T	R	L	T	R	L	T	R	L	T	R
Init Unmet	0.0	0.0	0.0		0.0			0.0			0.0	
Arriv. Type	3	3	3		3			3			3	
Unit Ext.	3.0	3.0	3.0		3.0			3.0			3.0	
I Factor		1.000			1.000			1.000			1.000	
Lost Time	2.0	2.0	2.0		2.0			2.0			2.0	
Ext of g	2.0	2.0	2.0		2.0			2.0			2.0	
Ped Min g		3.2			3.2			3.2			3.2	

PHASE DATA

Phase Combination	1	2	3	4	5	6	7	8
EB Left		P						
Thru		P						
Right		P						
Peds								
WB Left			P					
Thru			P					
Right			P					
Peds								
NB Right								
SB Right								
Green		7.0	17.0		7.0	17.0		
Yellow		3.0	3.0		3.0	3.0		
All Red								

Cycle Length: 60.0 secs

VOLUME ADJUSTMENT AND SATURATION FLOW WORKSHEET

Volume Adjustment	Eastbound			Westbound			Northbound			Southbound		
	L	T	R	L	T	R	L	T	R	L	T	R

interseccion 2 HPM

Volume, v	257	521	575	273	1158	41	723	97	136	516	266	190
PHF	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Adj flow	286	579	639	303	1287	46	803	108	151	573	296	211
No. Lanes	1	2	1	0	3	0	0	3	0	0	3	0
Lane group	L	T	R	LTR			LTR			LTR		
Adj flow	286	579	639	1636			1062			1080		
Prop LTs	0.000			0.185			0.756			0.531		
Prop RTs	0.000 1.000			0.028			0.142			0.195		

Saturation Flow Rate (see Exhibit 16-7 to determine the adjustment factors)

LG	Eastbound			Westbound			Northbound			Southbound		
	L	T	R	LTR	LTR	LTR	LTR	LTR	LTR	LTR	LTR	
So	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	
Lanes	1	2	1	0	3	0	0	3	0	0	3	0
fW	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
fHV	0.971	0.971	0.980	0.977	0.977	0.977	0.997	0.997	0.997	0.992	0.992	
fG	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
fP	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
fBB	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
fA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
fLU	1.000	0.952	1.000	0.908	0.908	0.908	0.908	0.908	0.908	0.908	0.908	
fRT	1.000	1.000	0.850	0.996	0.996	0.996	0.979	0.979	0.979	0.971	0.971	
fLT	0.950	1.000		0.991	0.991	0.991	0.964	0.964	0.964	0.974	0.974	
Sec.												
fLpb	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
fRpb		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
S	1752	3512	1583	4989	4989	4989	4866	4866	4866	4854	4854	
Sec.												

CAPACITY AND LOS WORKSHEET

Capacity Analysis and Lane Group Capacity							
Appr/ Mvmt	Lane Group	Adj Flow Rate (v)	Adj Sat Flow Rate (s)	Flow Ratio (v/s)	Green Ratio (g/c)	--Lane Group-- Capacity (c)	v/c Ratio
Eastbound							
Prot							
Perm	L	286	1752	0.16	0.12	204	1.40
Prot							
Perm	T	579	3512	0.16	0.12	410	1.41
Prot	R	639	1583	# 0.40	0.12	185	3.45
Westbound							
Prot							
Perm	LTR	1636	4989	# 0.33	0.28	1414	1.16
Prot							
Perm	LTR	1062	4866	# 0.22	0.28	1379	0.77
Prot							
Perm	LTR	1080	4854	# 0.22	0.12	566	1.91
Prot							

Sum of flow ratios for critical lane groups, Yc = Sum (v/s) = 1.17
 Total lost time per cycle, L = 12.00 sec
 Critical flow rate to capacity ratio, Xc = (Yc)(C)/(C-L) = 1.47

