



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

**PROYECTO EJECUTIVO PARA EL
SEÑALAMIENTO VERTICAL EN UNA
VÍA PRIMARIA DEL DISTRITO FEDERAL**

TESIS

Que para obtener el grado de
MAESTRO EN INGENIERÍA EN TRÁNSITO Y TRANSPORTE

Presenta:

Arq. Juan Carlos Terrazas Pacheco

Asesor de tesis:

M.I. José Luis Stefanoni Minutti

México, D.F.

Febrero 2015



BUAP

OFICIO SIEP No. 3623/ 2014

ARQ. JUAN CARLOS TERRAZAS PACHECO

*Maestría en Ingeniería, opción terminal Tránsito y Transporte
Presente.*

El suscrito M.I. Edgar Iram Villagrán Arroyo, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a su solicitud de aprobación de Tema de Tesis, le autoriza desarrollar el tema intitulado: **“Proyecto ejecutivo para el señalamiento vertical en una vía primaria del Distrito Federal”**, para obtener el grado de Maestro en Ingeniería con opción terminal Tránsito y Transporte. Asignándose como Asesor de Tesis al M. en I. José Luis Stefanoni Minutti.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

“Pensar bien, para vivir mejor”

Puebla, Puebla a 24 de octubre de 2014

M.I. EDGAR IRAM VILLAGRÁN ARROYO
Director de la Facultad de Ingeniería



C.c.p. M. en I. José Luis Stefanoni Minutti. Asesor Tema tesis.

C.c.p. Archivo

GJS/JCI/dsm.

49

Asunto: Permiso de impresión de tesis

M. I. EDGAR ERAM VILLAGRÁN ARROYO
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
DE LA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
PRESENTE

Por medio de la presente el suscrito **M. I. JOSÉ LUIS STEFANONI MINUTTI**, asesor del tema de tesis denominada **“PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SEÑALAMIENTO VERTICAL EN UNA VÍA PRIMARIA DEL DISTRITO FEDERAL”**, elaborada por el **ARQ. JUAN CARLOS TERRAZAS PACHECO** según autorización del tema en oficio **Nº3623/2014** de fecha 24 de octubre de 2014 y siendo ello requisito necesario para su defensa en el examen de grado de **MAESTRO EN INGENIERÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE**, me permito informar a usted, que después de haber revisada la mencionada tesis, no existe inconveniente alguno en autorizar la impresión de la misma.

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

Atentamente

H. Puebla de Z. a 20 de Febrero de 2015



M. I. JOSÉ LUIS STEFANONI MINUTTI

Asesor de Tesis

C.C.P. Dr. Gabriel Jiménez Suárez.- Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado Facultad de Ingeniería de la B.U.A.P.

C.C.P. M. I. Jorge Antonio Caraza Islas.- Coordinador de la Maestría en Tránsito y Transporte de la Facultad de Ingeniería de la B.U.A.P.

C.C.P. Arq. Juan Carlos Terrazas Pacheco.

C.C.P. Interesado.

Dedicatoria

Gracias a esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda, ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado, Con todo mi cariño esta tesis se las dedico a ustedes.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	IX
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	X
JUSTIFICACIÓN.....	X
OBJETIVOS	xi
Objetivo General	xi
Objetivos Específicos	xii
HIPÓTESIS	xii
METODOLOGÍA.....	xii
Método Inductivo	xii
Método Descriptivo	xii
CAPÍTULO I	1
1. DESARROLLO DEL PROYECTO	1
1.1. METODOLOGÍA.....	1
1.2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	4
1.3. INFRAESTRUCTURA VIAL	7
1.3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE VIALIDADES.....	7
1.3.2. LEVANTAMIENTO FÍSICO DE INTERSECCIONES.....	9
CAPÍTULO II	11
2. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	11
2.1. INVENTARIO VIAL	12
2.2. ESTUDIOS OPERATIVOS	14
CAPÍTULO III	16
3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL	16
3.1. USO DE SUELO PREDOMINANTE	16
3.2. JERARQUIZACIÓN VIAL Y SENTIDOS DE CIRCULACIÓN.....	19
3.3. SECCIÓN TRANSVERSAL.....	20
3.3.1. SEÑALAMIENTO	23
3.3.2. SEMÁFOROS	32

3.4.3.	CONDICIONES DE LAS SUPERFICIE DE RODAMIENTO	35
3.5.	ANÁLISIS OPERATIVO	36
3.5.1.	VOLÚMENES VEHICULARES	36
3.5.2.	VOLÚMENES PEATONALES	52
3.5.3.	VOLÚMENES DE CICLISTAS	53
3.5.4.	FLUJO DE SATURACIÓN	55
3.5.5.	ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO	56
3.5.6.	TIEMPOS DE RECORRIDO Y DEMORAS	75
3.5.7.	TRANSPORTE PÚBLICO	81
3.5.8.	CONDICIONES DE ESTACIONAMIENTO EN LA VÍA PÚBLICA	82
3.5.9.	CONDICIONES DE LAS SUPERFICIE DE RODAMIENTO	84
3.5.10.	PARAMETROS DE CONGESTIONAMIENTO	84
CAPÍTULO IV	86
4.	PROPUESTAS DE SOLUCIÓN	86
4.1.	ESTACIONES DE MONITOREO	86
4.2.	SEÑALES DE LEDS	90
4.3.	PROYECTO DE SEÑALAMIENTO	91
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	95

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1 Características físicas de vialidades que cruzan la Av. Chapultepec sentido Oriente – Poniente. ..	5
Cuadro 1.2 Características físicas de vialidades que cruzan la Av. Chapultepec sentido Poniente-Oriente.	6
Cuadro 1.3 Nombres por tramos de Av. Chapultepec.	7
Cuadro 1.4 Características físicas del Corredor.	8
Cuadro 3.1 Porcentaje por uso de suelo.	17
Cuadro 3.2 Características físicas de Vialidades que cruzan la Av. Chapultepec sentido Poniente-Oriente....	19
Cuadro 3.3 Características físicas de Vialidades que cruzan la Av. Chapultepec sentido Oriente-Poniente....	20
Cuadro 3.4 Participación por Señal	23
Cuadro 3.5 Número de Señales Informativas.	25
Cuadro 3.6 Número de Señales Restrictivas.	26
Cuadro 3.7 Número de Señales Preventivas.	27
Cuadro 3.8 Número de Señales.	28
Cuadro 3.9 Número de Señales	29
Cuadro 3.10 Resumen en HMD en cada Estación Maestra en ambos sentidos.	48
Cuadro 3.11 Resumen de aforos direccionales en intersecciones importantes.	49
Cuadro 3.12 Resumen de aforos peatonales en intersecciones.	52
Cuadro 3.13 Tabla resumen de aforo de ciclistas en intersecciones.	53
Cuadro 3.14 Características principales de operación de intersecciones.	59
Cuadro 3.15 Niveles de Servicio y Características.	61
Cuadro 3.16 Niveles de servicio en HMD actuales entre semana	61
Cuadro 3.17 Velocidades sentido Poniente-Oriente (am).....	77
Cuadro 3.18 Velocidades sentido Oriente-Poniente (am).....	78
Cuadro 3.19 Velocidades sentido Poniente-Oriente (pm)	79
Cuadro 3.20 Velocidades sentido Oriente- Poniente (pm).....	79
Cuadro 3.21 Resumen de Demoras	80
Cuadro 3.22 Resumen de Transporte Público.	81
Cuadro 4.1 Localización de detectores en zonas de conflicto.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Metodología de Trabajo.	2
Figura 1.1 Localización Regional – Urbana.	5
Figura 1.2 Levantamiento de planimetría en intersecciones.	9
Figura 2.1 Actividades de Trabajos de Campo.	12
Figura 3.1 Participación por uso de suelo detectado.	17
Figura 3.2 Tramo 1. Sección Tipo.....	20
Figura 3.3 Tramo 2 Sección Tipo.....	21
Figura 3.4 Tramo 3 Sección Tipo.....	21
Figura 3.5 Tramo 4 Sección Tipo.....	22
Figura 3.6 Tramo 5 Sección Tipo.....	22
Figura 3.7 Tramo 6 Sección Tipo.....	22
Figura 3.8 Participación Por Señal.	23
Figura 3.9 Participación Por Tipo de Señal Informativa.....	25
Figura 3.10 Participación Por Señal Restrictiva.	27
Figura 3.11 Participación Por Señal Preventiva.	28
Figura 3.12 Participación Por Señal.	29
Figura 3.13 Ejemplo del Inventario de Señalamiento.....	31
Figura 3.14 Ubicación de Intersecciones Semaforizadas (Fragmento).....	34
Figura 3.15 Condiciones de la Superficie de Rodamiento	35
Figura 3.16 Ubicación de Estaciones Maestras.	37
Figura 3.17 Variación Horaria Vehicular sentido Poniente-Oriente.	38
Figura 3.18 Composición por Tipo de Vehículo.	39
Figura 3.19 Variación Horaria Vehicular Sentido Oriente-Poniente.....	40
Figura 3.20 Composición por tipo de Vehículo.....	41
Figura 3.21 Variación Horaria Vehicular ambos sentidos Em-01.	42
Figura 3.22 Composición por Tipo de Vehículo ambos sentidos Em-01.....	43
Figura 3.23 Gráfica de Variación Horaria de la Demanda Vehicular.	44
Figura 3.24 Composición Vehicular.	45
Figura 3.25 Gráfica de Variación Horaria de la Demanda Vehicular.	46
Figura 3.26 Composición Vehicular.	47
Figura 3.27 Gráfica de Variación Horaria de la Demanda Vehicular en ambos sentidos.	48
Figura 3.28 Geometría y microsimulación en la intersección	64
Figura 3.29. Geometría y microsimulación en la intersección	64
Figura 3.30 Geometría y microsimulación de la intersección	65
Figura 3.31 Geometría y microsimulación de la intersección	66
Figura 3.32 Geometría y microsimulación de la intersección	66
Figura 3.33 Geometría y microsimulación de la intersección	67
Figura 3.34 Geometría y microsimulación de la intersección	68
Figura 3.35 Geometría y microsimulación de la intersección	68
Figura 3.36 Geometría y microsimulación de la intersección	69

Figura 3.37 Geometría y microsimulación de la intersección	70
Figura 3.38 Geometría y microsimulación de la intersección	70
Figura 3.39 Geometría y microsimulación de la intersección	71
Figura 3.40 Geometría y microsimulación de la intersección	72
Figura 3.41 Geometría y microsimulación de la intersección	72
Figura 3.42 Geometría y microsimulación de la intersección	73
Figura 3.43 Geometría y microsimulación de la intersección	74
Figura 3.44 Puntos de control sobre la Av. Chapultepec.....	76
Figura 3.45 Condiciones de estacionamiento en la vía pública.....	83
Figura 4.1 Ubicación de detectores en zonas de conflicto	88
Figura 4.2 Localización propuesta de los sensores en zona de conflicto sobre La Av. Chapultepec pasando el cruce con Dr. Rafael Lucio.....	89
Figura 4.3 Tablero Dinámico de Mensaje Variable.....	90
Figura 4.4 Localización propuesta de los tableros dinámicos de mensaje variable sobre la Av. Chapultepec	91

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3.1 Semáforos en postes Tipo Látigo en Av. Sonora con Av. Chapultepec.	32
Fotografía 3.2 Semáforos en postes Tipo Látigo en Bolívar con Fray Servando Teresa de Mier.	33
Fotografía 4.1 Zona Propuesta para la Instalación de la Estación de Monitoreo.....	89

INTRODUCCIÓN

Día a día las ciudades de México registran mayores cantidades de vehículos 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 afectados. Aun cuando se han realizado esfuerzos en materia de infraestructura vial y mejoras al transporte público por parte de las autoridades de los tres niveles (Municipal, Estatal y Federal), los problemas persisten porque el crecimiento se mantiene en aumento. Esto lleva a reflexionar sobre el fenómeno; efectivamente, como la situación es dinámica así deben ser también las propuestas de solución al problema. Una propuesta o varias no deben ser necesariamente la solución única o definitiva y, en consecuencia, se deben llevar y plantear diversas actividades inherentes a la problemática vial de forma constante y continua. Un caso que reviste una gran importancia es la Ciudad de México y su zona metropolitana que es un conglomerado urbano que se caracteriza por la gran problemática vial existente; las autoridades locales se han esforzado para mitigar o reducir sus efectos mediante la ejecución de estudios y obras de alto nivel; sin embargo, los problemas persisten y sin duda, sino se efectuaran estas actividades, se tendría un cuadro más agudo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo y crecimiento de las zonas urbanas en el país es un fenómeno que ha tenido un gran avance en las últimas dos décadas; este fenómeno está provocando una serie de impactos urbanos negativos, entre los que destacan los problemas de la vialidad y el tránsito; en efecto, los sistemas viales son el reflejo de los crecimientos urbanos porque es a través de ellos como se desplazan los bienes y personas, lo que significa que mientras mayor sea el crecimiento urbano mayor será el flujo de vehículos y en consecuencia, los problemas de circulación vial se agudizan.

Lo anterior significa que el incremento de la actividad urbana ha provocado problemas de operación y seguridad vial, así lo manifiesta sus dos aspectos más inherentes como son los congestionamientos y accidentes de tránsito que se registran, no solo en las ciudades, sino también en las carreteras nacionales.

Con el crecimiento paulatino de las ciudades a través de los años, los congestionamientos del tránsito vehicular en las principales vialidades o carreteras se han 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.

JUSTIFICACIÓN

Es inevitable que varias zonas de la ciudad presenten problemas de congestionamientos y situaciones caóticas producto, no solo del crecimiento urbano, sino también del entorno que envuelve a la ciudad, ya que al ser capital del país, no está exenta de las situaciones sociales como son las marchas y protestas multitudinarias que obstaculizan y paralizan al tránsito en varios puntos de la ciudad. En este contexto, es necesario mantener los esfuerzos y continuar con los propuestas de solución de forma integral, ya que como se ha destacado, intervienen varios aspectos técnicos – sociales; medidas como: los sistemas BRT (Bus Rapid Transit por sus siglas en inglés), construcción de segundos niveles, puentes o distribuidores viales,

semáforos conectados a centros computarizados, entre otros, que han contribuido de forma favorable al mejoramiento de la circulación vial, pero aún se requieren otras actividades.

Precisamente como parte de estas actividades se encuentra la renovación del señalamiento de tránsito vertical, que desde un punto de vista técnico es el principal elemento dentro de la infraestructura vial que requiere revisarse para mejorar la operación y, a su vez, la seguridad vial. Para ello, las autoridades del Distrito Federal están planteando una estrategia general que consiste en definir corredores viales considerados de mayor importancia dentro de la estructura vial de la ciudad, donde se requiere de un señalamiento dinámico que permita canalizar y orientar adecuadamente al tránsito y en caso de contingencias sociales, que permitan al usuario tomar mejores decisiones antes de entrar a las zonas de conflicto.

Por lo anteriormente señalado, la falta de un señalamiento que cumpla todas y cada una de las normas vigentes en la Ciudad de México y que contribuya a mejorar la circulación vehicular, se genera la necesidad de realizar un **Proyecto Ejecutivo para el Señalamiento vertical en una vía primaria del Distrito Federal**, que contenga los requerimientos necesarios para la evaluación de un corredor vial.

OBJETIVOS

Objetivo General

Elaborar un Diagnóstico sobre las condiciones actuales de operación y seguridad vial del Corredor conocido como Av. Chapultepec en la Ciudad de México, donde se describirán las características principales de los elementos del tránsito, tomando como base el inventario del señalamiento vertical, planteando soluciones con mejoras tecnologías de punta en materia de dispositivos para el control del tránsito vehicular.

Objetivos Específicos

Mejorar la operación del sistema vial con mejores y eficientes sistemas de señales que verdaderamente permitan orientar de forma anticipada al usuario de la vialidad.

- Diagnosticar la operación vial del corredor, considerando como parte fundamental el inventario de señalamiento.
- Elevar el nivel de servicio en las intersecciones más relevantes sobre el corredor vial.

HIPÓTESIS

Un correcto estudio de tránsito permite obtener las herramientas que proporcionen la información de la operación de un corredor vial y con ello mejorar la movilidad, disminuir los tiempos de recorrido y los costos generalizados de viaje.

METODOLOGÍA

La metodología que se aplicará en la presente tesis consta de dos métodos que a continuación se describen:

Método Inductivo: La inducción se refiere al movimiento del pensamiento que va de los hechos particulares a afirmaciones de carácter general.

Método Descriptivo: Este método se fundamenta en observar y describir los hechos y problemas actuales presentes en la vialidad en estudio. Recoge y tabula los datos obtenidos tanto en dependencias (datos históricos) como en campo para analizarlo e interpretarlos de manera imparcial.

CAPÍTULO I

1. DESARROLLO DEL PROYECTO

Este capítulo está dirigido a describir la metodología que se utilizó para el desarrollo de la presente tesis, en el mismo se describe a detalle cada uno de los lineamientos que se seguirán para una correcta ejecución del estudio de tránsito. Además se detallan las características principales del corredor y su área de influencia.

1.1. METODOLOGÍA

Este apartado está dirigido a explicar la metodología utilizada, 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 de mayor aceptación de la ingeniería de tránsito, respetando la normatividad y recomendaciones de la SETRAVI, Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y la Secretaría de Desarrollo Social.

La parte fundamental del trabajo se basa en los 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 de la infraestructura vial. La finalidad es contar con información necesaria y suficiente para poder realizar el diagnóstico del área de influencia del corredor. Con este fundamento se presenta las siguientes actividades realizadas en el estudio y que se refieren a los capítulos con los cuales se estructuró el presente documento. En la **Figura 1** se presenta cada una de las etapas que conforman la metodología de estudio.

Figura 1 Metodología de Trabajo.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se hace una breve descripción de las diferentes etapas que conforman el estudio:

Etapa 1. Características Generales del Área de Estudio

Este apartado describe los aspectos regionales y urbanos del corredor, definiendo el sistema vial inherente al mismo y donde se efectuarán los trabajos de recopilación de información. Consiste en la obtención de información documental y de campo, necesaria, para realizar los análisis correspondientes a la operación actual del tránsito.

Etapa 2. Recopilación de la Información (Trabajos de Campo)

En esta Etapa se presenta la metodología específica para llevar a cabo la recopilación de la información; se describen las principales actividades a desarrollar para obtener la información de forma directa en el sitio de trabajo. En lo correspondiente a la información de campo, se realizaron: Inventario de las condiciones de estacionamiento, de los dispositivos de control del tránsito, aforos vehiculares, usos del suelo, transporte público, revisión del estado de los pavimentos, entre otros.

Etapa 3. Procesamiento y Análisis de la Información.

Una vez obtenida la información de campo, esta se procesó y analizó con programas especializados para este fin. Presenta el análisis operacional actual del corredor y su área de estudio, derivado de la recopilación de información y los métodos de análisis viales actuales.

Etapa 4. Diagnóstico de la Operación Vial en el Corredor.

Con base en los análisis operacionales se emitió un diagnóstico del corredor, donde se pondrá de manifiesto la problemática o situación actual que guarda este corredor. Se obtuvo un esquema cuantitativo de la operación del tránsito en el corredor, en términos de inventarios, de capacidad y niveles de servicio. Partiendo de estas características del tránsito se identificaron los principales conflictos, así como, las posibles causas que los provocan. Este diagnóstico corresponde a la situación actual.

Etapa 5: Conclusiones y Recomendaciones.

Se darán las conclusiones sobre el diagnóstico, señalando los principales puntos a tratar y derivado de estos las recomendaciones respectivas. En esta etapa y con base a la información analizada se definen las conclusiones y recomendaciones para mejorar el flujo del tránsito vehicular. Se consideran mejoras en el señalamiento vertical alto y bajo, implementación de señales dinámicas, reforzamiento de las restricciones de estacionamiento en la vía pública, reprogramación de los semáforos. La elaboración de la presente tesis contendrá una metodología que muestre a detalle el desarrollo del estudio, incluyendo las recomendaciones y conclusiones basadas en el diagnóstico.

Por último, cabe señalar que el proceso metodológico tiene el firme propósito de dar los elementos técnicos suficientes para la toma de decisiones y que, como se mencionó, sea la base para el proyecto definitivo de señalamiento.

1.2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

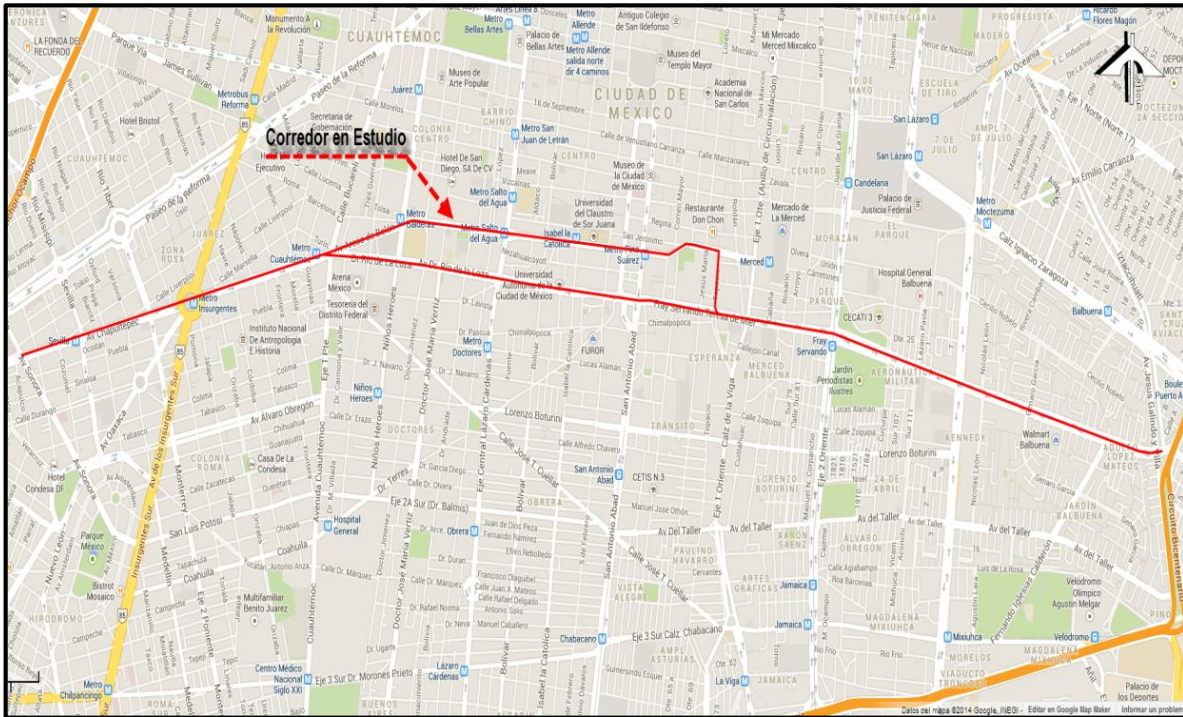
Al respecto, el corredor vial Av. Chapultepec, se localiza dentro de la Ciudad de México, esto significa que su área de atención es en la misma ciudad y tiene una continuidad hacia Poniente por la Circuito Bicentenario (Calz. Melchor Ocampo) y hacia el Oriente con El Circuito Bicentenario (Av. Jesús Galindo y villa). Se remarca este hecho en virtud de que la buena operación de un corredor vial está en función de su continuidad.

Continuando con su localización y de forma más precisa, se ubica en la zona Sur-Poniente del centro de la ciudad con una orientación Poniente-Oriente-Poniente. Su operación de Circuito Bicentenario (Calz. Melchor Ocampo) hasta el Eje 1 Poniente (Cuauhtémoc) es de doble sentido de circulación (Poniente-Oriente-Poniente) y del Eje 1 Poniente (Cuauhtémoc) hasta la Calle de Topacio es solo sentido Poniente-Oriente y caso contrario de Calle Topacio al Eje 1 Poniente (Cuauhtémoc) es Sentido Oriente-Poniente Formando un par vial, por ultimo del Tramo de la Calle Topacio hasta el Circuito Bicentenario (Av. Jesús Galindo y Villa) el sentido de circulación es doble.

Su sección transversal a lo largo de su trayectoria es variable, teniendo tramos de 3, 4 y 5 carriles por sentido separados por un camellón central en algunos tramos. Hay un tramo con laterales con 2 y 3 carriles por sentido.

Adicionalmente en dos tramos del corredor en estudio de Av. Chapultepec se cuenta con Líneas del Metro, Metro Bus y estaciones para el ascenso y descenso de sus usuarios. Este corredor en su tramo en estudio presenta una longitud de aproximadamente 11.05 Kilómetros y comprende Av. Sonora al Circuito Bicentenario (Av. Jesús Galindo y Villa). La **Figura 1.1** muestra la ubicación del corredor dentro de la ciudad, así como su trayectoria.

Figura 1.1 Localización Regional – Urbana.



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes disponibles en Google Maps.

En su trayectoria esta avenida cruza importantes vialidades primarias, destacando entre ellas las que se indican en los **Cuadros 1.1 y 1.2** indicando el sentido de circulación y el número de carriles por sentido.

Cuadro 1.1 Características físicas de vialidades que cruzan la Av. Chapultepec sentido Oriente – Poniente.

VIALIDAD	SENTIDO	ORIENTACIÓN	CARACTERÍSTICAS POR SENTIDO
Topacio	Único	Sur-Norte	2 Carriles
José María Pino Suarez	Único	Norte-Sur	5 Carriles
Bolívar	Único	Norte-Sur	2 Carriles
Eje Central Lázaro Cárdenas	Único	Sur-Norte	4 Carriles, 1 Carril exclusivo de Transporte Público y un Carril de contra flujo de Transporte Público.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 1.2 Características físicas de vialidades que cruzan la Av. Chapultepec sentido Poniente-Oriente.

VIALIDAD	SENTIDO	ORIENTACIÓN	CARACTERÍSTICAS POR SENTIDO
Av. Sonora	Único	Sur-Norte	2 y 4 Carriles
Eje 3 Poniente. Salamanca	Único	Norte-Sur	5 y 6 Carriles
Eje 2 Poniente. Monterrey	Único	Sur-Norte	4 Carriles
Av. Insurgentes Sur	Doble	Sur-Norte-Sur	2 Carriles, 1 Carril de Metrobús y 1 Carril de Contra Flujo de Metrobús
Eje 1 Poniente. Cuauhtémoc	Doble	Sur-Norte-Sur	2 y 3 Carriles, 1 Carril de Metrobús y 1 Carril de Contra Flujo Metrobús
Dr. José María Vertíz	Doble	Sur-Norte-Sur	2 y 3 Carriles, 1 Carril de Metrobús y un Carril de Contra flujo de Metrobús.
Eje Central Lázaro Cárdenas	Único	Sur-Norte	4 Carriles, 1 Carril exclusivo de Transporte Público y un Carril de contra flujo de Transporte Público.
Bolívar	Único	Norte-Sur	2 Carriles
Anillo de Circunvalación	Único	Norte-Sur	5 y 6 Carriles, 1 Carril de Transporte Público y 1 Carril de contra flujo de Transporte Público.
Eje 2 Oriente. Av. H. Congreso de la Unión	Único	Sur-Norte	4 Carriles, 1 Carril de transporte Público y 1 Carril de Contra Flujo de Transporte Público
Eje 3 Oriente. (Francisco del Paso y Troncoso)	Doble	Sur-Norte-Sur	3 Carriles y 2 carriles Laterales
Av. Jesús Galindo y Villa	Único	Norte-Sur	4 Carriles

Fuente: Elaboración propia.

En estas vías principales se tiene, como denominador común, que la dirección es de Sur – Norte - Sur (son perpendiculares a la **Av. Chapultepec**) y que se localizan en algunas de ellas sistemas de transporte público, lo que es un signo de la importancia que tiene el corredor por la transferencias modales que existen y, que de acuerdo a la lógica, deben estar debidamente señalizadas para su ubicación y orientación.

El resto del sistema es referente a calles secundarias y locales, donde se puede afirmar que en su mayoría son calles que forman pares viales, esto por sus dimensiones que no permiten el doble sentido.

La Av. Chapultepec se caracteriza por presentar varios nombres a lo largo de su trayectoria, como se indica en el **Cuadro 1.3**.

Cuadro 1.3 Nombres por tramos de Av. Chapultepec.

NOMBRE DE LA AV. CHAPULTEPEC	DESDE	HASTA	LONG (KM)
PONIENTE A ORIENTE			
Av. Chapultepec	Av. Sonora	Eje 1 Poniente. (Cuauhtémoc)	2.20
Dr. Río de la Loza	Eje 1 Poniente. (Cuauhtémoc)	Eje Central Lázaro Cárdenas	1.18
Fray Servando Teresa de Mier	Eje Central Lázaro Cárdenas	Av. Jesús Galindo Villa	5.12
			8.5
ORIENTE A PONIENTE			
San Pablo	Calle Topacio	José María Pino Suarez	0.86
José María Iza zaga	José María Pino Suarez	Eje Central Lázaro Cárdenas	0.95
Av. Arcos de Belén	Eje Central Lázaro Cárdenas	Eje 1 Poniente. (Cuauhtémoc)	1.19
			3.0
		Total	11.5

Fuente: Elaboración propia.

Por último, este corredor permite la comunicación entre las Delegaciones de: Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Iztacalco, Venustiano Carranza, Cuauhtémoc, así como de colonias importantes como: La Condesa, Zona Rosa, Roma, Juárez, Doctores, Centro, Obrera, Esperanza, Merced Balbuena, Morazán, Jardín Balbuena, Adolfo López Mateos, entre otras. Bajo este marco de referencia se circunscribe el corredor y donde se efectuó el presente trabajo.

1.3. INFRAESTRUCTURA VIAL

1.3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE VIALIDADES

Mediante visitas y recorridos a la zona de estudio al corredor de la **Av. Chapultepec**, se realizó la planeación de los estudios, basado en la metodología explicada con anterioridad. A partir de dichas visitas se definió la red vial de influencia, para ubicar, de manera estratégica, los puntos de análisis.

Como punto de partida, para realizar los estudios de campo de la ingeniería de tránsito, en especial los inventarios del corredor, se obtuvo el plano base, el cual se adquirió en las instalaciones del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Dicha información contiene el plano con la traza urbana de la zona y la geometría a lo largo del corredor en archivo electrónico formato dwg (Auto-Cad).

Se obtuvo un plano base de la zona a partir del archivo obtenido por el INEGI, el cual se cotejó en campo mediante recorridos realizados, para verificar la existencia de posibles modificaciones en los últimos años, y así poder emplearlo como plano base, con el fin de realizar un análisis detallado de la operación del tránsito.

Para estar seguros y garantizar la geometría del corredor, se verifico directamente en campo su trazo y geometría, que consistió en realizar el levantamiento de secciones transversales con cinta métrica, las cuales incluyeron: Límites de paramentos (Construcciones), anchos de banquetas, camellones centrales y laterales (en caso de que existirán estos) y ancho de calzadas. Estas secciones se levantaron para cada tramo donde se tenía una variación transversal importante. Para las intersecciones más importantes y que fueron analizadas en este estudio se levantó la sección transversal de cada acceso y así contar con un plano con la geometría confiable. En el **Cuadro 1.4** se presenta las características físicas del corredor vial analizado.

Cuadro 1.4 Características físicas del Corredor.

NOMBRE DEL CORREDOR VIAL	DE	A	CARRILES CENTRALES POR SENTIDO	CARRILES LATERALES
Av. Chapultepec	Av. Sonora	Av. Insurgentes Sur	2	4 y 3
	Av. Insurgentes Sur	Eje 1 Poniente. (Cuauhtémoc)	4	
	Eje 1 Poniente. (Cuauhtémoc)	Isabel La Católica	8 (Sentido Único)	
	Isabel La Católica	San Antonio Abad	2 (Sentido Único)	1 y 2
	San Antonio Abad	Eje 1 Oriente Calz. De la Viga	4 (Sentido Único)	
	Eje 1 Oriente Calz. De la Viga	Eje 2 Oriente. (Av. H. Congreso de la Unión)	4	
	Eje 2 Oriente. (Av. H. Congreso de la Unión)	Calle Sur 103	6	2
	Calle Sur 103	Genaro García	3	2
	Genaro García	Av. Jesús Galindo y Villa	4	2

Fuente: Elaboración propia.

1.3.2. LEVANTAMIENTO FÍSICO DE INTERSECCIONES

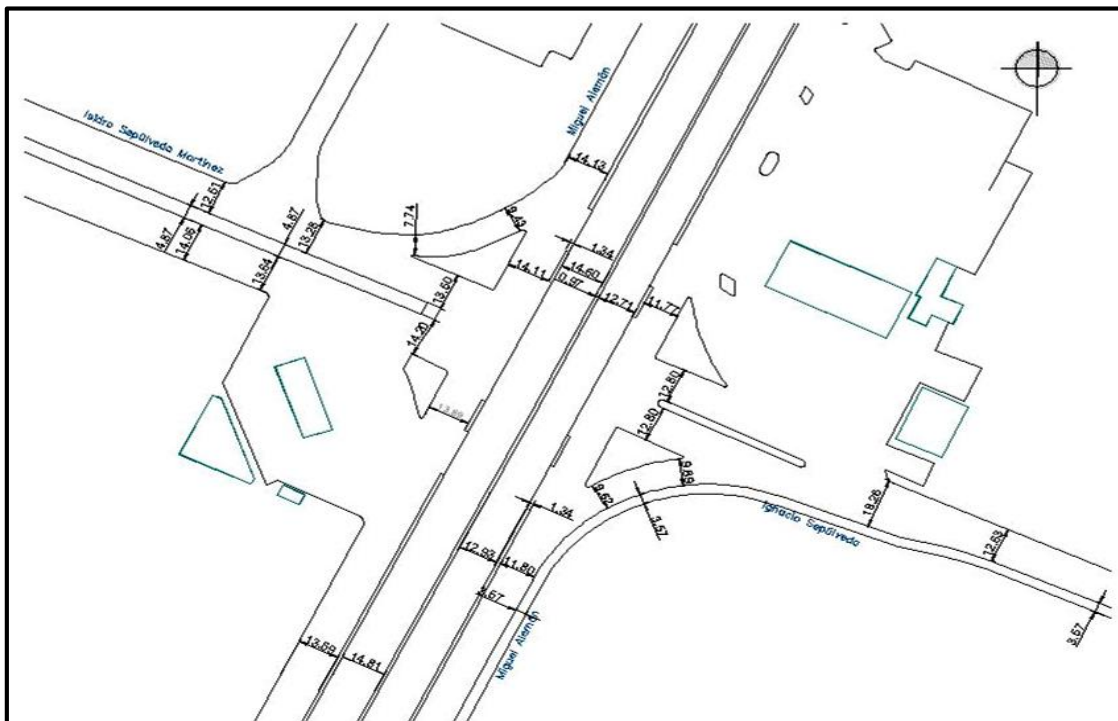
Una vez recorrido el tramo en su totalidad e identificadas las intersecciones más importantes, se procedió a los levantamientos e inventarios de cada una de ellas.

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 16 intersecciones que se consideraron como las más importantes dentro la estructura vial de la zona de estudio y además coincidente con la Av. Chapultepec, 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 1.2** se presenta un ejemplo del levantamiento de una de las intersecciones consideradas en este estudio.

Figura 1.2 Levantamiento de planimetría en intersecciones.



Fuente: Elaboración propia.

Estos levantamientos e inventarios incluyeron los siguientes aspectos:

- Secciones transversales tipo.
- Señalamiento horizontal y vertical.
- Clasificación vial.
- Sentidos de circulación.
- Número de carriles.
- Descripción de los movimientos vehiculares.
- Tipo y estado físico del pavimento.
- Condiciones de estacionamiento.
- Ubicación del estacionamiento.
- Tipo y estado de conservación del pavimento.

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.

CAPÍTULO II

2. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La etapa del proceso de recopilación de información se considera fundamental en virtud de que es la fase donde se obtendrá los datos e información necesaria para elaborar un diagnóstico. En efecto, sin importar la solución a plantear es importante emitir un diagnóstico basado en la toma de datos reales y que no dé pie a la especulación. Esto obliga a que las metodologías a aplicar, para obtener información, sean las más precisas y confiables posibles.

La recopilación tiene dos investigaciones:

1. *Documental*
2. *Trabajos de Campo*

La primera hace referencia a obtener información mediante consultas en documentos existentes o estudios similares; la investigación de campo, es la medición directa de los eventos en el momento en que suceden o como se encuentra en la actualidad.

La investigación de tipo documental tiene sus limitaciones, sobre todo cuando no está actualizada; por ese motivo es preferible llevar a cabo los trabajos de campo con lo cual se validará y actualizará la información disponible. Dentro de los trabajos de campo se encuentran los estudios de inventario vial y los operacionales, cada uno ofrecerá datos sobre las condiciones físicas, geométricas y las condiciones operacionales del sistema vial. La **Figura 2.1** ilustra las actividades de estos dos últimos componentes.

Figura 2.1 Actividades de Trabajos de Campo.



Fuente: Elaboración propia.

Cada una de estas actividades requiere precisar una metodología y las condiciones que permitan tener la mejor información, por este motivo en las siguientes líneas se procederán a describir cada una de ellas.

2.1. INVENTARIO VIAL

Las actividades concernientes al inventario vial consistieron en obtener los elementos geométricos y físicos del sistema vial, así como los dispositivos de control existentes. Los elementos recopilados fueron los siguientes:

a) Secciones Transversales

Se tomaron las medidas de las secciones transversales tipo; las mediciones se efectuaban cuando la sección era variable o cambiaba en un tramo a otro. Se registró el número de carriles, ancho de camellón y banquetas, así como del corredor.

b) Sentidos de Circulación

A lo largo del recorrido se tomaron los sentidos de circulación en cada calle que cruzaba o llegaba al corredor.

c) Semáforos

Se identificó el total de las intersecciones semaforizadas en el corredor, de las cuales se realizó el inventario respectivo, así como sus características operacionales de aquellas consideradas como de mayor importancia que muestran las condiciones de operación del corredor (fases y ciclo). Es importante mencionar que el criterio para seleccionar las intersecciones por inventariar considero: el cruce con vías principales, los principales destinos que esta comunica dentro del entorno urbano, los flujos vehiculares observados en las visitas de reconocimiento

d) Señalamiento

Siendo esta actividad la parte medular del trabajo, se llevó a cabo el inventario de señalamiento vertical, clasificando por su tipo (informativo, restrictivo y preventivo), así mismo se calificaron sus condiciones físicas de acuerdo al estado que guardan, esta actividad se realizó con apoyo del documento denominado GLOVIC que cita entre sus parámetros de medida los siguientes criterios: señales golpeadas en mal estado, señales con leyendas incorrectas o fuera de normatividad, señales obstruidas con falta de visibilidad, señales deterioradas por vandalismo y señales intemperizadas, parámetros que en su conjunto definen la categoría “mal estado”, como una herramienta adicional al inventario se utilizó un sistema GPS para su levantamiento y su debida ubicación.

e) Condiciones y Tipo de Superficie de Rodamiento

Con el propósito de tener un elemento de evaluación y asociarlo a las condiciones de operación, se efectuó una revisión visual del tipo de superficie de rodamiento, así como sus condiciones (malo, regular o aceptable).

f) Usos de Suelo

Se efectuó el inventario de los principales usos del suelo localizados sobre el corredor, utilizando el criterio de: servicios, comercios, habitacional, baldíos y áreas verdes.

2.2. ESTUDIOS OPERATIVOS

Este inciso tiene un propósito fundamental que es definir la situación operacional actual que guarda el sistema vial del área de estudio, basados en la recopilación, procesamiento y análisis de la información. En este tenor y con el propósito de revisar las condiciones operativas de la **Av. Chapultepec** proceder a relacionarla con la funcionalidad de los señalamientos se efectuaron las siguientes actividades de tipo operativa del tránsito:

a) Aforos vehiculares

Se realizó **dos Estaciones Maestras** (EM) ubicadas estratégicamente a lo largo del corredor vial con duración de 16 horas continuas con clasificación vehicular. Además se efectuaron aforos vehiculares en las **16 intersecciones** consideradas como las más importantes a lo largo del corredor; el criterio utilizado para seleccionar las intersecciones por aforar fue similar al de intersecciones semaforizadas, es decir, cruce con vías principales, los importantes destinos que esta comunica dentro del entorno urbano, los flujos vehiculares observados en las visitas de reconocimiento así como el hecho de que fueran puntos de decisión importantes para el usuario, es decir, intersecciones donde el usuario pueda tomar la decisión de seleccionar otra alternativa vial antes de entrar a una zona de congestión, además está asociado a los puntos de mayor movilidad vehicular.

Los aforos vehiculares se efectuaron en los tres periodos de máxima demanda (matutino, mediodía y vespertino) con duración de 2 horas cada una y una clasificación típica A, B y C (vehículos ligeros, transporte público y pesados respectivamente).

b) Aforos Peatonales

Se identificaron las intersecciones en sitio de mayor movimiento de personas, aforo de tipo peatonal para disponer de información sobre los flujos de personas.

El propósito es que no solamente sean los vehículos los importantes en el análisis ya que los señalamientos sobre los cruces peatonales es parte de la seguridad vial. De esta forma se efectuaron los aforos en el mayor periodo identificado como representativo con duración de 1 hora.

c) Velocidades y Tiempos de Recorrido

Como parte de las actividades fundamentales y que están relacionadas con la operación del tránsito se encuentra las velocidades y tiempos de recorrido. Por este motivo se efectuaron recorridos en los periodos picos de un día entre semana, con el propósito de tener el perfil de velocidades en el corredor de estudio. Es importante mencionar que esta actividad será un insumo básico para el sistema INFOVIAL.

d) Análisis de Capacidad y Niveles de Servicio

Con el propósito de tener un elemento técnico que permita evaluar la operación general del corredor y permita una mejor toma de decisión en la ubicación de los tableros luminosos para el sistema INFOVIAL, se efectuará el análisis de capacidad para determinar su nivel de servicio. Para este propósito se empleó la metodología empleada para evaluar la operación vial que está basada en el Manual de Capacidad Vial¹. Consiste en obtener la relación volumen – capacidad, el nivel de saturación y la demora de los vehículos en la intersección y en los tramos viales en las horas críticas.

A partir de los aforos direccionales, el inventario geométrico y algunos aspectos de operación, como son semáforos o señales, se calcula la capacidad y se compara con los volúmenes que fluyen en el cruce. Dependiendo del grado de saturación se asocia con un nivel de eficiencia denominado “Nivel de Servicio” y que se asignan con letras de la “A” a la “F”, que indica de condiciones excelentes a condiciones pésimas. Para realizar el análisis de capacidad se emplea el programa de cómputo denominado SYNCHRO en su Versión 8, que tiene la potencialidad para efectuar estos análisis, además de algunos otros cálculos fundamentales en el diagnóstico operacional.

¹ Highway Capacity Manual 2010. FHWA-USA.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se describe los resultados y datos obtenidos durante el proceso de la información y que permitan obtener un diagnóstico más preciso sobre el corredor en estudio.

3.1. USO DE SUELO PREDOMINANTE

La identificación de los usos de suelo se considera relevante porque están estrechamente relacionados a la generación de viajes. Los viajes que se producen por las zonas habitacionales no son, necesariamente, iguales que las de las zonas industriales, de servicios o comerciales; por este motivo es necesario revisar los usos de suelos existentes y predominantes a lo largo del corredor para identificar las zonas potenciales de viaje de cada tramo del corredor y asociarlos con los señalamientos. Con base en las revisiones y recorridos efectuados se describen los usos de suelo detectados:

- a) *Habitacional.*- Las características del corredor, es que cruza zonas habitacionales con diversas densidades poblacionales; en efecto, a lo largo de su recorrido o trayectoria se tienen Colonias o unidades habitacionales, como son: Roma Norte, Zona Rosa, Juárez, Doctores, Colonia Centro, Esperanza, Merced Balbuena, Morazán, Aeronáutica Militar, Kennedy, Jardín Balbuena, Adolfo López Mateos, Moctezuma, entre otras, que representan una densidad alta, media y baja; al pasar por las diversas zonas de la ciudad, se observan viviendas con características económicas de nivel bajo y medio.
- b) *Comercial.*- Las zonas comerciales son una característica de cualquier corredor vial. En efecto, en el tramo en estudio se ubican usos de suelo que en su mayoría son de pequeños comercios y alguna que otra tienda de autoservicio, como son: Bodegas Aurrera; Comercios medianos, como son: agencias automotrices, Papelerías. Cabe mencionar que todo comercio genera viajes sobre el corredor.
- c) *Servicios.*- En el tramo del corredor se presenta zonas destinadas a servicios, localizando entre ellos: edificios destinados a oficinas (Particulares y de Gobierno), Televisa Chapultepec bancos, Sindicato Nacional de Trabajadores de la Secretaría de

Salud, restaurantes, Mercados, Estacionamientos, Gasolineras, entre otros. Sitios en su mayoría con motivo de trabajo, generando con ello importantes viajes sobre el corredor. También a lo largo del corredor se localizan zonas de esparcimiento o culturales, como son, Parques y Deportivos. Se encontraron algunos centros educativos, entre otras.

En conclusión, el corredor tiene una variedad importante de usos de suelo, sobre todo pequeño comercio y servicios, que está muy definido según el tramo; en el **Cuadro 3.1** se presenta el porcentaje por uso de suelo, asimismo en la **Figura 3.1** se observa que el uso de suelo más predominante es el Comercial y de servicios generales. En la **Figura 3.2** se presenta un tramo como ejemplo del corredor de la **Av. Chapultepec** donde se destaca los principales usos del suelo.

Cuadro 3.1 Porcentaje por uso de suelo.

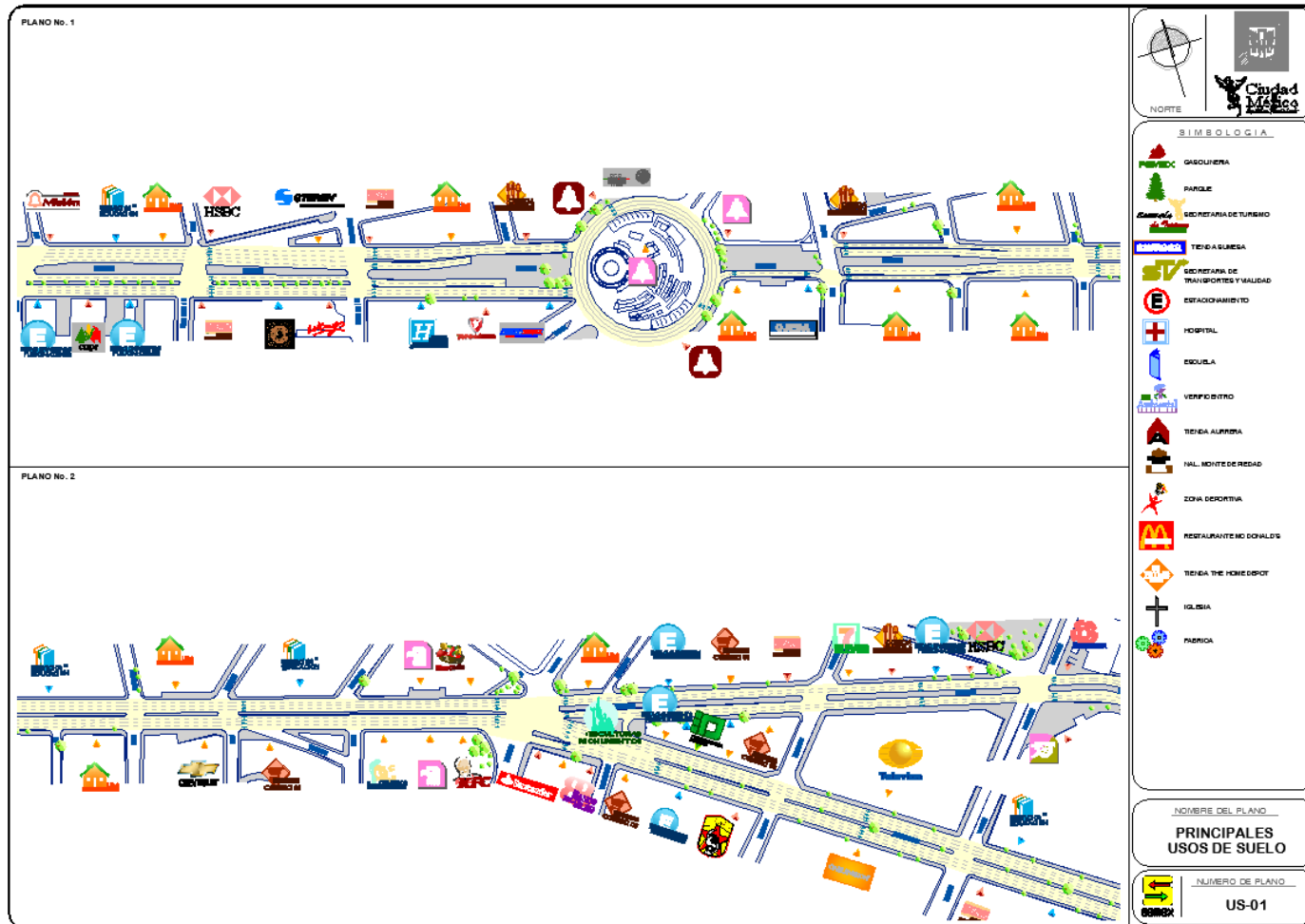
Porcentaje por Tipo de Señal	Cantidad	Porcentaje
Habitacional	39	22.54 %
Comercial	68	39.31 %
Servicios	66	38.15 %
TOTAL	173	100.00 %

Figura 3.1 Participación por uso de suelo detectado.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.2 Tramo de la Av. Chapultepec (Principales Usos de Suelo).