Control Delay and LOS Determination

Appr/ Lane Grp	Ratios v/c g/c	Unf Del d1	Prog Adj Fact	Lane Grp Cap	Incremental Factor k	Res Del d2	Res Del d3	Lane Group Delay LOS	Approach Delay LOS
----------------	----------------	------------	---------------	--------------	----------------------	------------	------------	----------------------	--------------------

interseccion 2 HPM

Eastbound											
L	1.40	0.12	26.5	1.000	204	0.50	207.7	0.0	234.2	F	
T	1.41	0.12	26.5	1.000	410	0.50	199.5	0.0	226.0	F	617.7 F
R	3.45	0.12	26.5	1.000	185	0.50	1118	0.0	1144	F	
Westbound											
LTR	1.16	0.28	21.5	1.000	1414	0.50	79.0	0.0	100.5	F	100.5 F
Northbound											
LTR	0.77	0.28	19.7	1.000	1379	0.50	4.2	0.0	23.9	C	23.9 C
Southbound											
LTR	1.91	0.12	26.5	1.000	566	0.50	415.2	0.0	441.7	F	441.7 F
Intersection Delay = 302.2 (sec/veh)						Intersection LOS = F					

SUPPLEMENTAL PERMITTED LT WORKSHEET
for exclusive lefts

Input

	EB	WB	NB	SB
Opposed by Single(S) or Multiple(M) lane approach				
Cycle length, C	60.0			
Total actual green time for LT lane group, G (s)				
Effective permitted green time for LT lane group, g(s)				
Opposing effective green time, go (s)				
Number of lanes in LT lane group, N				
Number of lanes in opposing approach, No				
Adjusted LT flow rate, VLT (veh/h)				
Proportion of LT in LT lane group, PLT				
Proportion of LT in opposing flow, PLTo				
Adjusted opposing flow rate, Vo (veh/h)				
Lost time for LT lane group, tL				
Computation				
LT volume per cycle, LTC=VLT/3600				
Opposing lane util. factor, fLUo	0.908	0.952	0.908	0.908
Opposing flow, Volc=VoC/[3600(No)fLUo] (veh/ln/cyc)				
gf=G[exp(- a * (LTC ** b))]-tL, gf<=g				
Opposing platoon ratio, Rpo (refer Exhibit 16-11)				
Opposing Queue Ratio, qro=Max[1-Rpo(go/C),0]				
gq, (see Exhibit C16-4,5,6,7,8)				
gu=g-gq if gq>=gf, or = g-gf if gq<gf				
n=Max(gq-gf)/2,0)				
PTHo=1-PLTo				
PL*=PLT[1+(N-1)g/(gf+gu/EL1+4.24)]				
EL1 (refer to Exhibit C16-3)				
EL2=Max((1-Ptho**n)/Plto, 1.0)				
fmin=2(1+PL)/g or fmin=2(1+P1)/g				
gdiff=max(gq-gf,0)				
fm=[gf/g]+[gu/g]/[1+PL(EL1-1)], (min=fmin;max=1.00)				
flt=fm=[gf/g]+[gu/g]/[1+PL(EL1-1)]+[gdiff/g]/[1+PL(EL2-1)], (fmin<=fm<=1.00)				
or flt=[fm+0.91(N-1)]/N**				
Left-turn adjustment, fLT				

For special case of single-lane approach opposed by multilane approach, see text.
 * If P1>=1 for shared left-turn lanes with N>1, then assume de-facto left-turn lane and redo calculations.
 ** For permitted left-turns with multiple exclusive left-turn lanes, flt=fm.
 For special case of multilane approach opposed by single-lane approach or when gf>gq, see text.

SUPPLEMENTAL PERMITTED LT WORKSHEET
for shared lefts

Input

	EB	WB	NB	SB
Opposed by Single(S) or Multiple(M) lane approach				
Cycle length, C	60.0			
Total actual green time for LT lane group, G (s)				
Effective permitted green time for LT lane group, g(s)				
Opposing effective green time, go (s)				