Fuente: Elaboración propia.

3.2. JERARQUIZACIÓN VIAL Y SENTIDOS DE CIRCULACIÓN.

La jerarquización vial dentro de la estructura de una ciudad se clasifica de acuerdo a lo siguiente:

- a) Longitud
- b) Sección Transversal
- c) Volúmenes vehiculares registrado
- d) Tipos de control de acceso y operación
- e) Las zonas que comunican, entre otros

Las vías se clasifican en: rápidas de acceso controlado, ejes viales, vías primarias, secundarias, colectoras y locales. Para fines de este estudio se determinó como vía primaria la **Av. Chapultepec**, motivo del estudio. En su trayectoria esta avenida cruza importantes vialidades primarias, destacando entre ellas las que se indican en el **Cuadro 3.2** (sentido poniente-oriente) y en el **Cuadro 3.3** (sentido oriente-poniente).

Cuadro 3.2 Características físicas de Vialidades que cruzan la Av. Chapultepec sentido Poniente-Oriente.

VIALIDAD	SENTIDO	ORIENTACIÓN	CARACTERÍSTICAS POR SENTIDO
Av. Sonora	Único	Sur-Norte	2 y 4 Carriles
Eje 3 Poniente. Salamanca	Único	Norte-Sur	5 y 6 Carriles
Eje 2 Poniente. Monterrey	Único	Sur-Norte	4 Carriles
Av. Insurgentes Sur	Doble	Sur-Norte-Sur	2 Carriles, 1 Carril de Metrobús y 1 Carril de Contra Flujo de Metrobús
Eje 1 Poniente. Cuauhtémoc	Doble	Sur-Norte-Sur	2 y 3 Carriles, 1 Carril de Metrobús y 1 Carril de Contra Flujo Metrobús
Dr. José María Vertíz	Doble	Sur-Norte-Sur	2 y 3 Carriles, 1 Carril de Metrobús y un Carril de Contra flujo de Metrobús.
Eje Central Lázaro Cárdenas	Único	Sur-Norte	4 Carriles, 1 Carril exclusivo de Transporte Público y un Carril de contra flujo de Transporte Público.
Bolívar	Único	Norte-Sur	2 Carriles
Anillo de Circunvalación	Único	Norte-Sur	5 y 6 Carriles, 1 Carril de Transporte Público y 1 Carril de contra flujo de Transporte Público.
Eje 2 Oriente. Av. H. Congreso de la Unión	Único	Sur-Norte	4 Carriles, 1 Carril de transporte Público y 1 Carril de Contra Flujo de Transporte Público
Eje Oriente. (Francisco del Paso y Troncoso)	Doble	Sur-Norte-Sur	3 Carriles y 2 carriles Laterales
Av. Jesús Galindo y Villa	Único	Norte-Sur	4 Carriles

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3.3 Características físicas de Vialidades que cruzan la Av. Chapultepec sentido Oriente-Poniente.

VIALIDAD	SENTIDO	ORIENTACIÓN	CARACTERÍSTICAS POR SENTIDO
Topacio	Único	Sur-Norte	2 Carriles
José María Pino Suarez	Único	Norte-Sur	5 Carriles
Bolívar	Único	Norte-Sur	2 Carriles
Eje Central Lázaro Cárdenas	Único	Sur-Norte	4 Carriles, 1 Carril exclusivo de Transporte Público y un Carril de contra flujo de Transporte Público.

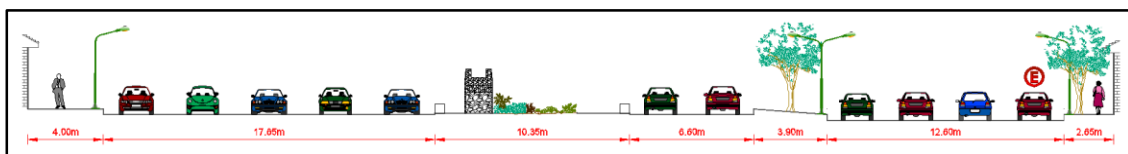
Fuente: Elaboración propia.

En estas vías principales se tiene, como denominador común, que la dirección es de Norte – Sur - Norte (son perpendiculares a la **Av. Chapultepec**) y que se localizan en algunas de ellas sistemas de transporte público, lo que es un signo de la importancia que tiene el corredor por la transferencias modales que existen y, que de acuerdo a la lógica, deben estar debidamente señalizadas para su ubicación y orientación. El resto del sistema es referente a calles secundarias y locales, donde se puede afirmar que en su mayoría son calles que forman pares viales, esto por sus dimensiones que no permiten el doble sentido.

3.3. SECCIÓN TRANSVERSAL

En relación a las secciones transversales de la **Av. Chapultepec**, el corredor presenta 5 tramos homogéneos en Sentido Poniente-Oriente y para el Sentido Oriente-Poniente la Sección es Uniforme por lo que al Final se Localiza la Sección Tipo Para lo Largo del Tramo. En efecto, del primer tramo del Sentido Poniente-Oriente comprendido del Eje 3 Poniente. (Salamanca) a Eje 2 Poniente. Monterrey, es de doble sentido de circulación que comprende 4 y 5 carriles por sentido, separados por dos camellones centrales de sección variable y un carril central de 6.60 m. sentido Poniente-Oriente. El ancho de las calzadas es entre 17.65 y 12.60 m. aproximadamente para alojar los 5 y 4 carriles por sentido. En la **Figura 3.2** se presenta la sección tipo de este tramo.

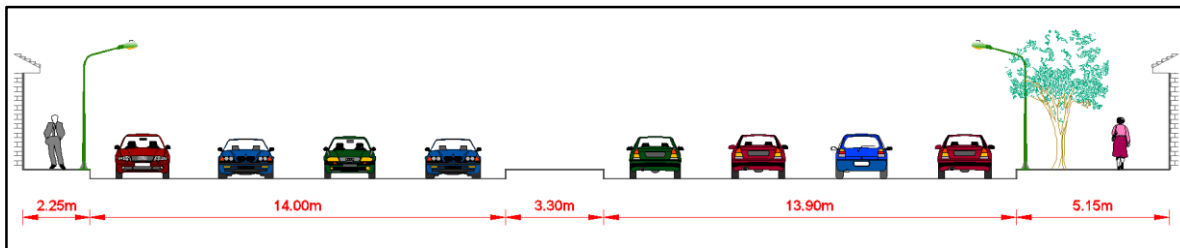
Figura 3.2 Tramo 1. Sección Tipo.



Fuente: Elaboración propia.

La segunda sección tipo del tramo se ubica entre Av. Insurgentes Sur y el Eje 1 Poniente. (Cuauhtémoc). Se tiene una sección uniforme para alojar 4 carriles por sentido con ancho de calzada de 14.00 m, separados por un camellón central de 3.30 m en promedio. En la **Figura 3.3** se muestra la sección tipo en este tramo.

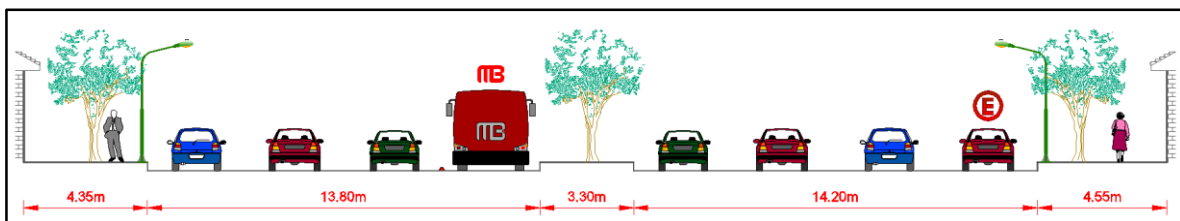
Figura 3.3 Tramo 2 Sección Tipo.



Fuente: Elaboración propia.

El tramo 3 comprende del Eje 1 Poniente. (Cuauhtémoc) hasta la Calle Niños Héroes, el cual comprende Ocho carriles sentido Único (Poniente-Oriente) separados por un camellón central de 3.30m cabe mencionar que el cuarto carril del sentido Poniente-Oriente Aloja un carril exclusivo para el Metro Bus. El ancho de las calzadas en promedio es de 13.80 m y 14.20 m. En la **Figura 3.4** se muestra la sección tipo para este tramo.

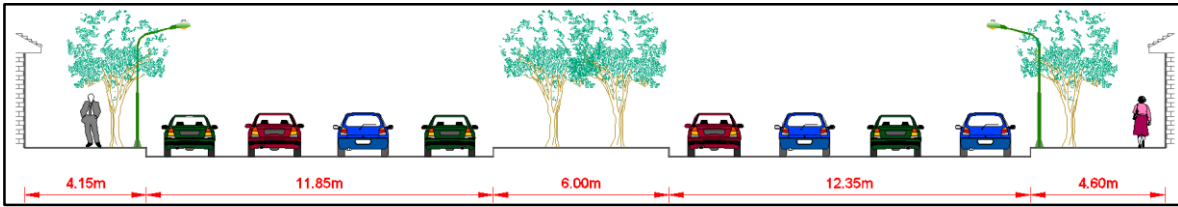
Figura 3.4 Tramo 3 Sección Tipo.



Fuente: Elaboración propia.

La sección tipo para el cuarto tramo inicia a partir del Eje Central Lázaro Cárdenas y finaliza en José María Pino Suarez, la cual aloja Ocho carriles sentido Único (Poniente.-Oriente.) separados por un camellón central de 6.00m para alojar 4 carriles. El ancho de las calzadas en promedio es de 11.85 m y 12.35 m. En la **Figura 3.5** se muestra la sección tipo para este tramo.

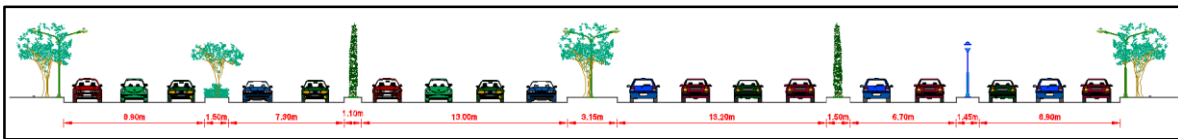
Figura 3.5 Tramo 4 Sección Tipo.



Fuente: Elaboración propia.

Por último la sección transversal tipo para el tramo 5 Sentido Poniente-Oriente, contempla 4 carriles centrales por sentido muy amplios y una lateral por sentido que aloja 3 carriles, separados por cinco camellones centrales de sección variable. Las calzadas centrales tienen un ancho de sección promedio de 13.00 m. En la **Figura 3.6** se muestra la sección tipo para este tramo.

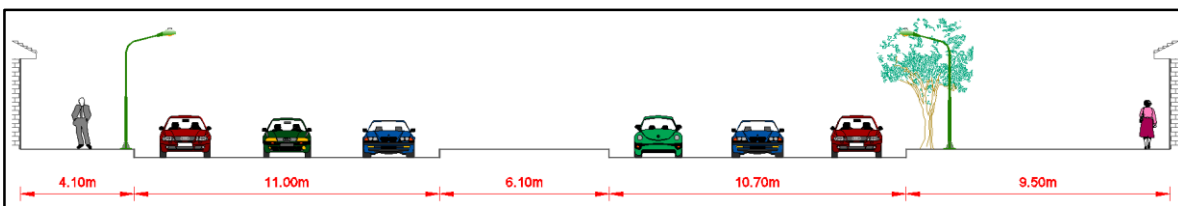
Figura 3.6 Tramo 5 Sección Tipo.



Fuente: Elaboración propia.

La sección uniforme para todo el tramo inicia a partir de la calle Topacio y finaliza en Eje 1 Poniente. Cuauhtémoc, la cual aloja tres carriles sentido Único (Oriente.-Poniente.) separados por un camellón central de 6.10m. El ancho de las calzadas en promedio es de 11.00 m y 10.70 m. En la **Figura 3.7** se muestra la sección tipo para este tramo.

Figura 3.7 Tramo 6 Sección Tipo.



Fuente: Elaboración propia.

3.3.1. SEÑALAMIENTO

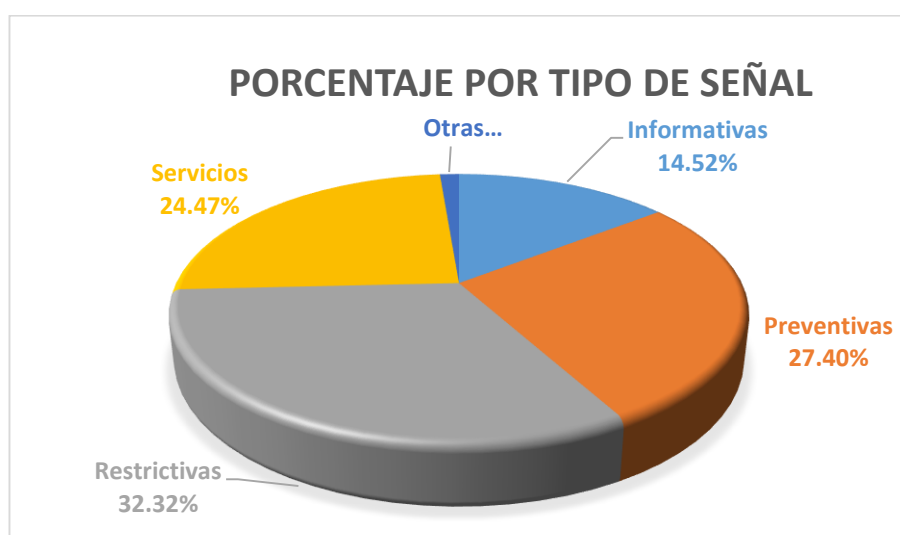
El inventario de señalamiento fue, no solo un motivo de análisis, sino el interés sobre el que se centra el estudio en cuestión. Esta actividad tiene su respaldo para los efectos de proyectos en los planos elaborados sobre el inventario de señalamiento. Para los aspectos del documento, a continuación se presenta un resumen de: las condiciones físicas, de visibilidad y del número de señales encontradas por tipo. En este sentido, se encontraron un total de **854 señales** que están operando, independientemente de sus condiciones físicas y de visibilidad. En el **Cuadro 3.4** se presenta la clasificación por tipo de señal, el número de señales y su participación porcentual y en la **Figura 3.8** su participación porcentual.

Cuadro 3.4 Participación por Señal.

CLASIFICACIÓN DE SEÑAL	CANTIDAD	PORCENTAJE
Informativas	124	14.52%
Preventivas	234	27.40%
Restrictivas	276	32.32%
Servicios	209	24.47%
Otras	11	1.29%
TOTAL DE SEÑALES	854	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.8 Participación Por Señal.



Fuente: Elaboración propia.

Al clasificar las señales por su tipo y de acuerdo al cuadro y figura anterior se puede afirmar que el 14.52% corresponden a las señales informativas y representan 124 señales, posteriormente se ubican las señales restrictivas con el 32.32% y que corresponde a un total de 276 señales, las preventivas ocupan el 27.40% con 234 señales, las señales de servicio representan el 24.47% con 209 placas y finalmente las “otras señales” figuran el 1.29% teniendo tan solo 11 señales.

Cabe aclarar que las señales clasificadas como “Otras señales”, son aquellas que no están clasificadas en el manual de señalamiento de dispositivos para el control del tránsito, como es: La señal de Identificación del Eje Vial y las señales dinámicas, entre otras. Haciendo un análisis detallado de acuerdo a la clasificación general se tienen los siguientes resultados:

Señales Informativas. Al clasificar las señales por su tipo se puede afirmar que el 14.52% del total, están relacionadas con las señales informativas elevadas de destino, siendo entre ellas: las Tipo Bandera y Doble Bandera instalados en postes propios con un 38.71% (48 señales), el 2.42% (3 banderas) son de Limites Políticos, así mismo el 20.16% (25) son banderas sobre USM y por ultimo (8) placas (6.45%) ubicadas sobre puentes existentes peatonales o vehiculares Tipo Puente, teniendo un total de 81 señales. Las señales informativas bajas corresponden a tipo Candelero (Una, dos y tres placas) con 6 señales que representan el 4.84% del total, y el 7.26% son Dirección en señal baja con (9) por último se encuentran la de Sentido de Transito con (8 señales) 6.45%, En el rublo de otras señales se tiene el 13.71%, siendo principalmente la mayoría las señales de la Ruta Express (Sistema de Transporte Público), las que indican el trazo de la ruta del transporte público con la ubicación de las paradas autorizadas. El **Cuadro 3.5** muestra la cantidad de señales por su tipo y en la **Figura 3.9** se muestra el número de señales por su tipo y su participación porcentual.

Cuadro 3.5 Número de Señales Informativas.

SEÑAL INFORMATIVA	CANTIDAD	PORCENTAJE
Bandera Elevada	48	38.71%
Bandera sobre Puentes	8	6.45%
Limites Políticos	3	2.42%
Sentido de Transito	8	6.45%
Banderas en USM	25	20.16%
Dirección en Señal Baja	9	7.26%
Candelero	6	4.84%
Otras	17	13.71%
TOTAL DE SEÑALES	124	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.9 Participación Por Tipo de Señal Informativa.



Fuente: Elaboración propia.

Señales restrictivas. Del total de señales sobre la Av. Chapultepec el 32.32% corresponde a las señales restrictivas y que representan 276 señales, siendo la de prohibición de estacionamiento en la vía pública la de mayor número de ellas con 145 y que representa un 52.54% del total entre ellas, la siguiente señal con mayor participación son las placas de “Límite de Velocidad” con 21, las de “Prohibido el Paso a Motocicletas”, representa el 10.51% con 29 señales, seguido de la señal “Crucero de Cortesía” (12), que representa el

4.32%, la de “Ceda el Paso” representan el 3.26% con 9 señales, la señal de “Prohibido Vuelta Derecha” representa un 3.26% con (9) y La de “Prohibido dar Vuelta Izquierda “con 15 (señales) con 5.43%, sigue la de “Prohibido Retorno “con 8 señales y representa el 2.90%, la de doble Flecha representa el 1.81% con(5), la de “Prohibido Seguir de frente” representa 1.09% con (3 señales), por otra parte la de “Use el Paso de Peatones” son 1.81% con (5), así mismo “Parada Suprimida” son (2 señales) y representa el 0.72%, por otra parte tenemos la de “Alto” con (2) y representa el 0.72% y por ultimo tenemos la de “No Parar” con (1 señal) y representa 0.36%. Las “Otras” son señales mínimas por su tipo, como son: “Prohibido Cruce de Peatones, Prohibido Parada de Autobús, Prohibido camiones de carga”, entre otras. El **Cuadro 3.6** muestra las cantidades de señales restrictivas por su tipo y en la **Figura 3.10** muestra esta distribución porcentual por señal restrictiva.

Cuadro 3.6 Número de Señales Restrictivas.

SEÑAL RESTRICTIVA	CANTIDAD	PORCENTAJE
Alto	2	0.72%
Ceda el Paso	9	3.26%
Límite de Velocidad	21	7.61%
Prohibido Vuelta Derecha	9	3.26%
Prohibido Vuelta Izquierda	15	5.43%
Prohibido Seguir de Frente	3	1.09%
Prohibido Retorno	8	2.90%
Prohibido Estacionarse	145	52.54%
Prohibido el Paso a Motocicletas	29	10.51%
Doble Flecha	5	1.81%
Parada Suprimida	2	0.72%
No Parar	1	0.36
Use el Paso de Peatones	5	1.81%
Crucero de Cortesía	10	3.62
Otras	12	4.35%
TOTAL	244	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.10 Participación Por Señal Restrictiva.



Fuente: Elaboración propia.

En relación a las **señales preventivas** se tiene una participación del 27.40% del gran total y que representan 234 señales, sobresaliendo la señal de “Cruce de Peatones” con 143 señales, posteriormente le sigue “Alineamiento de Curva Horizontal” con 38 señales y que representan el 16.24% entre ellas, las de “Cruce de Escolares con 30 señales, las de “Semáforo” con 8 señales, y con (7 señales) la de “Incorporación de Transito” posteriormente la de “Salida” con (3) y finalmente la de “Otras” como se indica en el **Cuadro 3.7** el número de señales por su tipo y en la **Figura 3.11** se muestra la participación porcentual de cada una de ellas.

Cuadro 3.7 Número de Señales Preventivas.

SEÑALES PREVENTIVAS	CANTIDAD	PORCENTAJE
Cruce de Peatones	143	61.11%
Alinean. de Curva Horizontal	38	12.82%
Cruce de Escolares	30	16.24%
Salida	3	1.28%
Semáforo	8	3.42%
Incorporación de Transito	7	2.99%
Otras	5	2.14%
TOTAL	234	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.11 Participación Por Señal Preventiva.



Fuente: Elaboración propia.

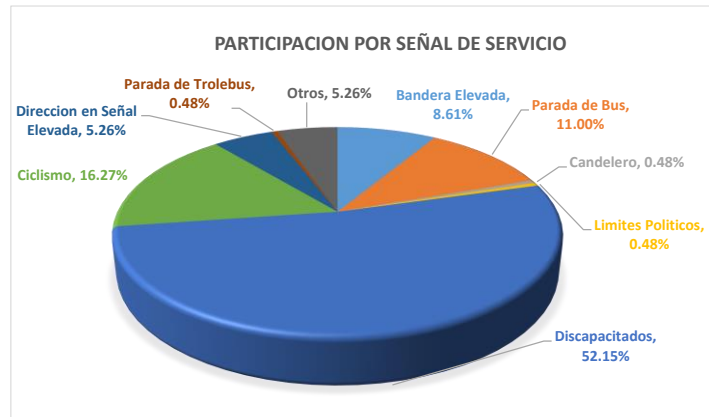
Señales de **Servicio y/o Turísticas**. En total se ubicaron 209 señales de este tipo, representando el 24.47% del total de señales inventariadas. La señal que más se repitió fue la de “Discapacitados” con 109 placas constituyendo el 52.15% entre ellas, posteriormente se registraron 34 señales de “Ciclismo” que representan el 16.27%,posteriormente la “Parada de Bus” con 23 y la de “bandera Elevada” con (18 señales) que representa el 8.61% y finalmente la de “Dirección en Señal Elevada “con el 5.26% del total de ellas, el resto de señales fueron en su minoría de “Limites Políticos, Parada de Trolebús y Limites Políticos”, siendo ellas un mínimo. En el **Cuadro 3.8** se indican el número de señales por símbolo y en la **Figura 3.12** su participación porcentual entre ellas.

Cuadro 3.8 Número de Señales.

SEÑALES DE SERVICIO	CANTIDAD	PORCENTAJE
Discapacitados	109	52.15%
Ciclismo	34	16.27%
Parada de Bus	23	11.00%
Bandera Elevada	18	8.61%
Dirección en Señal Elevada	11	5.26%
Candelerero	1	0.48%
Limites Políticos	1	0.48%
Parada de Trolebús	1	0.48%
Otros	11	5.26%
TOTAL DE SEÑALES	209	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.12 Participación Por Señal.



Fuente: Elaboración propia.

Otras Señales. Del total de señales en la Av. Chapultepec el 1.29% corresponde a otro tipo de señales, entre las que destacan: La señal de “Indicador de Obstáculo” y las señales provisionales de Obra, que representan 5 señales entre ellas. En el **Cuadro 3.9** se indican el número de señales por su tipo y su participación porcentual.

Cuadro 3.9 Número de Señales.

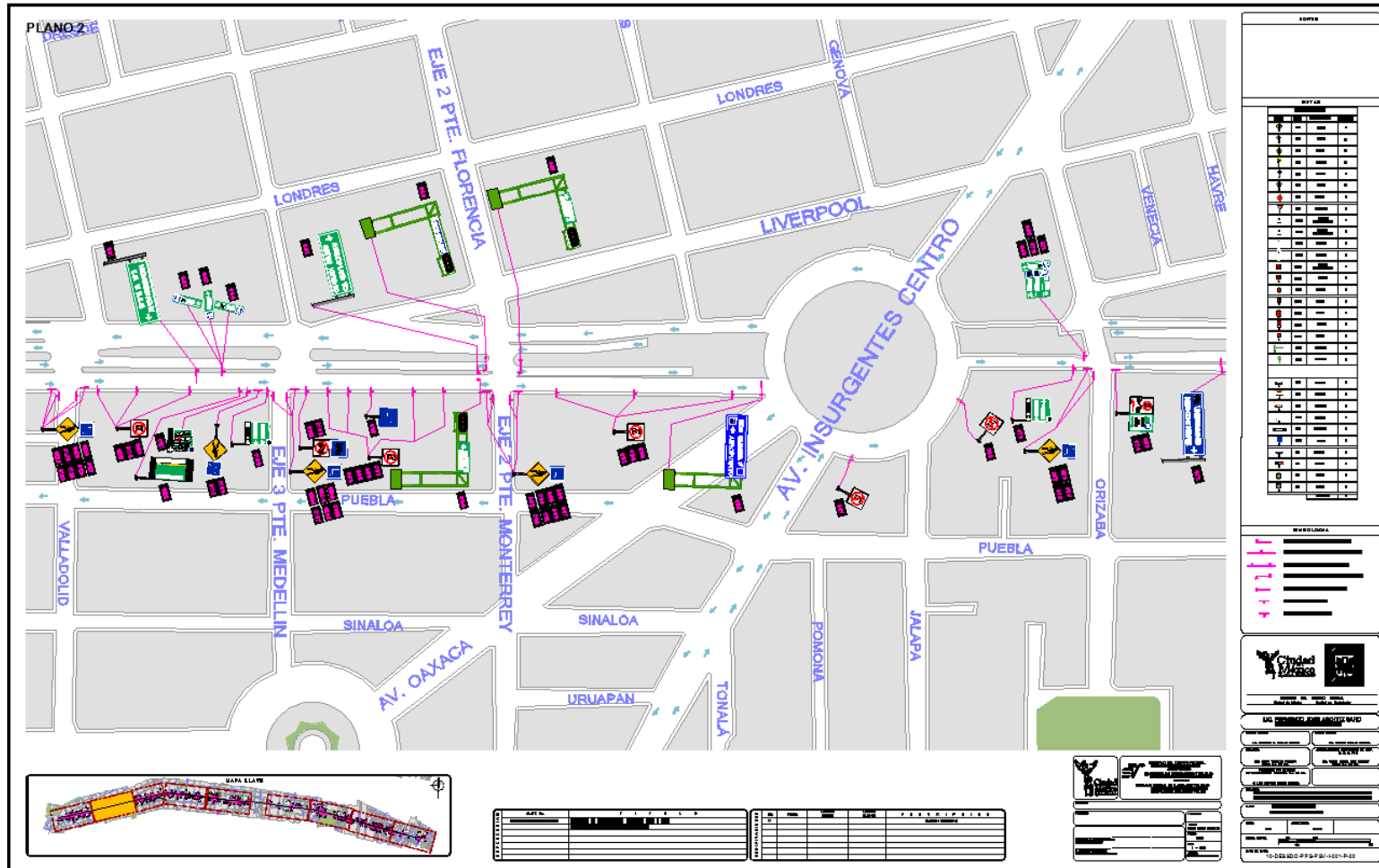
OTRAS SEÑALES	CANTIDAD	PORCENTAJE
Indicador de Obstáculo	6	54.55%
Obra	5	45.45%
TOTAL	11	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Estos datos son relevantes porque si se reflexiona al respecto, se puede asumir que en un periodo no mayor de 5 años la tendencia seria el deterioro e inoperancia de un porcentaje importante del sistema de señales en el corredor; esto se argumenta porque el flujo vehicular se está incrementando y la contaminación, la falta de mantenimiento e incluso el vandalismo son fenómenos que se incrementan de forma constante. Ahora bien, las señales que presentan mejores condiciones físicas, que van de regulares a buenas son las informativas, dato que resalta de los cuadros elaborados partir de los inventario físico, por lo que justifica en cierta medida su revisión de mayor detalle para los efectos de un proyecto o cambio de tecnología.

Sobre las señales restrictivas la que más abunda es la de “No Estacionarse” y es claro porque al ser un corredor vial importante, la prohibición del estacionamiento es fundamental, aunque no debería estar en gran cantidad porque por reglamento no se permite el estacionamiento en vías primarias ni en ejes viales, sin embargo y considerando el desconocimiento de la ciudadanía del reglamento de tránsito, la SSP y del GDF coloca señalamiento restrictivo de no estacionarse. Sobre las señales de servicio son las de menor presencia, y las de destino elevadas son de mayor cantidad. Con la reflexión de que al ser una vía primaria y que canaliza flujos importantes en el centro de la ciudad (sentido norte-sur-norte), así como su conexión transversal con vías importantes lo que permite viajes de largo itinerario. En la **Figura 3.13** se presenta un ejemplo de uno de los tramos del inventario del señalamiento vertical de la **Av. Chapultepec**.

Figura 3.13 Ejemplo del Inventario de Señalamiento.



Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. SEMÁFOROS

Los semáforos, al igual que los señalamientos, constituyen los dispositivos de control del tránsito y que influyen de forma directa en la operación vial. Por este motivo se efectuó el inventario de las intersecciones semaforizadas en el corredor, identificando solamente su ubicación y, aunque no es un estudio totalmente operativo, algunas intersecciones serán motivo de revisión de las fases y ciclos para el análisis de capacidad. En total se ubicaron en el tramo en estudio de la **Av. Chapultepec** 46 intersecciones semaforizadas.

Los soportes o ubicación de los semáforos en su mayoría corresponden al de Tipo látigo, y algunos en soportes de tipo poste vertical o pedestal, sobre todo la cabeza repetidora.

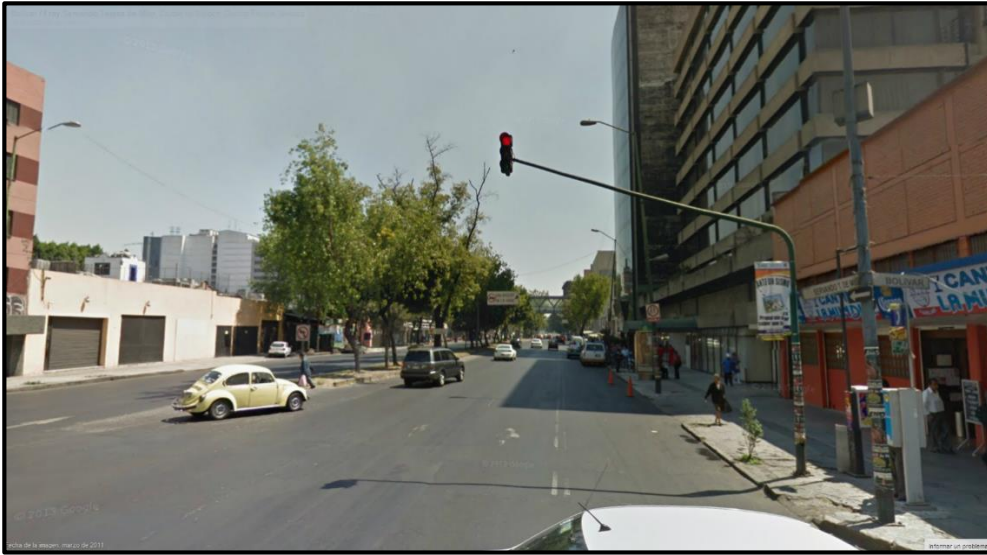
En relación a las condiciones físicas de los semáforos se puede afirmar que, en términos generales, son de regulares a buenos pero con una tendencia al deterioro, en las **Fotografías 3.1 y 3.2** se aprecia el tipo de postes con los semáforos, mientras que en la **Figura 3.14** se presenta un tramo de la **Av. Chapultepec** con la ubicación de las intersecciones semaforizadas.

Fotografía 3.1 Semáforos en postes Tipo Látigo en Av. Sonora con Av. Chapultepec.



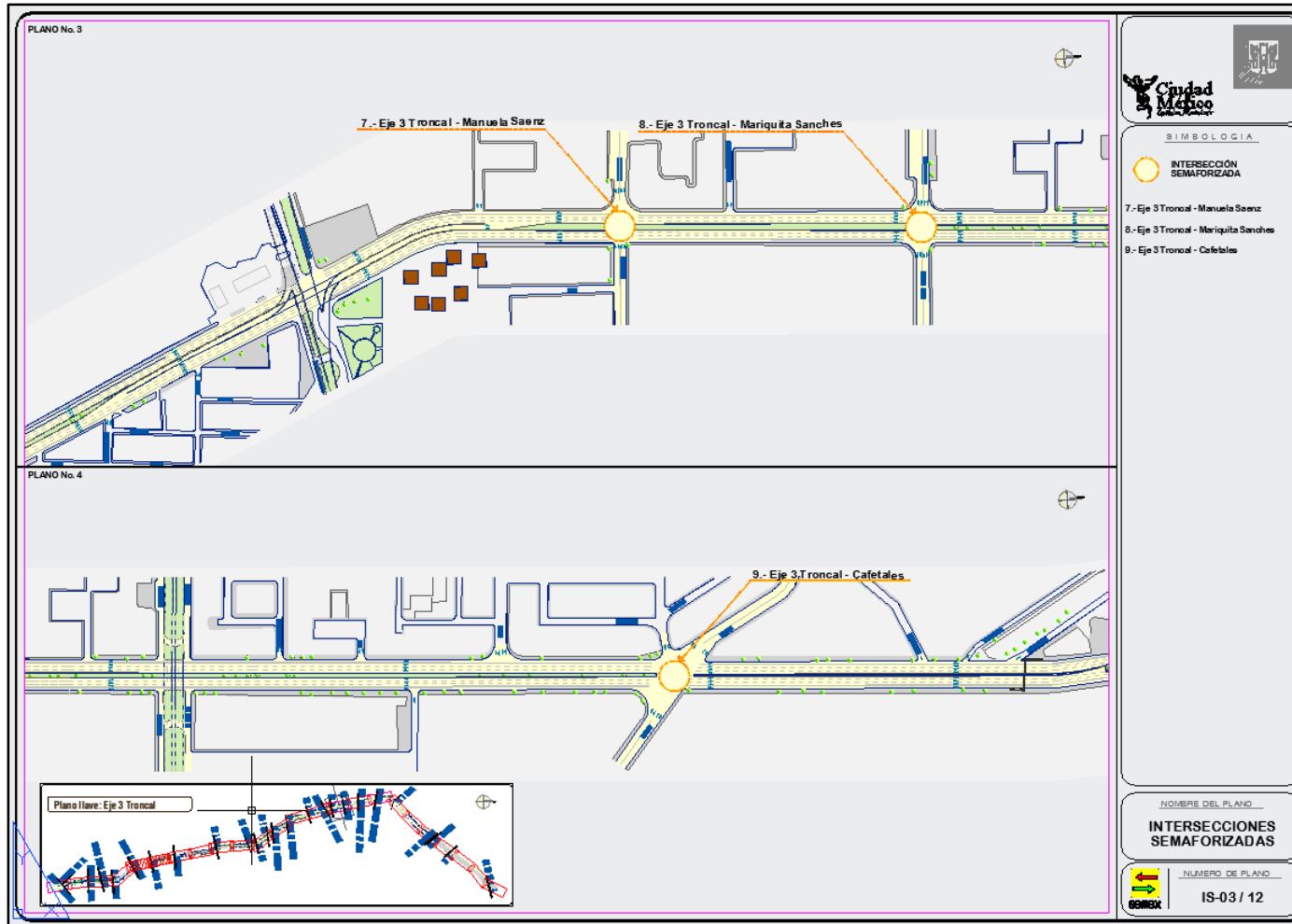
Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 3.2 Semáforos en postes Tipo Látigo en Bolívar con Fray Servando Teresa de Mier.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.14 Ubicación de Intersecciones Semaforzadas (Fragmento).

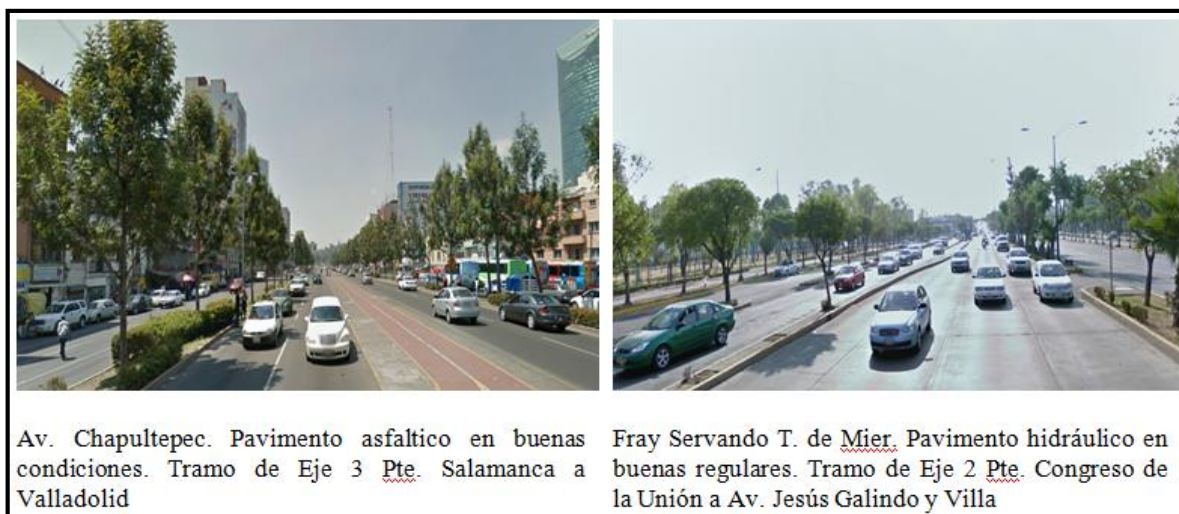


Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. CONDICIONES DE LAS SUPERFICIE DE RODAMIENTO

En los recientes estudios sobre aspectos de vialidad y tránsito se ha tratado de incluir las condiciones de superficie de rodamiento ya que va intrínseco en la operación del tránsito, en efecto el tipo de superficie influye en la operación pues no es lo mismo terracería, que pavimento o que este último este muy deteriorado. En este aspecto se efectuaron las observaciones y registros respectivos, dando como resultado de esta investigación visual que el estado físico de la superficie de rodamiento un su mayoría va de bueno a regular dicha calificación está en función de su estado, de acuerdo con los criterios presentados en la **Cuadro 3.16**. En todo el tramo de la Av. Chapultepec la superficie de rodamiento es pavimento asfáltico, excepto los carriles centrales de Fray Servando Teresa de Mier en su tramo de Eje 2 Oriente Av. H. Congreso de la Unión a Av. Jesús Galindo y Villa. En la **Figura 3.15** se indican las condiciones de la superficie de rodamiento.

Figura 3.15 Condiciones de la Superficie de Rodamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo la metodología de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, un grupo de técnicos recorrió las principales vialidades de la zona, identificó de manera visual las fallas de los pavimentos y le asignó una calificación en función de su estado, de acuerdo con los criterios presentados en la **Cuadro 3.16**.

Cuadro 3.16 Criterios para Calificación del Pavimento.

ESTADO	CLASIFICACIÓN	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.

Fuente: S.C.T. Instituto Mexicano del Transporte, Publicación Técnica No. 108.

3.5. ANÁLISIS OPERATIVO

Este inciso tiene como objetivo evaluar cuantitativamente la operación vial de la zona de estudio, tomando los elementos físicos y las mediciones de volúmenes de tránsito en el sitio a lo largo del corredor vial en estudio.

3.5.1. VOLÚMENES VEHICULARES

Los flujos vehiculares que se registraron en la vía en estudio fueron posibles mediante los aforos efectuados en el área. A continuación se dan los detalles de esta actividad.

3.5.1.1 ESTACIÓN MAESTRA

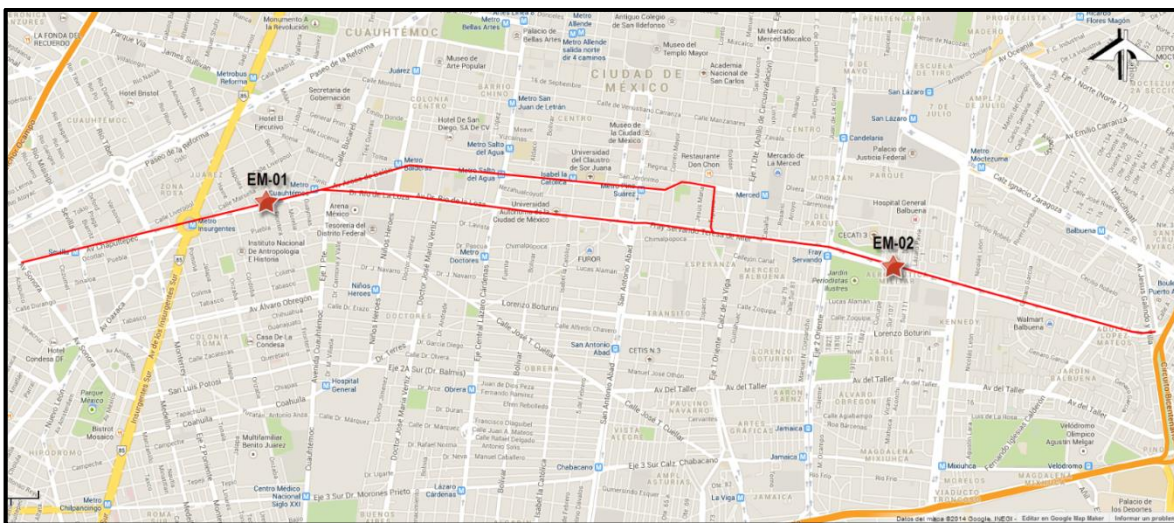
Con el propósito de obtener el comportamiento de la demanda del tránsito vehicular durante un día típico entre semana y resaltar los periodos picos para llevar a cabo los aforos direccionales, se obtuvo información relativa a **dos estaciones maestra (EM)** en el corredor vial **Av. Chapultepec**. Una estación maestra es un aforo de flujo (en uno o dos sentidos de circulación) que se efectuó durante 16 horas continuas y una clasificación desagregada del tránsito.

Se efectuaron dos Estaciones Maestras (EM) de aforos vehiculares de 16 horas (de 6:00 a 22:00 horas), realizados sobre la **Av. Chapultepec**; la primera **EM-01** se ubicó sobre la Av. Chapultepec entre la Av. Insurgentes sur y el Eje 1 Poniente. Cuauhtémoc, la segunda **EM-**

02 sitió sobre Fray Servando Teresa de Mier entre el Eje 2 Oriente. (Av. H. Congreso de la Unión) y el Eje 3 Oriente. (Fráncico del Paso y Troncoso). 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 en intersecciones. Los aforos se realizaron en un día típico entre semana (jueves 06 de febrero de 2014), en el cual se registró el volumen máximo horario por sentido y por tipo de vehículo.

De la información registrada en los aforos realizados se pudo observar la variación y comportamiento del tránsito durante el día de cada una de ellas, en jornadas laborales. Este tipo de estudio permitió conocer el comportamiento del tránsito vehicular en las tres zonas durante un día laborable representativo entre semana. La **Figura 3.16** muestra la ubicación de las 2 estaciones de aforo.

Figura 3.16 Ubicación de Estaciones Maestras.



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes disponibles en Google Maps.

Los resultados obtenidos del aforo de la primera Estación Maestra (**EM-01**) se muestran en la **Figura 3.17** indicando la variación horaria vehicular durante el periodo aforado en el sentido de Poniente a Oriente (De Av. Insurgentes Sur a Eje 1 Poniente. (Cuauhtémoc)).

Figura 3.17 Variación Horaria Vehicular sentido Poniente-Oriente.

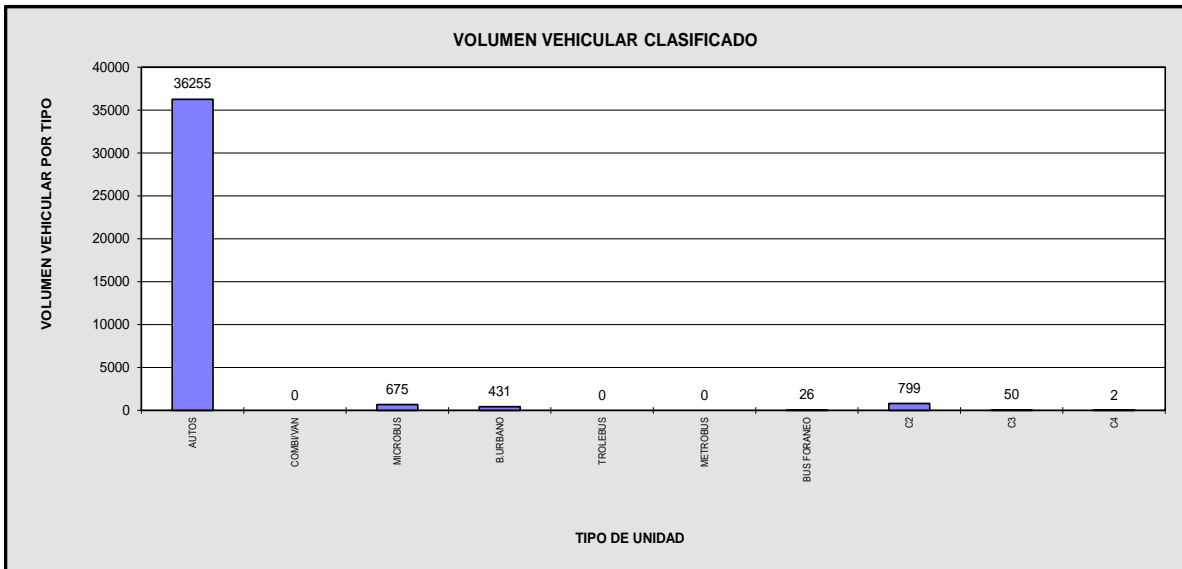


Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran los principales resultados obtenidos.

La gráfica muestra para este sentido los tres periodos picos del día, el más pronunciado es el correspondiente al turno de la tarde entre las 18:15 y las 19:15 horas, mientras que el horario del medio día se registró de las 15:00 a las 16:00 horas y en la mañana de 6:45 a 7:45 horas. En total se registraron 38,242 vehículos, de los cuales 36,255 son autos, 1,132 vehículos de transporte público urbano (Microbuses, Bus Urbano y Bus Foráneo) y 855 camiones de carga. Como un dato adicional, la composición vehicular registrada indica que el 94.80% del tránsito es vehículo ligero (tipo A), un 2.96 % es transporte público urbano y el resto son camiones de carga (2.24%), como se indica en la **Figura 3.18**.