interseccion 2 HPM

Number of lanes in LT lane group, N
 Number of lanes in opposing approach, No
 Adjusted LT flow rate, VLT (veh/h)
 Proportion of LT in LT lane group, PLT 0.000 0.185 0.756 0.531
 Proportion of LT in opposing flow, PLTo
 Adjusted opposing flow rate, Vo (veh/h)
 Lost time for LT lane group, tL
 Computation
 LT volume per cycle, LTC=VLTC/3600
 Opposing lane util. factor, fLUo 0.908 0.952 0.908 0.908
 Opposing flow, Volc=VoC/[3600(No)fLUo] (veh/ln/cyc)
 $gf = G[\exp(-a * (LTC ** b))] - tL$, gf<=g
 Opposing platoon ratio, Rpo (refer Exhibit 16-11)
 Opposing Queue Ratio, qro=Max[1-Rpo(go/C),0]
 qq, (see Exhibit C16-4,5,6,7,8)
 gu=g-qq if qq>=gf, or = g-gf if qq<gf
 n=Max(qq-gf)/2,0
 PTHo=1-PLTo
 $PL = PLT[1+(N-1)g/(gf+gu/EL1+4.24)]$
 EL1 (refer to Exhibit C16-3)
 $EL2 = \text{Max}((1-Ptho**n)/Plto, 1.0)$
 $fmin = 2(1+PL)/g$ or $fmin = 2(1+P1)/g$
 $gdiff = \text{max}(qq-gf, 0)$
 $fm = [gf/g] + [gu/g] / [1+PL(EL1-1)]$, (min=fmin;max=1.00)
 $flt = fm = [gf/g] + [gu/g] / [1+PL(EL1-1)] + [gdiff/g] / [1+PL(EL2-1)]$, (fmin<=fm<=1.00)
 or $flt = [fm+0.91(N-1)]/N**$
 Left-turn adjustment, fLT

For special case of single-lane approach opposed by multilane approach, see text.

* If PL>=1 for shared left-turn lanes with N>1, then assume de-facto left-turn lane and redo calculations.

** For permitted left-turns with multiple exclusive left-turn lanes, flt=fm. For special case of multilane approach opposed by single-lane approach or when gf>qq, see text.

SUPPLEMENTAL PEDESTRIAN-BICYCLE EFFECTS WORKSHEET

Permitted Left Turns

EB WB NB SB

Effective pedestrian green time, gp (s)
 Conflicting pedestrian volume, Vped (p/h)
 Pedestrian flow rate, Vpedg (p/h)
 OCCpedg
 Opposing queue clearing green, gq (s)
 Eff. ped. green consumed by opp. veh. queue, gq/gp
 OCCpedu
 Opposing flow rate, Vo (veh/h)
 OCCr
 Number of cross-street receiving lanes, Nrec
 Number of turning lanes, Nturn
 ApbT
 Proportion of left turns, PLT
 Proportion of left turns using protected phase, PLTA
 Left-turn adjustment, fLpb
 Permitted Right Turns
 Effective pedestrian green time, gp (s)
 Conflicting pedestrian volume, Vped (p/h)
 Conflicting bicycle volume, vbic (bicycles/h)
 Vpedg
 OCCpedg
 Effective green, g (s)
 vbicg
 OCCbicg
 OCCr
 Number of cross-street receiving lanes, Nrec
 Number of turning lanes, Nturn
 ApbT
 Proportion right-turns, PRT
 Proportion right-turns using protected phase, PRTA
 Right turn adjustment, fRpb

SUPPLEMENTAL UNIFORM DELAY WORKSHEET

EBLT WBLT NBLT SBLT

Cycle length, C 60.0 sec
 Adj. LT vol from Vol Adjustment worksheet, v
 Página 5

interseccion 2 HPM

v/c ratio from Capacity worksheet, X
 Protected phase effective green interval, g (s)
 Opposing queue effective green interval, gq
 Unopposed green interval, gu
 Red time r=(C-g-gq-gu)
 Arrival rate, qa=v/(3600(max[X,1.0]))
 Protected ph. departure rate, Sp=s/3600
 Permitted ph. departure rate, Ss=s(gq+gu)/(gu*3600)
 XPerm
 XProt
 Case
 Queue at beginning of green arrow, Qa
 Queue at beginning of unsaturated green, Qu
 Residual queue, Qr
 Uniform Delay, d1