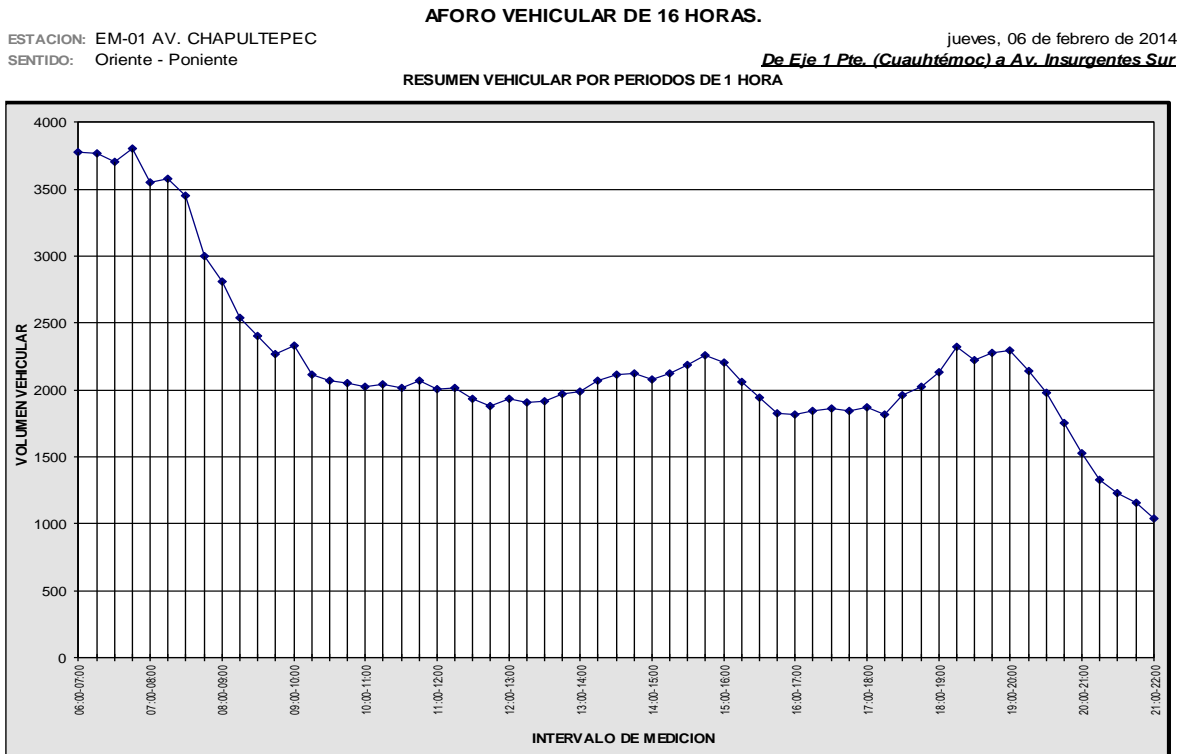
Figura 3.18 Composición por Tipo de Vehículo.



Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento del tránsito para el sentido de **Oriente-Ponente** (Eje 1 Poniente. (Cuauhtémoc) a Av. Insurgentes Sur) De la **EM-01** fue el siguiente: Los mayores volúmenes por la mañana se presentan a partir de las 6:45 horas y hasta las 7:45 horas, después de esta hora los volúmenes empiezan a tener un ligero comportamiento descendiente, hasta ubicar el periodo del medio día entre las 15:00 a 16:00 horas, a partir de estas horas el volumen empieza a incrementarse hasta registrar el periodo pico de la tarde entre 18:15 a 19:15 horas. El comportamiento del tránsito vehicular para este sentido es entendible sobre todo por la mañana y tarde-noche, debido a que en ese periodo es la entrada y salida de las horas de trabajo con destino a la zona Poniente de la ciudad de México. En la **Figura 3.19** se presenta la variación horaria para este sentido.

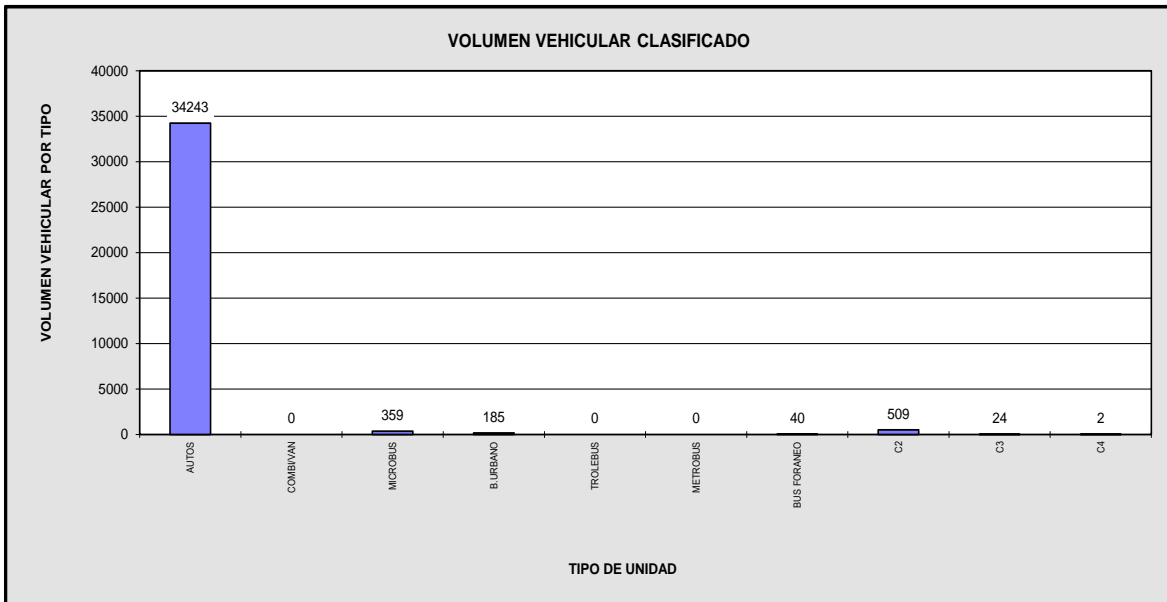
Figura 3.19 Variación Horaria Vehicular Sentido Oriente-Poniente.



Fuente: Elaboración propia.

Para este sentido, el total de vehículos registrados en el periodo aforado fue de 35,366, de los cuales el 96.82% son automóviles (34,243), el 1.65% transporte público urbano entre microbuses (359), Bus Urbano (185), Bus Foráneo (40), y el 1.52% camiones de carga (535 en su mayoría C2 y C3) donde se registraron vehículos de más de 4 ejes. En la **Figura 3.20** se muestra el número de vehículos por su tipo.

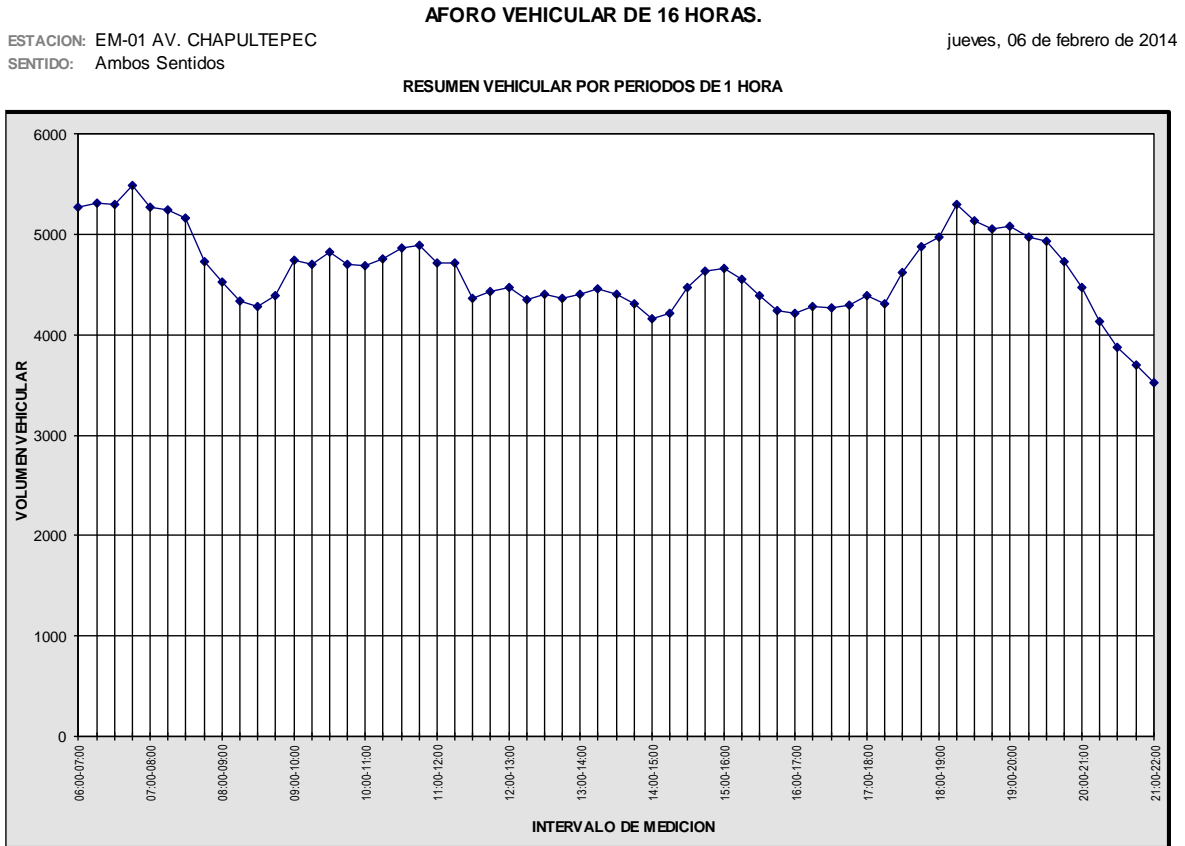
Figura 3.20 Composición por tipo de Vehículo.



Fuente: Elaboración propia.

Para la **EM-01** se analizó el comportamiento del tránsito entre semana para ambos sentidos de la estación, siendo el siguiente: Los mayores volúmenes se empiezan a presentarse por la mañana a partir de las 6:45 horas y hasta las 7:45 horas, después de esta hora los volúmenes empiezan a tener altibajos, para registrarse un periodo pico al medio día entre las 15:00 y 16:00 horas y a partir de estas última hora los volúmenes vehiculares empiezan a incrementarse hasta alcanzar el periodo pico por la tarde-noche entre las 18:15 a 19:15 horas, para que posteriormente a partir de esta última hora empiecen a descender los volúmenes vehiculares. En la **Figura 3.21** se presenta la variación horaria en ambos sentidos.

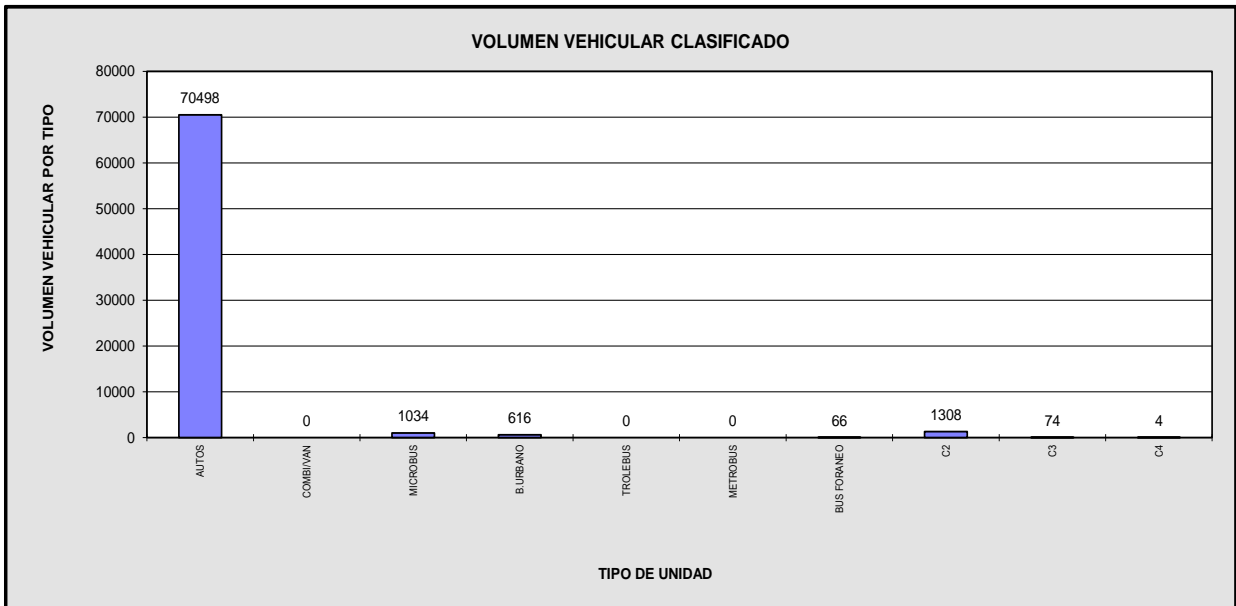
Figura 3.21 Variación Horaria Vehicular ambos sentidos Em-01.



Fuente: Elaboración propia.

El total de vehículos contabilizados en ambos sentidos en el periodo aforado fue de 73,608 vehículos, de los cuales el 95.77% son automóviles chicos (70,498 vehículos), el 2.33% transporte público urbano entre microbuses (1,034), Bus Urbano (616), Bus Foráneo (66) y el 1.90% son camiones de carga (1,386 en su mayoría C2 y C3) donde se registraron vehículos de más 4 ejes. Del volumen total el 51.95 % es en dirección Poniente-Oriente y el 48.05 % de Oriente-Poniente. La **Figura 3.22** presenta la el número de vehículos por su tipo en ambos sentidos para esta estación.

Figura 3.22 Composición por Tipo de Vehículo ambos sentidos Em-01.



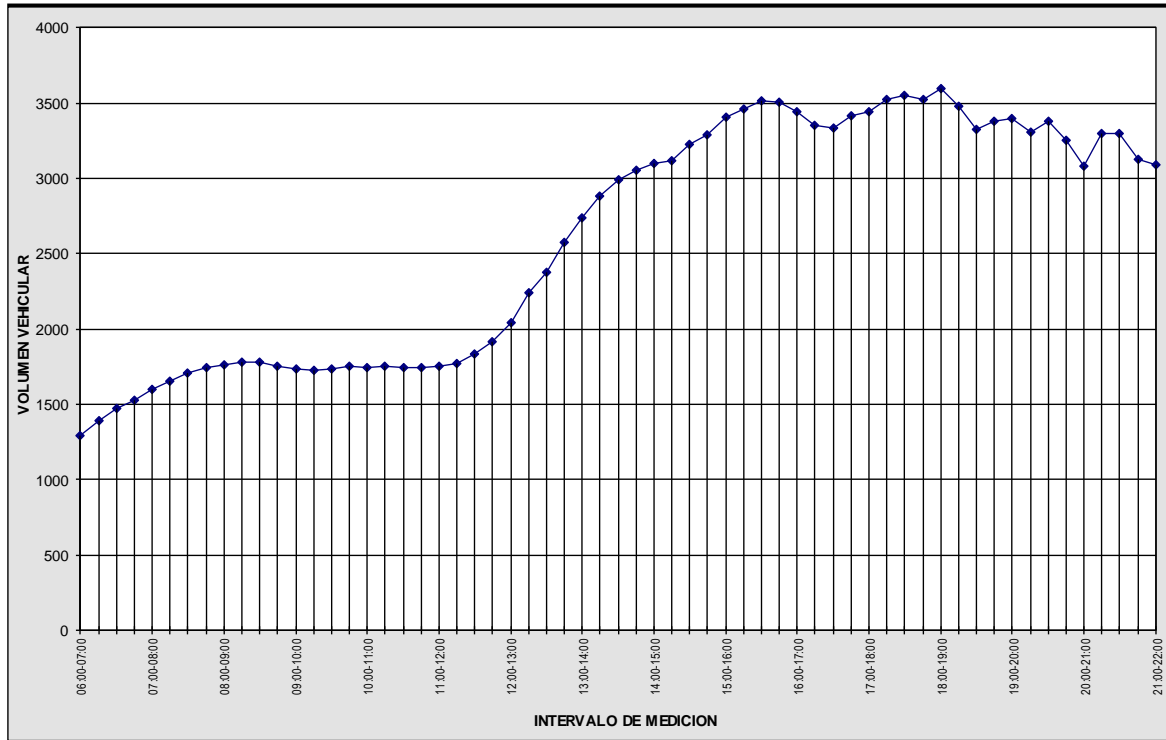
Fuente: Elaboración propia.

La segunda **EM-02** se realizó en un día típico de la semana (jueves 13 de febrero de 2014), en el cual se registró el volumen máximo horario por sentido y por tipo de vehículo. Se ubicó en el **sentido de Poniente a Oriente** (De Eje 2 Oriente. (Av. H. Congreso de la Unión) a Eje 3 Oriente. (Francisco del Paso y Troncoso) el periodo pico por la mañana se presenta entre las 8:15 y 9:15 horas a partir de esta última hora se exhiben altibajos hasta encontrar un periodo pico al medio día entre las 14:00 y 15:00 horas para que finalmente por la noche se ubique un periodo pico entre las 19:00 y 20:00 horas. En la **Figura 3.23** se presenta la variación horaria durante el aforo realizado para este sentido.

Figura 3.23 Gráfica de Variación Horaria de la Demanda Vehicular.

AFORO VEHICULAR DE 16 HORAS.

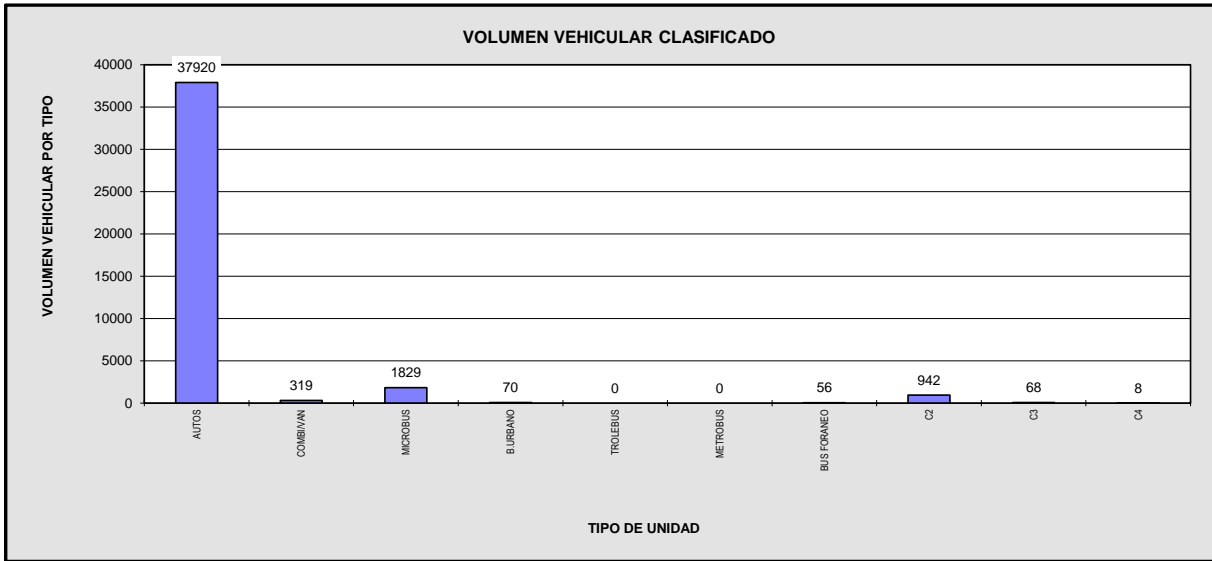
ESTACION: EM-02 FRAY SERVANDO TERESA DE MIER jueves, 13 de febrero de 2014
SENTIDO: Poniente - Oriente De Eje 2 Ote. H. Congreso de la U. a Eje 3 Ote. Fco. Del Paso y Troncoso
RESUMEN VEHICULAR POR PERIODOS DE 1 HORA



Fuente: Elaboración propia.

En total se registraron 41,228 vehículos, de los cuales 37,920 son autos, 2,274 vehículos de transporte público (Principalmente Microbuses con 1,829 unidades) y 1,018 camiones de carga. Como un dato adicional, la composición vehicular registrada indica que el 91.97% del tránsito es vehículo ligero (tipo A), un 5.51% es transporte público, el resto son camiones de carga (2.52%), como se indica en la **Figura 3.24**.

Figura 3.24 Composición Vehicular.



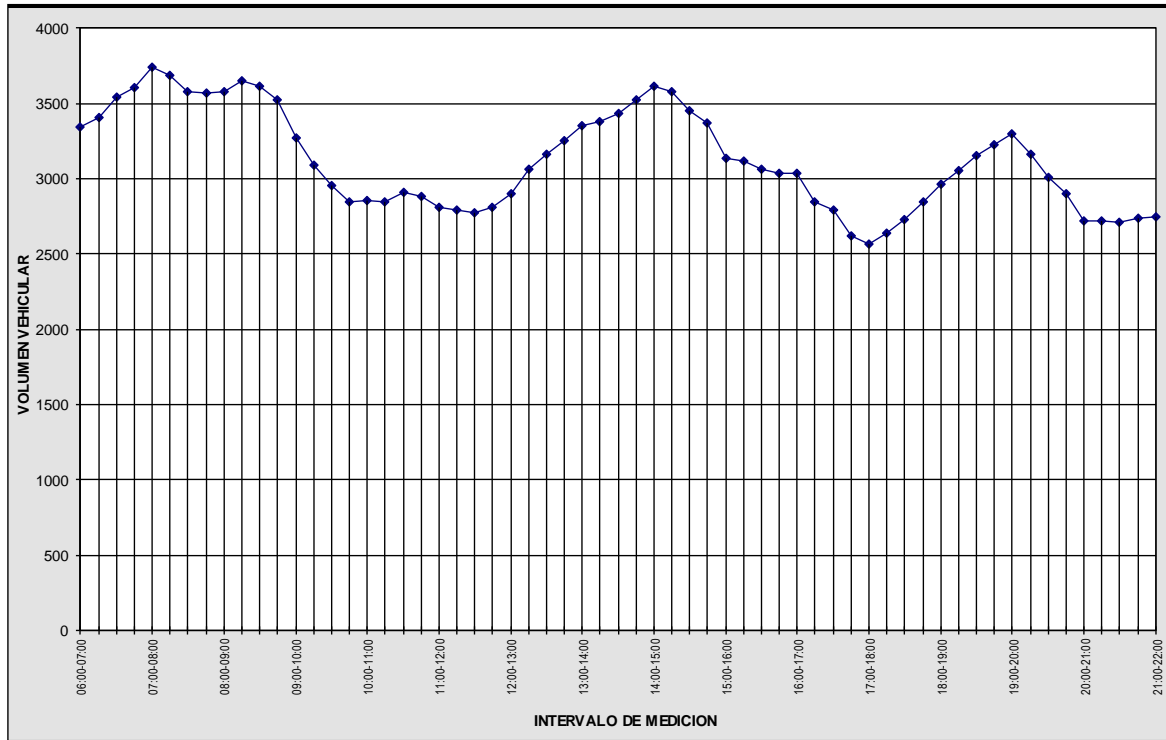
Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento del tránsito para el sentido de **Oriente - Poniente** (De Eje 3 Oriente. (Francisco del Paso y Troncoso a Eje 2 Oriente. Av. H. Congreso de la Unión) fue el siguiente: Los mayores volúmenes se presentan en la mañana a partir de las 8:15 horas y hasta las 9:15 horas, después de esta hora los volúmenes empiezan a tener un ligero comportamiento descendiente, para que posteriormente ubicar el periodo del medio día de 14:00 a 15:00 horas, manteniéndose con algunas variaciones hasta registrar el periodo pico de la tarde-noche de 19:00 a 20:00 horas para posteriormente descender. En la **Figura 3.25** se presenta la variación horaria para este sentido.

Figura 3.25 Gráfica de Variación Horaria de la Demanda Vehicular.

AFORO VEHICULAR DE 16 HORAS.

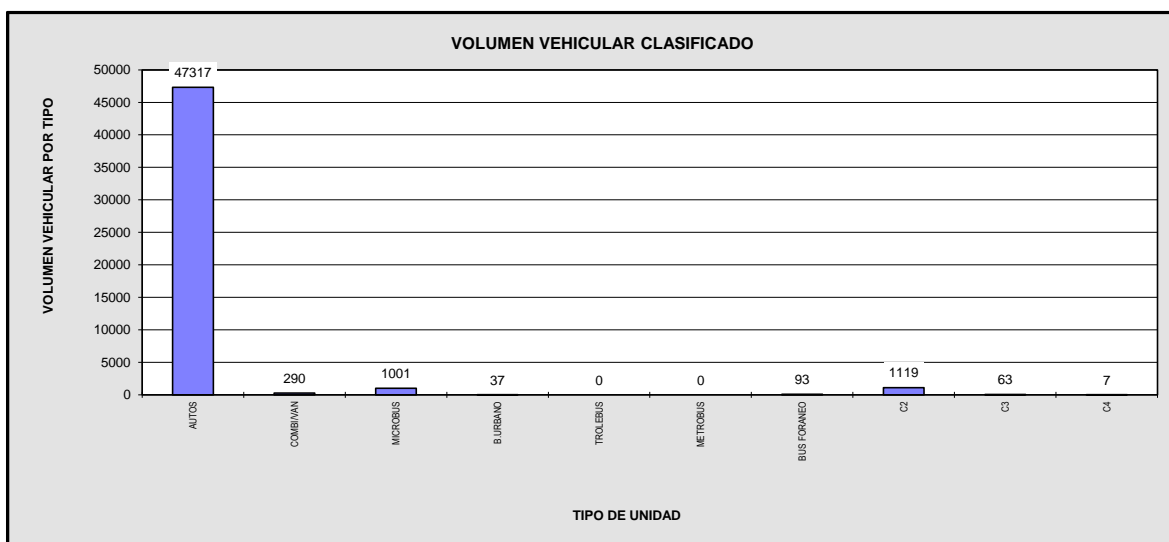
ESTACION: EM-02 FRAY SERVANDO TERESA DE MIER jueves, 13 de febrero de 2014
SENTIDO: Oriente - Poniente De Eje 3 Ote. Fco. Del Paso y Troncoso a Eje 2 Ote. H. Congreso de la U.
RESUMEN VEHICULAR POR PERIODOS DE 1 HORA



Fuente: Elaboración propia.

Para este sentido, el total de vehículos registrados en el periodo aforado fue de 49,940, de los cuales el 94.74% son automóviles (47,317), el 2.84% transporte público (1,421) y el 2.42 % camiones de carga (1,189 en su mayoría C2 y C3) donde se registraron vehículos de hasta más de 4 ejes. En la **Figura 3.26** se muestra el número de vehículos por su tipo.

Figura 3.26 Composición Vehicular.

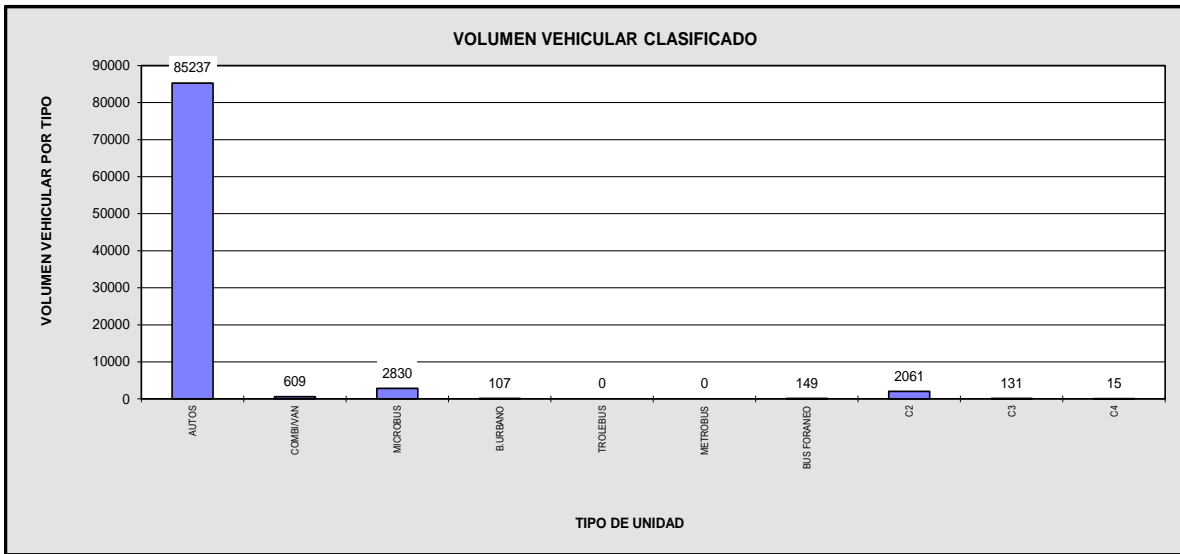


Fuente: Elaboración propia.

Se analizó el comportamiento del tránsito entre semana en ambos sentidos de la estación, siendo el siguiente comportamiento: Los mayores volúmenes se empiezan a presentarse a partir de las 8:15 horas y hasta las 9:15 horas, después de esta hora los volúmenes empiezan a descender ligeramente, para que posteriormente comenzar a incrementarse al mediodía hasta ubicar el periodo pico entre 14:00 hasta las 15:00, manteniendo algunas variaciones hasta localizar la hora pico de la tarde entre las 19:00 y 20:00 horas, periodo donde comienza a descender.

El total de vehículos contabilizados en el periodo aforado fue de 91,168 vehículos, de los cuales el 93.49% son automóviles (85,237), el 4.09% es transporte público (3,695) y el 2.42% camiones de carga (2,207) en su mayoría C2 y C3) donde se registraron vehículos de más 4 ejes. Del volumen total el 45.22% es en dirección Poniente-Oriente y el 54.78% de Oriente a Poniente. La **Figura 3.27** se presenta la variación horaria en ambos sentidos para esta estación.

Figura 3.27 Gráfica de Variación Horaria de la Demanda Vehicular en ambos sentidos.



Fuente: Elaboración propia.

En el **Cuadro 3.10** se presentan, los resultados de las horas de máxima demanda identificadas en la estación maestra realizada en ambos sentidos. Con esta información se procede a describir los aforos direccionales.

Cuadro 3.10 Resumen en HMD en cada Estación Maestra en ambos sentidos.

ESTACIÓN MAESTRA	HMD	COMPOSICIÓN DEL TRÁNSITO						TOTALES	
		AUTOMÓVILES		TRANSPORTE PÚBLICO		CAMIONES		CANTIDAD	%
		CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%		
01	6:45-7:45	5,279	96.1	116	2.11	96	1.79	5,491	100
	15:00-16:00	4,428	95.1	123	2.61	107	2.29	4,658	100
	18:15-19:15	5,115	96.6	114	2.15	65	1.25	5,294	100
02	8:15-9:15	5,073	93.4	203	3.75	155	2.85	5,431	100
	14:00-15:00	6,317	94.1	262	3.89	135	2.01	6,714	100
	19:00-20:00	6,351	94.7	236	3.52	116	1.78	6,703	100

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el cuadro anterior, las horas de máxima demanda para las dos 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 del corredor, también se muestra la composición vehicular en cada una de las estaciones por ambos sentidos de circulación.

Ahora bien, de acuerdo a los datos observados, se aprecia con claridad que los mayores volúmenes de vehículos se presentan en la HMD de la mañana en la estación 01 y 02, para el transporte público de igual manera es el (am) y los camiones al medio día, ya que éstos últimos 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 y tardes; y el transporte público en autobuses por las mañanas y el transporte de carga representado por los camiones circula en horarios diferentes como lo muestra la tabla anterior.

3.5.1.2 AFOROS DIRECCIONALES

Los datos anteriores reflejan un comportamiento diario de la demanda vehicular, sin embargo para los fines de análisis operacional es necesario obtener los volúmenes vehiculares en las intersecciones más importantes del corredor. Los aforos se llevaron a cabo en las intersecciones más importantes localizadas sobre la **Av. Chapultepec**, siendo las que se enumeran en el **Cuadro 3.11**. Se llevó a cabo el aforo en el periodo matutino, mediodía y vespertino con una clasificación básica tipo A (ligeros), B (transporte público en todas sus modalidades) y C (camiones pesados de carga) con una duración de una hora por periodo que involucró la HMD.

Cuadro 3.11 Resumen de aforos direccionales en intersecciones importantes.

AD	INTERSECCIÓN	ACCESO	HMD AM	HMD MD	HMD PM
01	Av. Chapultepec con Av. Sonora	Sur	2,433	1,663	2,047
		Oriente	2,225	2,399	2,322
		Poniente	2,104	1,227	1,818
		TOTAL	6,762	5,289	6,187
02	Av. Chapultepec con Eje 3 Poniente. Salamanca	Norte	3,178	3,108	3,863
		Oriente	1,394	1,777	1,848
		Poniente	1,661	783	1,326
		TOTAL	6,233	5,668	7,037
03	Av. Chapultepec con Eje 2 Poniente. Monterrey	Sur	1,209	1,662	1,700
		Oriente	3,581	2,164	2,468
		Poniente	1,384	2,332	2,110
		TOTAL	6,174	6,158	6,278
04	Av. Chapultepec con Av. Insurgentes Sur	Norte	1,634	1,374	1,426
		Sur	1,655	1,753	1,323
		Poniente	97	215	221
		TOTAL	3,386	3,342	2,970

AD	INTERSECCIÓN	ACCESO	HMD AM	HMD MD	HMD PM
05	Av. Chapultepec con Eje 1 Poniente (Cuauhtémoc)	Norte	2,361	1,293	1,738
		Sur	118	241	213
		Oriente	3,053	2,678	2,132
		Poniente	2,300	3,085	3,219
		TOTAL	7,832	7,297	7,302
06	Av. Dr. Río de la Loza con Dr. José María Vertíz	Norte	171	193	275
		Sur	1,210	1,041	1,002
		Poniente	3,463	3,429	3,879
		TOTAL	4,844	4,663	5,156
07	Av. Dr. Río de la Loza con Eje Central Lázaro Cárdenas	Nte-Carr.Exclusivo T.P.	34	39	47
		Sur	2,836	2,602	2,656
		Oriente	1,986	Reversible	Reversible
		Poniente	2,719	3,352	4,275
		TOTAL	7,575	5,993	6,978
08	Av. Arcos de Belén con Eje Central Lázaro Cárdenas	Nte-Carr.Exclusivo T.P.	33	38	26
		Sur	2,945	2,597	2,461
		Oriente	3,697	2,627	2,882
		TOTAL	6,675	5,227	5,369
09	Fray Servando Teresa de Mier con Bolívar	Norte	574	627	554
		Oriente	2,618	Reversible	Reversible
		Poniente	2,178	3,587	4,733
		TOTAL	5,370	4,214	5,287
10	José María Izazaga con Bolívar	Norte	559	834	985
		Oriente	3,255	2,445	2,349
		TOTAL	3,814	3,279	3,334
11	José María Izazaga con José María Pino Suarez	Norte	1,189	1,328	1,654
		Oriente	3,456	2,305	1,719
		TOTAL	4,645	3,633	3,373
12	San Pablo con Topacio	Oriente	1,890	1,064	1,044
		Sur	1,165	1,392	931
		Poniente(MB)	12	28	23
		TOTAL	3,067	2,484	1,998
13	Fray Servando Teresa de Mier con Eje 1 Oriente (Anillo de Circunvalación)	Norte	1,083	1,179	1,085
		Sur-Carr.Exclusivo T.P.	22	32	24
		Oriente	2,849	1,159	860
		Poniente	1,951	2,682	4,173
		TOTAL	5,905	5,052	6,142
14	Fray Servando Teresa de Mier con Eje 2 Oriente. Av. H. Congreso de la Unión	Nte-Carr.Exclusivo T.P.	35	14	20
		Sur	1,772	1,570	1,469
		Oriente	2,697	2,029	1,458
		Lat Oriente	423	341	264
		Poniente	1,201	1,926	2,608
		TOTAL	6,128	5,880	5,819

AD	INTERSECCIÓN	ACCESO	HMD AM	HMD MD	HMD PM
15	Fray Servando Teresa de Mier con Eje 3 Oriente Francisco del Paso y Troncoso	Norte	816	769	441
		Lat Oriente	292	340	295
		Central Oriente	2,792	2,696	2,907
		Lat Sur	446	395	482
		Inc.Paso Elev-Sur	119	107	112
		Poniente-Central	2,356	2,265	2,930
		Poniente-Lateral	783	649	465
		TOTAL	7,604	7,221	7,632
16	Fray Servando Teresa de Mier con Av. Jesús Galindo Y Villa	Norte	490	1,014	825
		Oriente	2,005	1,990	1,904
		Poniente-Central	407	482	478
		Poniente-Lat	672	650	831
		TOTAL	3,574	4,136	4,038

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro anterior se puede apreciar que las intersecciones con los mayores volúmenes de tránsito sobre la **Av. Chapultepec**, en orden de importancia son: Eje 1 Poniente. Cuauhtémoc, Eje 3 Oriente. Francisco del Paso y Troncoso, Eje Central Lázaro Cárdenas. De las 16 intersecciones aforadas, los mayores volúmenes se presentan por la mañana (AM) en 10 intersecciones, en la tarde (PM) en 5 intersecciones, y al medio día (MD) la intersección restante (1). Esta información será parte para el análisis de los niveles de servicio para la situación actual, tanto en cada intersección como para la vialidad. En la mayoría de las intersecciones se permiten todos los movimientos direccionales, generándose al menos entre 12 y 16 movimientos direccionales (incluyendo la vuelta en “U”).

Con la información de los aforos direccionales, se continuo con la elaboración de los esquemas de volúmenes vehiculares en cada hora de máxima demanda (HMD) de la mañana, medio día y de la tarde para un día entre semana, donde se puede observar que los mayores flujos vehiculares circulando por el corredor, el cual conecta o comunica centros generadores y a tractores de viajes de largo itinerario.

3.5.2. VOLÚMENES PEATONALES

Durante los trabajos generales de inventario se detectaron zonas con gran afluencia peatonal.

La circulación sobre las zonas a lo largo del corredor lo constituye el peatón como principal usuario, por lo relevante de sus aceras con sus sitios de servicio (zonas comerciales y de servicio), razón por la que se establece la necesidad de observar la movilidad peatonal. El conteo de peatones se realizó exclusivamente en los accesos de las intersecciones más importantes de la **Av. Chapultepec**. Por lo que se efectuaron aforos peatonales en las 16 intersecciones más importantes del corredor donde también se realizaron los direccionales vehiculares en un día entre semana, siendo las de mayor importancia y las que se indican en el **Cuadro 3.12** con los resultados obtenidos en cada acceso del corredor en el periodo de la mañana y del medio día.

Cuadro 3.12 Resumen de aforos peatonales en intersecciones.

PERIODO DE ESTUDIO: 07:00 - 10:00 HRS.									
ID	INTERSECCION	NORTE		SUR		ORIENTE		PONIENTE	
		OTE - PTE	PTE - OTE	OTE - PTE	PTE - OTE	NTE-SUR	SUR-NTE	NTE-SUR	SUR-NTE
AP-01	Av. Chapultepec - Av. Paseo de la Reforma	179	177	425	268	140	217	133	83
AP-02	Av. Chapultepec - Eje 3 Pte. Salamanca	188	93	123	152	80	91	1122	302
AP-03	Av. Chapultepec - Eje 2 Pte. Florencia	43	30	250	68	120	155	38	46
AP-04	Av. Chapultepec - Av. Insurgentes	0	0	0	0	0	0	0	0
AP-05	Av. Chapultepec - Eje 1 Pte.	268	201	18	13	121	89	226	223
AP-06	Dr. Río de la Loza - José María Vertiz	107	51	141	179	99	106	82	69
AP-07	Av. Dr. Río de la Loza - Eje Central Lázaro Cárdenas	379	270	201	206	16	119	356	373
AP-08	José María Izazaga - Eje Central Lázaro Cárdenas	146	220	216	310	461	494	340	281
AP-09	Fray Servando Teresa de Mier - Bolívar	117	114	170	174	54	50	635	453
AP-10	José María Izazaga - Bolívar	386	142	125	94	247	204	499	222
AP-11	José María Izazaga - José María Pino Suárez	276	516	500	680	635	858	1485	641
AP-12	San Pablo - Topacio	291	220	765	946	837	973	930	756
AP-13	Fray Servando Teresa de Mier - Anillo de Circunvalación	152	190	673	618	2012	1100	435	409
AP-14	Fray Servando Teresa de Mier - Eje 2 Ote. A. H. Congreso de la U	239	207	26	274	110	91	90	189
AP-15	Fray Servando Teresa de Mier - Eje 3 Ote. Francisco del Paso y Troncoso	0	0	0	0	0	0	0	0
AP-16	Fray Servando Teresa de Mier - Blvd. Puerto Aereo	73	51	31	47	66	89	0	0

Fuente: Elaboración propia.

En estas zonas el uso de suelo predominante es el comercio y los servicios (Oficinas, Plazas, bancos y comercios), a esto se debe la gran movilidad peatonal. En todas las zonas observadas los mayores volúmenes peatonales se presentan en el periodo de la mañana y del medio día.

El ancho de las banquetas por donde circula el peatón en algunas zonas es estrecha y presentan obstáculos, tales como árboles, puestos del comercio informal y el mobiliario urbano, esto hace difícil la circulación del peatón ocasionando que el peatón utilice en tramos los carriles de circulación vehicular.

Existen tramos en donde el flujo peatonal es elevado y hace que sea insuficiente el ancho de las banquetas, lo cual no garantiza un desplazamiento cómodo y seguro para el peatón.

3.5.3. VOLÚMENES DE CICLISTAS

Considerando el incremento que actualmente registra el uso de la bicicleta en diferentes ciudades del país, y donde el Distrito Federal no ha sido la excepción e incluso incentivado el uso de esta con la implementación de ciclovías principalmente en la zona de influencia al centro histórico, por esta razón se considera conveniente observar la movilidad de estos sobre el corredor en estudio mediante aforos en los mismos sitios seleccionados para llevar a cabo los aforos vehiculares. El conteo de ciclistas se realizó exclusivamente en los accesos de las 16 intersecciones más importantes localizadas sobre el **Corredor Vial** en estudio de las cuales 15 registraron el paso de ciclistas y se indican en el **Cuadro 3.13** con los resultados obtenidos en cada acceso del corredor en el periodo de la mañana, mediodía y tarde.

Cuadro 3.13 Tabla resumen de aforo de ciclistas en intersecciones.

AD	INTERSECCIÓN	ACCESO	HMD AM	HMD MD	HMD PM
01	Av. Chapultepec con Av. Sonora	Sur	77	28	79
		Oriente	0	15	1
		Poniente	25	30	8
		TOTAL	102	73	88
02	Av. Chapultepec con Eje 3 Poniente. Salamanca	Norte	26	30	160
		Oriente	3	1	1
		Poniente	36	10	0
		TOTAL	65	41	161
03	Av. Chapultepec con Eje 2 Poniente. Monterrey	Sur	22	33	29
		Oriente	0	0	0
		Poniente	0	0	0
		TOTAL	22	33	29
04	Av. Chapultepec con Av. Insurgentes Sur	Norte	0	0	0
		Sur	5	0	0
		Poniente	0	3	7
		TOTAL	5	3	7
05	Av. Chapultepec con Eje 1 Poniente (Cauhtémoc)	Norte	0	21	21
		Sur	0	0	10
		Oriente	0	24	31
		Poniente	14	11	43
		TOTAL	14	56	86
06	Av. Dr. Río de la Loza con Dr. José María Vertíz	Norte	5	2	0
		Sur	0	10	0
		Poniente	0	1	28
		TOTAL	5	13	28

AD	INTERSECCIÓN	ACCESO	HMD AM	HMD MD	HMD PM
07	Av. Dr. Río de la Loza con Eje Central Lázaro Cárdenas	Nte-Carr.Exclusivo T.P.	6	2	11
		Sur	16	0	1
		Oriente	3	0	0
		Poniente	0	0	0
		TOTAL	25	2	12
08	Av. Arcos de Belén con Eje Central Lázaro Cárdenas	Nte-Carr.Exclusivo T.P.	0	0	0
		Sur	2	0	0
		Oriente	6	2	0
		TOTAL	8	2	0
09	Fray Servando Teresa de Mier con Bolívar	Norte	0	0	0
		Oriente	0	0	0
		Poniente	16	30	26
		TOTAL	16	30	26
10	José María Izazaga con Bolívar	Norte	4	7	7
		Oriente	38	29	38
		TOTAL	42	36	45
11	José María Izazaga con José María Pino Suarez	Norte	4	7	0
		Oriente	5	5	19
		TOTAL	6	12	19
12	San Pablo con Topacio	Oriente	16	59	39
		Sur	17	54	23
		Poniente(MB)	5	10	9
		TOTAL	38	123	71
13	Fray Servando Teresa de Mier con Eje 1 Oriente (Anillo de Circunvalación)	Norte	14	19	11
		Sur-Carr.Exclusivo T.P.	0	0	0
		Oriente	0	0	0
		Poniente	0	0	0
		TOTAL	14	19	11
14	Fray Servando Teresa de Mier con Eje 2 Oriente. Av. H. Congreso de la Unión	Nte-Carr.Exclusivo T.P.	11	0	7
		Sur	10	62	6
		Oriente Central	7	2	0
		Lat Oriente	3	0	0
		Poniente	0	5	0
		TOTAL	31	69	13
15	Fray Servando Teresa de Mier con Eje 3 Oriente Francisco del Paso y Troncoso	Norte	0	0	0
		Lat Oriente	0	0	0
		Central Oriente	0	0	0
		Lat Sur	0	0	0
		Inc.Paso Elev-Sur	0	0	0
		Poniente-Central	0	0	0
		Poniente-Lateral	0	0	0
		TOTAL	0	0	0
16	Fray Servando Teresa de Mier con Av. Jesús Galindo y Villa	Norte	9	8	0
		Oriente	4	3	1
		Poniente-Central	0	0	0

AD	INTERSECCIÓN	ACCESO	HMD AM	HMD MD	HMD PM
		Poniente-Lat	0	0	1
		TOTAL	13	11	2

Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que el uso de este modo de transporte se relaciona en la mayoría de las veces a viajes cortos donde el uso del suelo condiciona en gran medida su uso. En las zonas observadas el uso se acentúa más entre el tramo cercano a la zona rosa, acentuándose en el periodo de la mañana de 6:45 a 7:45 y para el periodo de la tarde de 19:00 a 20:00.

3.5.4. FLUJO DE SATURACIÓN

El estudio de flujos de saturación permite estimar la capacidad de flujo de las intersecciones analizadas. El flujo de saturación es el número máximo de vehículos por un periodo de tiempo (hora) que pueden circular por un determinado carril. Esta capacidad de flujo está dado principalmente por el espaciamiento entre vehículos observado en campo, bajo condiciones locales.

Para este estudio, se utiliza la metodología descrita por el Manual de Capacidad Vial 2010 del TRB. El Manual define al flujo de saturación, bajo la siguiente fórmula:

$$s = (s_o) (N) (f_w) (f_{HV}) (f_g) (f_p) (f_a) (f_{bb}) (f_{Lu}) (f_{RT}) (f_{LT})$$

Donde:

s = Flujo de saturación para el grupo de carriles considerado, expresado como un total para todos los carriles en el grupo, bajo las condiciones prevalecientes (Veh/h/grupo).

(s_o) = Flujo de saturación ideal por carril, generalmente tomado como 1,900 veh/h carril.

(N) = Número de carriles en el grupo de carriles. = Para el análisis fue 3 carriles

(f_w) = Factor de ajuste del ancho de carril = Se consideró carriles de 3.30 m = 0.967

(f_{HV}) = Factor de ajuste por vehículos pesados en el flujo vehicular. Del 4 al 6% = 0.943

(f_g) = Factor de ajuste por pendiente de acceso = Pendiente del + - 2% = 0.99

(f_p)= Factor de ajuste por existencia de un carril de estacionamiento, adyacente al grupo de carriles y la actividad de estacionamiento en ese carril. Es prohibido= 1.0

(f_a)= Factor de ajuste por tipo de área = 1.00

(f_{bb})= Factor de ajuste por efecto de obstrucción de autobuses que paran dentro del área de la intersección.= 0.987

(f_{Lu})= Factor de ajuste por utilización del carril= 1.0

(f_{RT})= Factor de ajuste por vuelta derecha en el grupo de carriles.= 1.0

(f_{LT})= Factor de ajuste por vuelta izquierda en el grupo de carriles= 1.0

3.5.5. ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

Para el proceso de análisis y evaluación de las intersecciones se aplicó el paquete de cómputo especializado, como es el Synchro 8 por ser hoy en día el más utilizado por organismos e instituciones internacionales y ofrece grandes ventajas.