DELAY/LOS WORKSHEET WITH INITIAL QUEUE

Appr/ Lane Group	Initial		Uniform Delay		Initial Queue Param. u	Final Unmet Demand Q veh	Initial Queue Delay d3 sec	Lane Group Delay d sec
	Unmet Demand Q veh	Dur. Unmet Demand t hrs.	Unadj. ds	Adj. d1 sec				
Eastbound								
L	0.0	0.00	26.5	26.5	0.00	20.5	0.0	234.2
T	0.0	0.00	26.5	26.5	0.00	42.2	0.0	226.0
R	0.0	0.00	26.5	26.5	0.00	113.5	0.0	1144
Westbound								
LTR	0.0 0.0	0.00	21.5	21.5	0.00	55.5	0.0 0.0	100.5
Northbound								
LTR	0.0 0.0	0.00	21.5	19.7	0.00	0.0	0.0 0.0	23.9
Southbound								
LTR	0.0 0.0	0.00	26.5	26.5	0.00	128.5	0.0 0.0	441.7
Intersection Delay			302.2 sec/veh		Intersection LOS F			

BACK OF QUEUE WORKSHEET

LaneGroup	Eastbound			westbound	Northbound			Southbound		
	L	T	R		LTR	LTR	LTR			
Init Queue	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Flow Rate	286	304	639	600	389	396	396	396	396	396
So	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
No.Lanes	1	2	1	3	0	0	0	0	0	0
SL	1752	1844	1583	1831	1786	1781	1781	1781	1781	1781
LnCapacity	204	215	185	519	506	207	207	207	207	207
Flow Ratio	0.16	0.16	0.40	0.33	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
v/c Ratio	1.40	1.41	3.45	1.16	0.77	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91
Grn Ratio	0.12	0.12	0.12	0.28	0.28	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
I Factor	1.000			1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
AT or PVG	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Pltn Ratio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
PF2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1	4.8	5.1	10.6	10.0	5.9	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
KB	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Q2	11.2	12.1	57.1	13.2	1.6	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2
Q Average	15.9	17.1	67.8	23.2	7.5	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8
Q Spacing	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
Q Storage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q S Ratio										
70th Percentile Output:										
FB%	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
BOQ	19.2	20.6	81.3	27.9	9.2	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0
QSRatio										
85th Percentile Output:										
FB%	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
BOQ	22.5	24.1	94.9	32.6	11.1	43.2	43.2	43.2	43.2	43.2
QSRatio										

interseccion 2 HPM						
90th Percentile Output:						
FB%	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5
BOQ	24.2	26.0	102	34.9	12.1	46.2
QSRatio						
95th Percentile Output:						
FB%	1.6	1.6	1.6	1.6	1.8	1.6
BOQ	26.1	27.9	108	37.4	13.7	49.4
QSRatio						
98th Percentile Output:						
FB%	1.8	1.7	1.7	1.7	2.0	1.7
BOQ	28.1	29.9	115	39.8	15.3	52.5
QSRatio						

ERROR MESSAGES

No errors to report.