El software aplica la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras 2010 (HCM – Highway Capacity Manual) de su capítulo 16 en un total ambiente Windows. Synchro 8 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, cartografía a escala de la zona de estudio, así mismo otros archivos Bitmap y jpeg, 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 contempló 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" más el "todo rojo".
- **Fases.** El estado del semáforo durante el cual uno o más movimientos de tránsito reciben el derecho de vía.

En el **Cuadro 3.14** se muestra los datos operativos de las 16 intersecciones analizadas.

Cuadro 3.14 Características principales de operación de intersecciones.

AD	INTERSECCIÓN	ACCESO	FASES	TIEMPOS DE VERDE (Seg.)	CICLO (Seg)
01	Av. Chapultepec con Av. Sonora	Sur	3	45	120
		Oriente		60	
		Poniente		15	
		Poniente-Nte			
02	Av. Chapultepec con Eje 3 Poniente Salamanca	Norte	2	45	120
		Oriente		75	
		Poniente			
03	Av. Chapultepec con Eje 2 Poniente Monterrey	Sur	3	50	120
		Oriente		50	
		Poniente		20	
		Poniente-Nte			
04	Av. Chapultepec con Av. Insurgentes Sur	Norte		Glorieta, sin control de semáforos, flujo continuo	
		Sur			
		Poniente			
05	Av. Chapultepec con Eje 1 Poniente Cuauhtémoc	Norte	3	55	140
		Sur		65	
		Oriente		20	
		Poniente			
		Oriente-Sur			
06	Av. Dr. Río de la Loza con Dr. José María Vertíz	Norte	2	70	140
		Sur		70	
		Poniente			
07	Av. Dr. Río de la Loza con Eje Central Lázaro Cárdenas	Nte-Carr.Exclusivo T.P.	2	63	120
		Sur		57	
		Oriente			
		Poniente			
08	Av. Arcos de Belén con Eje Central Lázaro Cárdenas	Nte-Carr.Exclusivo T.P.	2	63	120
		Sur		57	
		Oriente			
09	Fray Servando Teresa de Mier con Bolívar	Norte	2	60	120
		Oriente		60	
		Poniente			
10	José María Izazaga con Bolívar	Norte	2	65	120
		Oriente		55	
11	José María Izazaga con José María Pino Suarez	Norte	2	75	120
		Oriente		45	
12	San Pablo con Topacio	Oriente	2	40	120
		Poniente-Metro Bus		80	
		Sur			
13		Norte	3	50	200

AD	INTERSECCIÓN	ACCESO	FASES	TIEMPOS DE VERDE (Seg.)	CICLO (Seg)
	Fray Servando Teresa de Mier con Eje 1 Oriente (Anillo de Circunvalación)	Sur-Carr.Exclusivo T.P.		120	
		Oriente			
		Poniente			
14	Fray Servando Teresa de Mier con Eje 2 Oriente. Av. Congreso de la Unión	Nte-Carr.Exclusivo T.P.	3	50	200
		Sur		120	
		Oriente			
		Lat Oriente			
15	Fray Servando Teresa de Mier con Eje 3 Oriente Francisco del Paso y Troncoso	Poniente	Paso Inferior vehicular Eje 3 Oriente Francisco del Paso y Troncoso, sin control de semáforos, flujo continuo		
		Lat Oriente			
		Central Oriente			
		Lat Sur			
		Inc.Paso Elev-Sur			
		Poniente-Central			
		Poniente-Lateral			
16	Fray Servando Teresa de Mier con Av. Jesús Galindo Y Villa	Norte	3	45	120
		Oriente		45	
		Lat Oriente			
		Central Poniente			
		Lat Poniente		30	
		Oriente-Sur			

Fuente: Elaboración propia.

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, en el **Cuadro 3.15** se muestra cada uno de ellos y sus características.

Cuadro 3.15 Niveles de Servicio y 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.

Fuente: Elaboración propia.

Los análisis se realizaron en los dos periodos de mayor demanda (HMD), siendo estos en la mañana (AM) y en la tarde (PM). En el **Cuadro 3.16** se presenta un resumen de los resultados más importantes obtenidos para cada periodo analizado de las intersecciones aforadas como más importantes en situación actual.

Cuadro 3.16 Niveles de servicio en HMD actuales entre semana.

AD	INTERSECCIÓN	ACCESO	NIVEL DE SERVICIO		DEMORAS		COLAS MAX	
			AM	PM	AM	PM	AM	PM
01	Av. Chapultepec con Av. Sonora	Sur	F	F	406.9	279.9	412.2	330.5
		Oriente	D	C	48.1	32.9	222.0	186.2
		Poniente	F	F	430.1	232.9	129.5	72.9
		Poniente-Nte	F	F	325.0	339.4	188.1	181.4
		GLOBAL	F	F	434.1	306.1		
02	Av. Chapultepec con Eje 3 Poniente Salamanca	Norte	F	F	182.0	304.8	288.7	379.4
		Oriente	B	B	11.3	12.8	25.1	42.0
		Poniente	B	B	13.5	12.4	65.0	47.9
		GLOBAL	F	F	108.4	190.9		
03	Av. Chapultepec con Eje 2 Poniente Monterrey	Sur	C	C	29.1	33.7	83.3	127.2
		Oriente	F	D	185.2	40.6	325.7	166.9
		Poniente	B	C	15.9	24.8	55.7	94.4
		GLOBAL	E	C	116.7	33.4		
05	Av. Chapultepec con Eje 1 Poniente Cuauhtémoc	Norte	D	D	50.9	39.4	191.0	126.4
		Sur	A	A	0.5	5.9	0.0	21.6
		Oriente	F	F	178.3	48.4	375.2	218.6

AD	INTERSECCIÓN	ACCESO	NIVEL DE SERVICIO		DEMORAS		COLAS MAX	
			AM	PM	AM	PM	AM	PM
		Poniente	D	F	36.1	111.5	174.4	346.2
		Oriente-Sur	F	F	430.1	389.2	345.5	412.2
		GLOBAL	F	F	253.4	139.3		
06	Av. Dr. Río de la Loza con Dr. José María Vertíz	Norte	C	C	20.6	21.4	23.0	35.4
		Sur	C	C	34.8	30.1	195.2	148.4
		Poniente	D	D	30.4	39.1	152.1	224.5
		GLOBAL	C	C	18.7	33.1		
07	Av. Dr. Río de la Loza con Eje Centra Lázaro Cárdenas	Sur	F	C	100.9	32.6	230.5	201.5
		Oriente	D	Rev.	43.2	Rev.	224.5	Rev.
		Poniente	F	D	164.5	47.1	369.5	236.7
		GLOBAL	F	D	131.2	38.6		
08	Av. Arcos de Belén con Eje Central Lázaro Cárdenas	Sur	F	C	132.7	34.0	282.3	191.1
		Oriente	F	D	148.4	50.4	339.8	229.4
		GLOBAL	F	D	120.8	35.2		
09	Fray Servando Teresa de Mier con Bolívar	Norte	C	C	21.2	21.1	65.5	63.0
		Oriente	F	Rev.	114.9	Rev.	338.9	Rev.
		Poniente	D	F	47.2	157.7	250.1	381.7
		GLOBAL	F	F	38.0	135.4		
10	José María Izazaga con Bolívar	Norte	C	C	23.7	38.8	67.3	136.5
		Oriente	C	C	26.1	19.6	164.2	83.5
		GLOBAL	C	C	21.2	12.2		
11	José María Izazaga con José María Pino Suarez	Norte	B	B	13.6	16.1	70.0	110.3
		Oriente	D	C	242.1	30.2	349.7	56.
		GLOBAL	F	C	163.6	15.3		
12	San Pablo Con Topacio	Oriente	D	C	39.6	34.0	102.3	56.0
		Sur	B	B	0.9	0.2	0.0	0.0
		Global	C	C	24.3	20.4		
13	Fray Servando Teresa de Mier con Eje 1 Oriente (Anillo de Circunvalación)	Norte	F	F	81.7	80.7	155.0	154.9
		Oriente	C	A	31.4	9.1	324.9	40.3
		Poniente	C	F	26.0	176.6	155.0	223.8
		GLOBAL	D	F	38.5	121.3		
14	Fray Servando Teresa de Mier con Eje 2 Oriente. Av. Congreso de la Unión	Sur	E	C	84.5	21.7	176.1	80.3
		Oriente	C	F	34.1	165.5	278.9	235.5
		Poniente	A	F	9.2	234.5	55.0	320.5
		GLOBAL	C	F	31.4	191.8		
16	Fray Servando Teresa de Mier con Av. Jesús Galindo Y Villa	Norte	C	C	24.9	25.3	26.5	42.6
		Oriente	B	B	12.6	11.8	52.0	37.6
		Poniente	C	C	27.9	29.9	52.1	66.0

AD	INTERSECCIÓN	ACCESO	NIVEL DE SERVICIO		DEMORAS		COLAS MAX	
			AM	PM	AM	PM	AM	PM
		GLOBAL	C	C	374.2	760.0		

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro anterior se puede comentar los principales problemas en la operación de cada intersección por acceso.

El nivel de servicio que se indica en cada acceso de las intersecciones, no establece que todo el acceso esté operando inadecuadamente, posiblemente uno de sus movimientos direccionales es el causante de la mala operación, por lo que se describe a continuación las más importantes:

Por otro lado se observa que los ciclos programados para los semáforos en las intersecciones no corresponden a la demanda del tránsito vehicular por lo que generan demoras innecesarias al tránsito vehicular, sobre todo las calles transversales de las vialidades principales. A continuación se mencionan los principales resultados obtenidos para cada intersección:

AD-01 Av. Chapultepec con Av. Sonora

Esta intersección se ubica Sobre una Avenida Principal y está controlada por semáforos con un ciclo de 120 seg. y 3 fases. Los problemas en ésta intersección son principalmente en dos de sus accesos por el poco tiempo de verde en los semáforos, El alto volumen vehicular y la falta de capacidad de la vialidad, destacando la incorporación de la lateral de Av. Chapultepec dirección hacia la calle Lieja, formando colas de más de 100.0 m de longitud. El otro acceso con problemas es el Sur de Av. Sonora generando colas de hasta 300.0 m de longitud, provocando con ello asentamientos en estos puntos. En la **Figura 3.28** se muestra la geometría y la microsimulación.

Figura 3.28 Geometría y microsimulación en la intersección.



Fuente: Elaboración propia.

AD-02. Av. Chapultepec con Eje 3 Poniente Salamanca

En esta intersección se presentaron problemas en los niveles de servicio en 1 acceso de Av. Chapultepec, debido al volumen vehicular que Ingresa por la calle de Sevilla, los Flujos vehiculares Simultáneos que pasan de Poniente-Oriente-Poniente Sobre la Av. Chapultepec Pasan Francos. La intersección opera con dos fases y un ciclo de 120 Seg. En la **Figura 3.29** se muestra los carriles en operación y la microsimulación de esta intersección.

Figura 3.29. Geometría y microsimulación en la intersección.



Fuente: Elaboración propia.

AD-03. Av. Chapultepec con Eje 2 Poniente Monterrey

Los semáforos de esta intersección operan con un ciclo de 120 seg y con tres fases. Esta intersección solo presenta problemas en su operación en su acceso oriente en el periodo de la mañana de Av. Chapultepec con niveles de servicio “F” ya que en el periodo maneja un nivel de servicio “C”. Este mal nivel lo ocasiona el flujo vehicular de la vuelta derecha de Oriente a Norte, debido al alto volumen vehicular, obstruyendo con ello los carriles para el movimiento de frente, generando con ello colas vehiculares máximas de 200 m de longitud. En la **Figura 3.30** se muestra la configuración geométrica y los carriles en operación de la intersección.

Figura 3.30 Geometría y microsimulación de la intersección.



Fuente: Elaboración propia.

AD-04. Av. Chapultepec con Av. Insurgentes Sur

Esta intersección la conforman dos vialidades importantes de la ciudad, la Av. Chapultepec el cual pasa por debajo de Av. Insurgentes Sur formando una Glorieta a nivel. Los movimientos del flujo vehicular que se generan en este punto son continuos. Solo se tienen algunos problemas de operación dentro de la Glorieta. En la **Figura 3.31** se muestra la configuración geométrica y los carriles en operación de la intersección.

Figura 3.31 Geometría y microsimulación de la intersección.



Fuente: Elaboración propia.

AD-05 Av. Chapultepec con Eje 1 Poniente Cuauhtémoc

Los semáforos en esta intersección operan con un ciclo de 140 seg y con tres fases. Esta intersección presenta problemas en su operación en 4 de sus 5 accesos, demostrando malos niveles de servicio (F) en los dos periodos analizados, teniendo colas máximas vehiculares hasta 412.0 m. En la **Figura 3.32** se muestra la configuración geométrica y los carriles en operación de la intersección.

Figura 3.32 Geometría y microsimulación de la intersección.



Fuente: Elaboración propia.

AD-06 Av. Dr. Río de la Loza con Dr. José María Vertíz

Los semáforos en esta intersección operan con un ciclo de 140 seg y con dos fases. Esta intersección presenta problemas de operación en 1 acceso, demostrando malos niveles de servicio (F) en los dos periodos analizados, teniendo colas máximas vehiculares de más de 200.0 m, Esto se debe a los altos volúmenes vehiculares que se registraron en este acceso y el bajo número de carriles por lo que resta capacidad a dicha intersección. En la **Figura 3.33** se muestra la configuración geométrica y los carriles en operación de la intersección.

Figura 3.33 Geometría y microsimulación de la intersección.



Fuente: Elaboración propia.

AD-07 Av. Dr. Río de la Loza con Eje Central Lázaro Cárdenas

Los semáforos en la intersección operan con un ciclo de 120 seg y opera con 2 fases. Esta intersección presenta problemas en su operación en sus tres accesos, presentando niveles de servicio “D y F” en uno de los dos periodos analizados (AM), teniendo colas vehiculares hasta 369.0 m de longitud en su acceso poniente y Sur, debido a los altos volúmenes vehiculares y para el periodo de la tarde (PM) la circulación mejora ya que solo operan dos accesos Poniente y Sur por lo que el número de carriles incrementa así mismo mejora el nivel de capacidad de la vialidad. En la **Figura 3.34** se muestra la configuración geométrica y los carriles en operación de la intersección.

Figura 3.34 Geometría y microsimulación de la intersección.



Fuente: Elaboración propia.

AD-08 Av. Arcos de Belén con Eje Central Lázaro Cárdenas

La configuración de esta intersección es “Tipo Cruz”, donde los movimientos direccionales de José María Izazaga están controlados por semáforos con un ciclo de 120 seg y opera con dos fases. En las HDM del día y la tarde los problemas de operación se presentan en las vueltas derechas de José María Izazaga, teniendo pequeñas dificultades para incorporarse al Eje Central Lázaro Cárdenas. La **Figura 3.35** presenta la geométrica de la intersección.

Figura 3.35 Geometría y microsimulación de la intersección.



Fuente: Elaboración propia.

AD-09. Fray Servando Teresa de Mier con Bolívar

Los semáforos en la intersección operan con un ciclo de 120 seg, con dos fases. Esta intersección presenta problemas en su operación en dos de sus accesos, presentando niveles de servicio “D y F” en uno de los dos periodos analizados, teniendo colas vehiculares hasta 338.0 m de longitud en dos de sus tres accesos oriente y poniente debido a los altos volúmenes vehiculares, caso contrario en el periodo de la tarde donde el sentido oriente se invierte a poniente por lo que la capacidad de los carriles aloja menor volumen vehicular por lo que da mayor capacidad a la intersección manejando niveles de servicio “C”. En la **Figura 3.36** se muestra la configuración geométrica y los carriles en operación de la intersección.

Figura 3.36 Geometría y microsimulación de la intersección.



Fuente: Elaboración propia.

AD-10. José María Izazaga con Bolívar

Esta intersección al igual que la anterior opera con un ciclo de 120 Seg, con dos fases. Esta intersección no presenta problemas de operación en sus dos accesos, presentando niveles de servicio “C” en los dos periodos analizados. En la **Figura 3.37** se muestra la configuración geométrica y los carriles en operación de la intersección.

Figura 3.37 Geometría y microsimulación de la intersección.



Fuente: Elaboración propia.

AD-11 José María Izazaga con José María Pino Suárez

Los semáforos en la intersección operan con un ciclo de 120 Seg y opera con 2 fases. Esta intersección presenta problemas en su operación en el acceso Oriente, presentando niveles de servicio “D y F” en ambos periodos analizados (AM) y (PM) teniendo colas vehiculares hasta 349.0 m de longitud en su acceso, debido a los altos volúmenes vehiculares. En la **Figura 3.38** se muestra la configuración geométrica y los carriles en operación de la intersección.

Figura 3.38 Geometría y microsimulación de la intersección.



Fuente: Elaboración propia.

AD-12. San Pablo con Topacio

La configuración de esta intersección es “Tipo T”, donde los movimientos direccionales de San Pablo con Topacio están controlados por semáforos con un ciclo de 120 seg y opera con dos fases. En las HDM del día y la tarde podemos observar que no cuenta con problemas de operación esto se debe a que los volúmenes vehiculares son bajos en ambos periodos, actualmente el nivel de servicio que está presentando es “B y C” por lo que el nivel de capacidad es bueno, cabe mencionar que San Pablo También aloja un carril de Contra Flujo dirección Poniente - Oriente para la línea 4 del Metro Bus. La **Figura 3.39** presenta la geométrica de la intersección.

Figura 3.39 Geometría y microsimulación de la intersección.



Fuente: Elaboración propia.

AD-13. Fray Servando Teresa de Mier con Eje 1 Oriente (Anillo de Circunvalación)

Esta intersección la conforman dos vialidades importantes de la ciudad, las cuales son Fray Servando Teresa de Mier y Eje 1 Oriente (Anillo de Circunvalación). Los movimientos de flujo vehicular que se generan en este punto están controlados por semáforos y 3 Fases con un ciclo de 200 seg, Solo se tienen algunos problemas de operación en el acceso norte en ambos periodos analizados y esto se debe al alto volumen vehicular formando colas de más de 150.0 m. lo que lleva tener en la intersección niveles de servicio “F”. En la **Figura 3.40** se muestra la configuración geométrica y los carriles en operación de la intersección.

Figura 3.40 Geometría y microsimulación de la intersección.

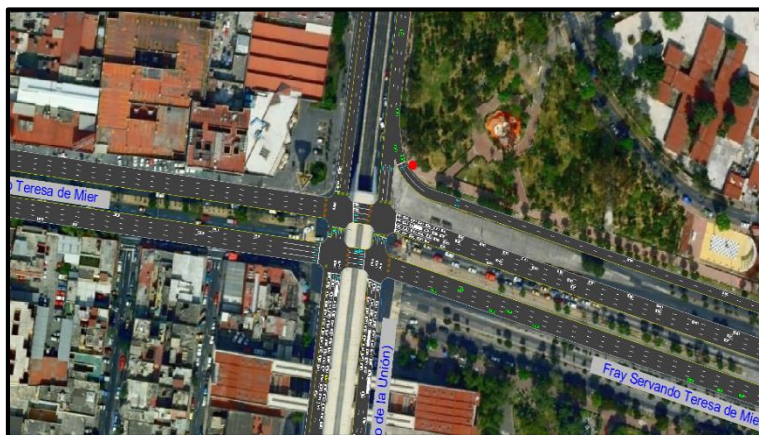


Fuente: Elaboración propia.

AD-14. Fray Teresa de Mier con Eje 2 Oriente. Av. Congreso de la Unión

Los semáforos de esta intersección operan con un ciclo de 200 seg, con tres fases. Esta intersección presenta problemas de operación en dos de sus tres accesos que son Sur y Oriente en ambos periodos del día de Fray Servando Teresa de Mier con niveles de servicio “E” y “F”. Este mal nivel lo ocasiona el alto flujo vehicular que transita sobre estos accesos, con ello los carriles para el movimiento de frente, generando con ello colas vehiculares de más de 200 m de longitud. En la **Figura 3.41** se muestra la configuración geométrica y los carriles en operación de la intersección.

Figura 3.41 Geometría y microsimulación de la intersección.



Fuente: Elaboración propia.

AD-15 Fray Servando Teresa de Mier con Eje 3 Oriente. Francisco del Paso y Troncoso

La configuración de esta intersección es un puente elevado “Tipo Trenzado”, donde los movimientos direccionales de Fray Servando Teresa de Mier son de flujo continuo. En la parte inferior del Puente los movimientos vehiculares de frente y vuelta derecha del Eje 3 Oriente son también continuos. En las HDM del día los problemas de operación se presentan en las vueltas derechas de Fray Servando, teniendo pequeñas dificultades para incorporarse al Eje 3 Oriente. La **Figura 3.42** presenta la geometría de la intersección.

Figura 3.42 Geometría y microsimulación de la intersección.



Fuente: Elaboración propia.

AD-16 Fray Servando Teresa de Mier con Av. Jesús Galindo Y Villa

Por último, Los semáforos de esta intersección operan con un ciclo de 120 seg, con tres fases. Esta intersección no presenta problemas de operación en ninguno de sus dos accesos, en ambos periodos del día sobre Fray Servando Teresa de Mier con Av. Jesús Galindo Y Villa. En la **Figura 3.43** se muestra la configuración geométrica y los carriles en operación de la intersección.

Figura 3.43 Geometría y microsimulación de la intersección.



Fuente: Elaboración propia.

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 también tengan condiciones de operación deficientes**, cabe resaltar que los análisis realizados son únicamente para las 16 intersecciones principales y son 10 intersecciones exclusivamente las que resultan con una operación ciertamente deficiente.

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 los cuales son:

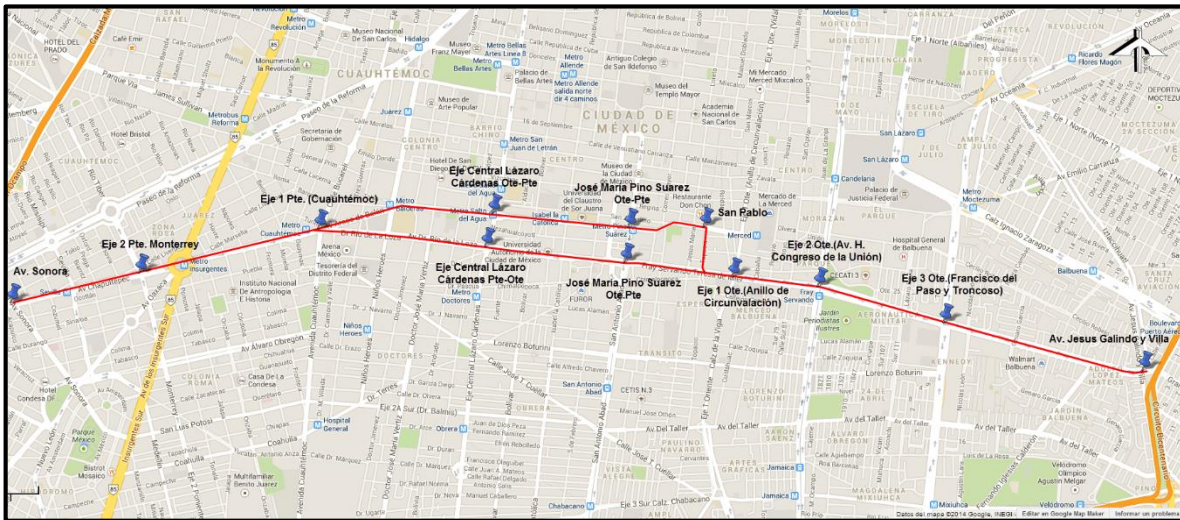
- Ausencia o muy mal estado del señalamiento horizontal que permita organizar mejor el volumen de tránsito y sus movimientos direccionales.
- En las intersecciones semaforizadas, inadecuados ciclos y en algunos casos excesivo número de fases en los semáforos, los cuales no corresponden con los volúmenes de tránsito que se presentan en la totalidad de las intersecciones.
- Presencia de estacionamiento MOMENTÁNEO 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.
- Soluciones geométricas inadecuadas para solventar algunos movimientos direccionales.
- Zonas de alto volumen vehicular.