ANEXO 8

Ejemplo de Análisis de Capacidad en Condición de Proyecto

INT 02

**Carretera a Cd. Miguel Alemán –
Av. Isidro Sepúlveda Martínez**

Lanes, Volumes, Timings
3: Isidro Sepúlveda & Miguel Alemán

01/07/2011

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations		↑↑↑		↖	↑↑					↘	↑↑	
Volume (vph)	0	778	575	273	1704	0	0	0	0	253	268	190
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	0.91	0.91	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.95
Frt		0.936									0.938	
Flt Protected				0.950						0.950		
Satd. Flow (prot)	0	4760	0	1770	3539	0	0	0	0	1770	3320	0
Flt Permitted				0.950						0.950		
Satd. Flow (perm)	0	4760	0	1770	3539	0	0	0	0	1770	3320	0
Right Turn on Red			Yes			Yes			Yes			Yes
Satd. Flow (RTOR)		152									19	
Link Speed (k/h)		50			50			50			50	
Link Distance (m)		143.1			33.2			95.5			95.5	
Travel Time (s)		10.3			2.4			6.9			6.9	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	0	846	625	297	1852	0	0	0	0	275	291	207
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	0	1471	0	297	1852	0	0	0	0	275	498	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right
Median Width(m)		3.6			3.6			3.6			3.6	
Link Offset(m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8			4.8			4.8			4.8	
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25		15	25		15	25		15	25		15
Turn Type				Split						custom		
Protected Phases		1		2	2					3	3	
Permitted Phases					1					3	3	
Minimum Split (s)		20.0		20.0	20.0					20.0	20.0	
Total Split (s)	0.0	36.0	0.0	42.0	42.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.0	42.0	0.0
Total Split (%)	0.0%	30.0%	0.0%	35.0%	35.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	35.0%	35.0%	0.0%
Maximum Green (s)		32.5		38.5	38.5					38.5	38.5	
Yellow Time (s)		3.0		3.0	3.0					3.0	3.0	
All-Red Time (s)		0.5		0.5	0.5					0.5	0.5	
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Lost Time (s)	4.0	3.5	4.0	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5	3.5	4.0
Lead/Lag		Lag		Lead	Lead							
Lead-Lag Optimize?		Yes		Yes	Yes							
Walk Time (s)		5.0		5.0	5.0					5.0	5.0	
Flash Dont Walk (s)		11.0		11.0	11.0					11.0	11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)		0		0	0					0	0	
Act Effct Green (s)		32.5		38.5	74.5					38.5	38.5	
Actuated g/C Ratio		0.27		0.32	0.62					0.32	0.32	
v/c Ratio		1.14dr		0.52	0.84					0.48	0.46	
Control Delay		76.7		10.9	23.7					36.3	32.9	
Queue Delay		10.4		97.5	246.8					180.3	0.0	
Total Delay		87.1		108.4	270.5					216.6	32.9	
LOS		F		F	F					F	C	

Lanes, Volumes, Timings

3: Isidro Sepúlveda & Miguel Alemán

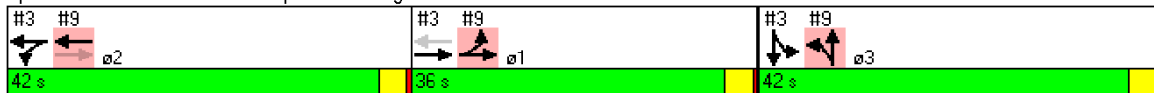
01/07/2011

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Approach Delay		87.1			248.1							98.2
Approach LOS		F			F							F
Queue Length 50th (m)		~135.0		24.6	259.7					54.6	49.5	
Queue Length 95th (m)		#166.5		m25.6	m259.9					81.8	66.2	
Internal Link Dist (m)		119.1			9.2			71.5			71.5	
Turn Bay Length (m)												
Base Capacity (vph)		1400		568	2197					568	1078	
Starvation Cap Reductn		0		319	1001					0	0	
Spillback Cap Reductn		34		0	0					369	0	
Storage Cap Reductn		0		0	0					0	0	
Reduced v/c Ratio		1.08		1.19	1.55					1.38	0.46	

Intersection Summary


















Area Type: Other
 Cycle Length: 120
 Actuated Cycle Length: 120
 Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:WBTL and 6., Start of Green
 Natural Cycle: 80
 Control Type: Pretimed
 Maximum v/c Ratio: 1.05
 Intersection Signal Delay: 167.8 Intersection LOS: F
 Intersection Capacity Utilization 110.1% ICU Level of Service H
 Analysis Period (min) 15
 ~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite.
 Queue shown is maximum after two cycles.
 # 95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer.
 Queue shown is maximum after two cycles.
 m Volume for 95th percentile queue is metered by upstream signal.
 dr Defacto Right Lane. Recode with 1 though lane as a right lane.

Splits and Phases: 3: Isidro Sepúlveda & Miguel Alemán



Lanes, Volumes, Timings
9: Miguel Alemán &

01/07/2011

												
Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	257	774	0	0	1431	41	546	97	136	0	0	0
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Util. Factor	1.00	0.95	1.00	1.00	0.91	0.91	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00
Frt					0.996			0.912				
Flt Protected	0.950						0.950					
Satd. Flow (prot)	1770	3539	0	0	5065	0	1770	3228	0	0	0	0
Flt Permitted	0.950						0.950					
Satd. Flow (perm)	1770	3539	0	0	5065	0	1770	3228	0	0	0	0
Right Turn on Red			Yes			Yes			Yes			Yes
Satd. Flow (RTOR)					4			148				
Link Speed (k/h)		50			50			50				50
Link Distance (m)		33.2			63.6			78.4				107.1
Travel Time (s)		2.4			4.6			5.6				7.7
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	279	841	0	0	1555	45	593	105	148	0	0	0
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	279	841	0	0	1600	0	593	253	0	0	0	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right
Median Width(m)		3.6			3.6			3.6				3.6
Link Offset(m)		0.0			0.0			0.0				0.0
Crosswalk Width(m)		4.8			4.8			4.8				4.8
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25		15	25		15	25		15	25		15
Turn Type	Split						Split					
Protected Phases	1	1			2		3	3				
Permitted Phases		2										
Minimum Split (s)	20.0	20.0			20.0		20.0	20.0				
Total Split (s)	36.0	36.0	0.0	0.0	42.0	0.0	42.0	42.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Split (%)	30.0%	30.0%	0.0%	0.0%	35.0%	0.0%	35.0%	35.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Maximum Green (s)	32.5	32.5			38.5		38.5	38.5				
Yellow Time (s)	3.0	3.0			3.0		3.0	3.0				
All-Red Time (s)	0.5	0.5			0.5		0.5	0.5				
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Lost Time (s)	3.5	3.5	4.0	4.0	3.5	4.0	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0
Lead/Lag	Lag	Lag			Lead							
Lead-Lag Optimize?	Yes	Yes			Yes							
Walk Time (s)	5.0	5.0			5.0		5.0	5.0				
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0			11.0		11.0	11.0				
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0			0		0	0				
Act Effct Green (s)	32.5	74.5			38.5		38.5	38.5				
Actuated g/C Ratio	0.27	0.62			0.32		0.32	0.32				
v/c Ratio	0.58	0.38			0.98		1.04	0.22				
Control Delay	27.3	11.1			59.1		89.9	12.7				
Queue Delay	150.6	176.5			0.1		641.8	0.0				
Total Delay	177.9	187.6			59.2		731.6	12.7				
LOS	F	F			E		F	B				

Lanes, Volumes, Timings

9: Miguel Alemán &

01/07/2011

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Approach Delay		185.2			59.2			516.6				
Approach LOS		F			E			F				
Queue Length 50th (m)	26.5	38.7			143.3		~159.4	9.5				
Queue Length 95th (m)	m27.9	m39.0			#179.6		#230.6	19.6				
Internal Link Dist (m)		9.2			39.6			54.4			83.1	
Turn Bay Length (m)												
Base Capacity (vph)	479	2197			1628		568	1136				
Starvation Cap Reductn	267	1590			0		0	0				
Spillback Cap Reductn	0	0			1		336	0				
Storage Cap Reductn	0	0			0		0	0				
Reduced v/c Ratio	1.32	1.39			0.98		2.56	0.22				

Intersection Summary

Area Type: Other
 Cycle Length: 120
 Actuated Cycle Length: 120
 Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:WBTL and 6:, Start of Green
 Natural Cycle: 80
 Control Type: Pretimed
 Maximum v/c Ratio: 1.05
 Intersection Signal Delay: 207.3 Intersection LOS: F
 Intersection Capacity Utilization 110.1% ICU Level of Service H
 Analysis Period (min) 15
 ~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite.
 Queue shown is maximum after two cycles.
 # 95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer.
 Queue shown is maximum after two cycles.
 m Volume for 95th percentile queue is metered by upstream signal.

Splits and Phases: 9: Miguel Alemán &