Secciones o número de carriles inadecuado a los grandes volúmenes de tránsito que se presentan sobre todo en las HMD, el volumen es tal que excede tanto la geometría como la fase del semáforo para intersecciones a nivel.

3.5.6. TIEMPOS DE RECORRIDO Y DEMORAS

Se realizó el estudio de velocidades y tiempos de recorrido sobre la Av. Chapultepec, en su tramo de Av. Sonora a la Av. Jesús Galindo y Villa, en una longitud aproximada de 11.5 km, comprendiendo las horas de máxima demanda (AM y PM) efectuando un recorrido por HMD en ida y vuelta. Para cada sentido de circulación se obtuvo la velocidad para cada sub-tramo en cada recorrido, así como la velocidad promedio para ella. El principal objetivo es conocer las velocidades por tramos de la Av. Chapultepec. Como punto de partida sobre esta avenida se ubicaron puntos de control en tramos donde pudiese variar la velocidad a fin de tener tramos con comportamientos homogéneos, para tener referencia de las mediciones se determinó la distancia entre cada uno de ellos a manera de que con base en el tiempo de recorrido entre cada punto de control, pudiese determinarse la velocidad de recorrido, la ubicación de los puntos de control localizados sobre la avenida donde se realizó este estudio se muestran en la **Figura 3.44**.

Figura 3.44 Puntos de control sobre la Av. Chapultepec.



Fuente: Elaboración propia.

El propósito del estudio de tiempos de recorrido y demoras, fue evaluar la calidad del movimiento vehicular a lo largo de una ruta y determinar la ubicación tipo y magnitud de las demoras de tránsito. La calidad del flujo se mide por las velocidades de recorrido y de marcha a la que opera una vialidad.

El estudio fue realizado en el tramo de la vialidad analizado, con el fin de conocer los tiempos empleados actualmente por los usuarios para circular por la zona en estudio. En este rubro se identificaron las principales causas físicas y operativas que generan las demoras y los sitios en donde se presentaron.

La metodología utilizada para el estudio de velocidades y tiempos de recorrido es la conocida como el método del “vehículo flotante”, el cual consiste en medir la velocidad de operación vehicular directamente en la corriente del tránsito, por medio de un automóvil, que circula a la misma velocidad del pelotón de autos de la vía en estudio.

Esta acción es realizada por un chofer experimentado, que por así decirlo, flota en la corriente vehicular sin atrasarse o adelantarse al grueso del pelotón de autos; adicionalmente en el interior del vehículo se encuentran dos técnicos especializados, que complementarán el estudio. La labor de los técnicos consiste, en que uno de ellos anota el sitio, causa y duración

de la demora, y el segundo técnico registra los tiempos realizados al pasar por los puntos de control de la vialidad establecidos, antes de iniciar el estudio.

Para obtener un promedio de la velocidad de operación del tránsito vehicular en la avenida, se realizó un recorrido por sentido en cada periodo de máxima demanda (mañana y tarde). En el **Cuadro 3.17** se presenta los resultados del primer estudio de tiempos de recorrido realizado en la vialidad en la mañana (Inicio 8:17 horas) en el sentido Poniente-Oriente, donde se puede observar la velocidad promedio, el tiempo, la demora, la cusa, así como las velocidades por sub-tramo.

Cuadro 3.17 Velocidades sentido Poniente-Oriente (am).

CORREDOR: Av. Chapultepec		No. RECORRIDO: 1A AUTO								
TRAMO: Av. Sonora - Av. Jesús Galindo y Villa		HORA INICIO: 08:17:58								
FECHA: miércoles 8 enero 2014		HORA TERMINO: 08:46:48								
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. Chapultepec	Av. Sonora		0.00	0.00		8 : 17 : 58				
Av. Chapultepec	Eje 2 Pte. Monterrey	0.00	0.80	0.80	8 : 17 : 58	8 : 20 : 32	62	SS	0 : 2 : 34	18.7
Av. Chapultepec	Eje 1 Pte. Cuauhtémoc	0.80	2.10	1.30	8 : 20 : 32	8 : 22 : 35	32	SS	0 : 2 : 3	38.0
Av. Dr. Río de la Loza	Eje Central Lázaro Cárdenas	2.10	3.30	1.20	8 : 22 : 35	8 : 33 : 17	411	SS	0 : 10 : 42	6.7
Av. Dr. Río de la Loza	José Ma. Pino Suárez	3.30	4.30	1.00	8 : 33 : 17	8 : 35 : 31	56	SS	0 : 2 : 14	26.9
Fray Servando y Teresa de Mier	Eje 1 Cte. (Anillo de Circunvalación)	4.30	5.00	0.70	8 : 35 : 31	8 : 38 : 26	110	SS	0 : 2 : 55	14.4
Fray Servando y Teresa de Mier	Eje 2 Cte. Av. H. Congreso de la Unión	5.00	5.60	0.60	8 : 38 : 26	8 : 39 : 16			0 : 0 : 50	43.2
Fray Servando y Teresa de Mier	Eje 3 Cte. Fco. Del Paso y Troncoso	5.60	6.50	0.90	8 : 39 : 16	8 : 40 : 11			0 : 0 : 55	58.9
Fray Servando y Teresa de Mier	Av. Jesús Galindo y Villa	6.50	8.00	1.50	8 : 40 : 11	8 : 46 : 48	201	SS	0 : 6 : 37	13.6
T O T A L				8.0			872			16.6
DISTANCIA TOTAL :		8.0 km.		AC= Accidente	SA= Señal de Alto	VI= Vuelta Izquierda				
DEMORA TOTAL:		14.53 min.		PE= Peatones	SS= Semáforo	A= Ascenso y Descenso				
VEL. PROMEDIO:		16.6 km/h		M= Maniobras	TL= Tráfico Lento	C= Pago en Caseta de Cuota				
TIEMPO DE VIAJE:		00:28:50 hrs.		RP= Revisión Policial	CT= Cruce de Tren	ZO= Zona de Obra				

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro anterior se observa que los tramos con mayor velocidad son: (i) entre el Eje 1 Oriente. (Anillo de Circunvalación) y Av. Jesús Galindo y Villa con velocidades entre 58.9 y 43.2 Km/h, (II) Eje 2 Poniente. Monterrey y Eje Central Lázaro Cárdenas con 38.0 km/h, (III) Eje Central Lázaro Cárdenas y Eje 1 Oriente. (Anillo de Circunvalación). Estas velocidades se deben a que son tramos de acceso controlado o vías rápidas.

El tramo con menor velocidad fue entre Eje 1 Poniente. (Cuauhtémoc) y José María Pino Suárez con velocidad de 6.7 km/h. En promedio se tiene una velocidad de 16.6 km/h en un tiempo de 28' 50" en una longitud de 8.0 km, siendo el tramo con mayor velocidad entre Eje 2 Oriente. Av. H. Congreso de la Unión y Av. Jesús Galindo y Villa con una velocidad de 58.9 km/h.

El recorrido de regreso (de Oriente a Poniente) se realizó iniciando a las 7:49' 12" horas de la mañana. El **Cuadro 3.18** exhibe los resultados del estudio de tiempos de recorrido realizado en la vialidad, donde se puede observar la velocidad promedio, el tiempo, la demora y causa, así como las velocidades por sub-tramos a lo largo del Eje Metropolitano.

Cuadro 3.18 Velocidades sentido Oriente-Poniente (am).

CORREDOR: Av. Chapultepec		No. RECORRIDO: 1B AUTO								
TRAMO: Av. Jesús Galindo v Villa - Av. Sonora		HORA INICIO: 07:46:12								
FECHA: miércoles 8 enero 2014		HORA TERMINO: 08:17:58								
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)
Fray Servando Teresa de Mier	Av. Jesús Galindo v Villa	0.00	0.00		7 : 46 : 12	7 : 46 : 12				
Fray Servando Teresa de Mier	Eje 3 Ote. Fco. Del Paso y Troncoso	0.00	1.50	1.50	7 : 46 : 12	7 : 49 : 25	120	SS	0 : 3 : 13	28.0
Fray Servando Teresa de Mier	Eje 2 Ote. Av. H. Congreso de la Unión	1.50	2.40	0.90	7 : 49 : 25	7 : 56 : 18	200	SS	0 : 6 : 53	7.8
Fray Servando Teresa de Mier	Eje 1 Ote.(Anillo de Circunvalación)	2.40	2.90	0.50	7 : 56 : 18	7 : 58 : 45	51	SS	0 : 2 : 27	12.2
Topacio	San Pablo	2.90	3.50	0.60	7 : 58 : 45	8 : 0 : 32	28	SS	0 : 1 : 47	20.2
José Ma. Izazaqa	José Ma. Pino Suárez	3.50	4.00	0.50	8 : 0 : 32	8 : 1 : 26			0 : 0 : 54	33.3
José Ma. Izazaqa	Eje Central Lázaro Cárdenas	4.00	5.00	1.00	8 : 1 : 26	8 : 5 : 24	117	SS	0 : 3 : 58	15.1
Av. Chapultepec	Eje 1 Pte. Cuauhtémoc	5.00	6.20	1.20	8 : 5 : 24	8 : 10 : 1	118	SS	0 : 4 : 37	15.6
Av. Chapultepec	Eje 2 Pte. Monterrey	6.20	7.50	1.30	8 : 10 : 1	8 : 12 : 7	13	SS	0 : 2 : 6	37.1
Av. Chapultepec	Av. Sonora	7.50	8.30	0.80	8 : 12 : 7	8 : 17 : 58	232	SS	0 : 5 : 51	8.2
TOTAL				8.3			879			15.7
DISTANCIA TOTAL :		8.3 km.		AC= Accidente	SA= Señal de Alto	VI= Vuelta Izquierda				
DEMORA TOTAL:		14.65 min.		PE= Peatones	SS= Semáforo	A= Ascenso y Descenso				
VEL. PROMEDIO:		15.7 km/h		M= Maniobras	TL= Tráfico Lento	C= Pago en Caseta de Cuota				
TIEMPO DE VIAJE:		00:31:46 hrs.		RP= Revisión Policial	CT= Cruce de Tren	ZO= Zona de Obra				

Fuente: Elaboración propia.

De los datos del recorrido de regreso en la mañana se observa que los tramos con mayor velocidad son en orden de importancia: (i) de Eje 1 Oriente. (Anillo de Circunvalación) a Eje Central Lázaro Cárdenas con una velocidad entre 33.3 y 20.2 km/h, (ii) de Eje 1 Poniente. (Cuauhtémoc) a Av. Sonora la velocidad fue de 37.1 Km/h (III) y de Av. Jesús Galindo y Villa a Eje 2 Oriente Av. H. Congreso de la Unión la velocidad fue de 28.0 Km/h. El tramo con menor velocidad fue entre Eje 2 Poniente. Monterrey y Av. Sonora entre 8.25 km/h. En promedio se tiene una velocidad de 15.7 km/h en un tiempo de 31'46" en una longitud de 15.7 km.

En el **Cuadro 3.19** se presentan los resultados del estudio de tiempos de recorrido realizado en la vialidad al medio día en el sentido de Oriente a Poniente, iniciando a las 7:46'12" horas, donde se puede observar la velocidad promedio, el tiempo, la demora y causa, así como las velocidades por tramos a lo largo de la vialidad en estudio.

Cuadro 3.19 Velocidades sentido Poniente-Oriente (pm).

CORREDOR: Av. Chapultepec		TRAMO: Av. Sonora - Av. Jesús Galindo y Villa		FECHA: miércoles 8 enero 2014		No. RECORRIDO: 1A AUTO		HORA INICIO: 16:38:24		HORA TERMINO: 17:03:25	
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. Chapultepec	Av. Sonora		0.00			16: 38 . 24					
Av. Chapultepec	Eje 2 Pte. Monterrey	0.00	0.80	0.80	16: 38 . 24	16: 41 . 10	71	SS	0 : 2 . 46	17.3	
Av. Chapultepec	Eje 1 Pte. Cuauhtemoc	0.80	2.10	1.30	16: 41 . 10	16: 44 . 25	68	SS	0 : 3 . 15	24.0	
Av. Dr. Río de la Loza	Eje Central Lázaro Cárdenas	2.10	3.30	1.20	16: 44 . 25	16: 47 . 7	62	SS	0 : 2 . 42	26.7	
Av. Dr. Río de la Loza	José Ma. Pino Suárez	3.30	4.30	1.00	16: 47 . 7	16: 48 . 38			0 : 1 . 31	39.6	
Fray Servando y Teresa de Mier	Eje 1 Ote. (Anillo de Circunvalación)	4.30	5.00	0.70	16: 48 . 38	16: 50 . 50	72	SS	0 : 2 . 12	19.1	
Fray Servando y Teresa de Mier	Eje 2 Ote. Av. H. Congreso de la Unión	5.00	5.60	0.60	16: 50 . 50	16: 51 . 55			0 : 1 . 5	33.2	
Fray Servando y Teresa de Mier	Eje 3 Ote. Fco. Del Paso y Troncoso	5.60	6.50	0.90	16: 51 . 55	16: 53 . 58	34	SS	0 : 2 . 3	26.3	
Fray Servando y Teresa de Mier	Av. Jesús Galindo y Villa	6.50	8.00	1.50	16: 53 . 58	17: 3 . 25	357	SS	0 : 9 . 27	9.5	
T O T A L				8.0			664			19.2	
DISTANCIA TOTAL :		8.0 km.		AC= Accidente	SA= Señal de Alto		VI= Vuelta Izquierda				
DEMORA TOTAL:		11.07 min.		PE= Peatones	SS= Semáforo		A= Ascenso y Descenso				
VEL. PROMEDIO:		19.2 km/h		M= Maniobras	TL= Tráfico Lento		C= Pago en Caseta de Cuota				
TIEMPO DE VIAJE:		00:25:01 hrs.		RP= Revisión Policial	CT= Cruce de Tren		ZO= Zona de Obra				

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro anterior se observa que el tramo con menor velocidad fue entre Eje 3 Oriente. Francisco del Paso y Troncoso y Av. Jesús Galindo con una velocidad de 9.5 km/h y el tramo con mayor velocidad fue entre Eje 1 Poniente. (Cuauhtémoc) y Eje 1 Oriente. (Anillo de Circunvalación) con velocidades entre de 39.6 y 26.7 km/h. En promedio se tiene en este sentido una velocidad de 19.2 km/h en un tiempo de 25'01”.

El recorrido de regreso se realizó a las 16:38'24” horas. El **Cuadro 3.20** exhibe los resultados del estudio de tiempos de recorrido realizado en la vialidad a lo largo de la avenida en el sentido norte-sur.

Cuadro 3.20 Velocidades sentido Oriente- Poniente (pm).

CORREDOR: Av. Chapultepec		TRAMO: Av. Jesús Galindo y Villa - Av. Sonora		FECHA: miércoles 8 enero 2014		No. RECORRIDO: 1B AUTO		HORA INICIO: 16:13:20		HORA TERMINO: 16:38:24	
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)	
Fray Servando Teresa de Mier	Av. Jesús Galindo y Villa		0.00			16: 13 . 20					
Fray Servando Teresa de Mier	Eje 3 Ote. Fco. Del Paso y Troncoso	0.00	1.50	1.50	16: 13 . 20	16: 16 . 0	31	SS	0 : 2 . 40	33.8	
Fray Servando Teresa de Mier	Eje 2 Ote. Av. H. Congreso de la Unión	1.50	2.40	0.90	16: 16 . 0	16: 18 . 48	113	SS	0 : 2 . 48	19.3	
Fray Servando Teresa de Mier	Eje 1 Ote. (Anillo de Circunvalación)	2.40	2.90	0.50	16: 18 . 48	16: 20 . 19	39	SS	0 : 1 . 31	19.8	
Topacio	San Pablo	2.90	3.50	0.60	16: 20 . 19	16: 22 . 15	33	SS	0 : 1 . 56	18.6	
José Ma. Izazaga	José Ma. Pino Suárez	3.50	4.00	0.50	16: 22 . 15	16: 24 . 55	86	SS	0 : 2 . 40	11.3	
José Ma. Izazaga	Eje Central Lázaro Cárdenas	4.00	5.00	1.00	16: 24 . 55	16: 29 . 28	122	SS	0 : 4 . 33	13.2	
Av. Chapultepec	Eje 1 Pte. Cuauhtémoc	5.00	6.20	1.20	16: 29 . 28	16: 33 . 8	69	SS	0 : 3 . 40	19.6	
Av. Chapultepec	Eje 2 Pte. Monterrey	6.20	7.50	1.30	16: 33 . 8	16: 36 . 24	98	SS	0 : 3 . 16	23.9	
Av. Chapultepec	Av. Sonora	7.50	8.30	0.80	16: 36 . 24	16: 38 . 24	16	SS	0 : 2 . 0	24.0	
T O T A L				8.3			607			19.9	
DISTANCIA TOTAL :		8.3 km.		AC= Accidente	SA= Señal de Alto		VI= Vuelta Izquierda				
DEMORA TOTAL:		10.12 min.		PE= Peatones	SS= Semáforo		A= Ascenso y Descenso				
VEL. PROMEDIO:		19.9 km/h		M= Maniobras	TL= Tráfico Lento		C= Pago en Caseta de Cuota				
TIEMPO DE VIAJE:		00:25:04 hrs.		RP= Revisión Policial	CT= Cruce de Tren		ZO= Zona de Obra				

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro anterior se observa que el tramo con menor velocidad fue entre San Pablo y Eje Central Lázaro Cárdenas con una velocidad de 11.3 km/h, y la mayor fue entre Av. Jesús

Galindo y Villa y Eje 2 Oriente. Av. H. Congreso de la Unión con velocidad de 33.8 km/h. En promedio se tiene una velocidad de 19.9 km/h en un tiempo de una 25´04”.

Por otro lado en los mismos recorridos se registró la duración de las demoras, por su tipo o causa a lo largo de la vialidad. Las demoras son aquellas en donde el vehículo se detiene totalmente o está circulando muy lentamente a vuelta de rueda. Las demoras en las intersecciones nos permitirán evaluar el comportamiento del tránsito al entrar y cruzar o cambiar de dirección a través de ellas. El factor principal que se evalúa en este estudio, es la eficacia del control del tránsito (semáforos). Este estudio permitió efectuar una evaluación detallada de las demoras por tiempo detenido de los vehículos en cada acceso de las intersecciones. Esta demora se define como el tiempo durante el cual el tránsito está totalmente detenido.

De esto se puede comentar que las principales demoras en la vialidad son los semáforos en rojo y el congestionamiento en algunos tramos de la vialidad ocasionados por las paradas de ascenso y descenso de pasajeros del transporte público (Autobuses y Microbuses), y el estacionamiento momentáneo en la vía pública. En el **Cuadro 3.21** se presenta un resumen de las demoras obtenidas de los recorridos y su causa.

Cuadro 3.21 Resumen de Demoras.

SENTIDO	HMD	DEMORA TOTAL	CAUSAS	%
Poniente - Oriente	AM	14.53 min	Semáforos en rojo	100
Oriente - Poniente	AM	14.65 min	Semáforos en rojo	100
Poniente - Oriente	PM	11.07 min	Semáforos en rojo y tránsito lento	100
Oriente - Poniente	PM	10.12 min	Semáforos en rojo	100

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que en general las velocidades registradas en algunos tramos son muy bajas, si consideramos que uno de los carriles (el de baja) es ocupado por vehículos estacionados momentáneamente en algunos tramos y por las paradas del transporte público.

Esta información sirvió para calibrar el Software (Synchro) que se empleó para determinar los niveles de servicio en las principales intersecciones semaforizadas.

3.5.7. TRANSPORTE PÚBLICO

Para el transporte público, solo se realizó un análisis de las unidades que circulan sobre el corredor de la Av. Chapultepec. Para este análisis se tomaron en cuenta los aforos direccionales realizados en el periodo de mayor demanda, siendo estos en la mañana (AM) y por la tarde (PM). Los aforos se realizaron en un día representativo entre semana en el periodo pico. Para realizar un análisis del transporte público, se tomaron datos de los aforos realizados en las horas pico exclusivamente del transporte público. En el **Cuadro 3.22** se presenta un resumen del transporte público exclusivamente de los accesos Poniente y Oriente de cada intersección.

Cuadro 3.22 Resumen de Transporte Público.

AD	INTERSECCIONES LA AV. CHAPULTEPEC CON	AM		PM	
		HACIA PONIENTE	HACIA ORIENTE	HACIA PONIENTE	HACIA ORIENTE
01	Av. Chapultepec–Av. Sonora	78	64	73	44
02	Av. Chapultepec–Eje 3 Poniente. Salamanca	121	58	57	23
03	Av. Chapultepec–Eje 2 Poniente. Monterrey	73	33	41	64
04	Av. Chapultepec-Av. Insurgentes Sur	29	0	7	0
05	Av. Chapultepec-Eje 1 Poniente. (Cuauhtémoc)	25	51	59	88
06	Av. Dr. Río de la Loza-Dr. José María V	0	156	0	115
07	Av. Dr. Río de la Loza-Eje Central L. C.	24	68	0	160
08	Av. Arcos de Belén-Eje Central L. C.	102	0	52	0
09	Fray Servando Teresa de Mier-Bolívar	13	123	0	231
10	José María Izazaga-Bolívar	25	0	62	0
11	José María Izazaga-José María Pino S.	164	0	103	0
12	San Pablo-Topacio	145	0	170	0
13	Fray Servando Teresa de Mier-Eje 1 Oriente (Anillo de Circunvalación)	135	84	99	112
14	Fray Servando Teresa de Mier-Eje 2 Oriente (Av. H. Congreso de la Unión)	185	94	159	162
15	Fray Servando Teresa de Mier-Eje 3 Oriente (Francisco del Paso y Troncoso)	83	97	49	99
16	Fray Servando Teresa de Mier-Jesús Galindo Y Villa	77	92	44	79

Fuente: Elaboración propia.

Las conclusiones obtenidas de este pequeño análisis sobre el tramo en estudio fueron las siguientes:

- La mayor concentración del transporte público se ubicó en Fray Servando Teresa de Mier con Eje 2 Oriente. (Av. H. Congreso de la Unión), presentando los mayores volúmenes en la Tarde hacia el Oriente de la ciudad.

3.5.8. CONDICIONES DE ESTACIONAMIENTO EN LA VÍA PÚBLICA

La condición del estacionamiento en la vía pública es una recopilación de información de la ubicación, capacidad, y otras características relacionadas a los espacios de estacionamiento. Por lo general, la información necesaria es la condición, si es permitido, prohibido o exclusivo.

Las Condiciones del estacionamiento sobre la vía pública sobre el corredor de la **Av. Chapultepec** tienen como objetivo fundamental, establecer la injerencia y problemática en a lo largo de la avenida, para poder evaluar la prohibición del estacionamiento.

Uno de los aspectos inherentes a la operación del tránsito es el estacionamiento debido a que reduce la capacidad de la vialidad o de cada acceso en una intersección. En efecto, es un tema que requiere un análisis especial por su naturaleza y su influencia en las condiciones de circulación vial, además de considerarlo como un servicio necesario en cualquier punto que se trate de tránsito.

Al tratar sobre estacionamientos, se tiene que hacer énfasis en varios aspectos relacionados con este, que va desde definir tipos de estacionamiento, condiciones, etc., es decir, una serie de características para obtener un perfil sobre el estacionamiento.

Se llevó a cabo un estudio sobre las condiciones del estacionamiento y sus características principales sobre esta vialidad. En primer lugar, fue necesario determinar la condición del estacionamiento, esto es, si son permitidos, prohibidos, si existe algún control. Bajo este esquema se describirá a continuación estos puntos de análisis.

En primera instancia se identificó el tipo de estacionamiento en la vía pública por su condición reglamentaria en la **Av. Chapultepec**, siendo este prohibido a todo lo largo del

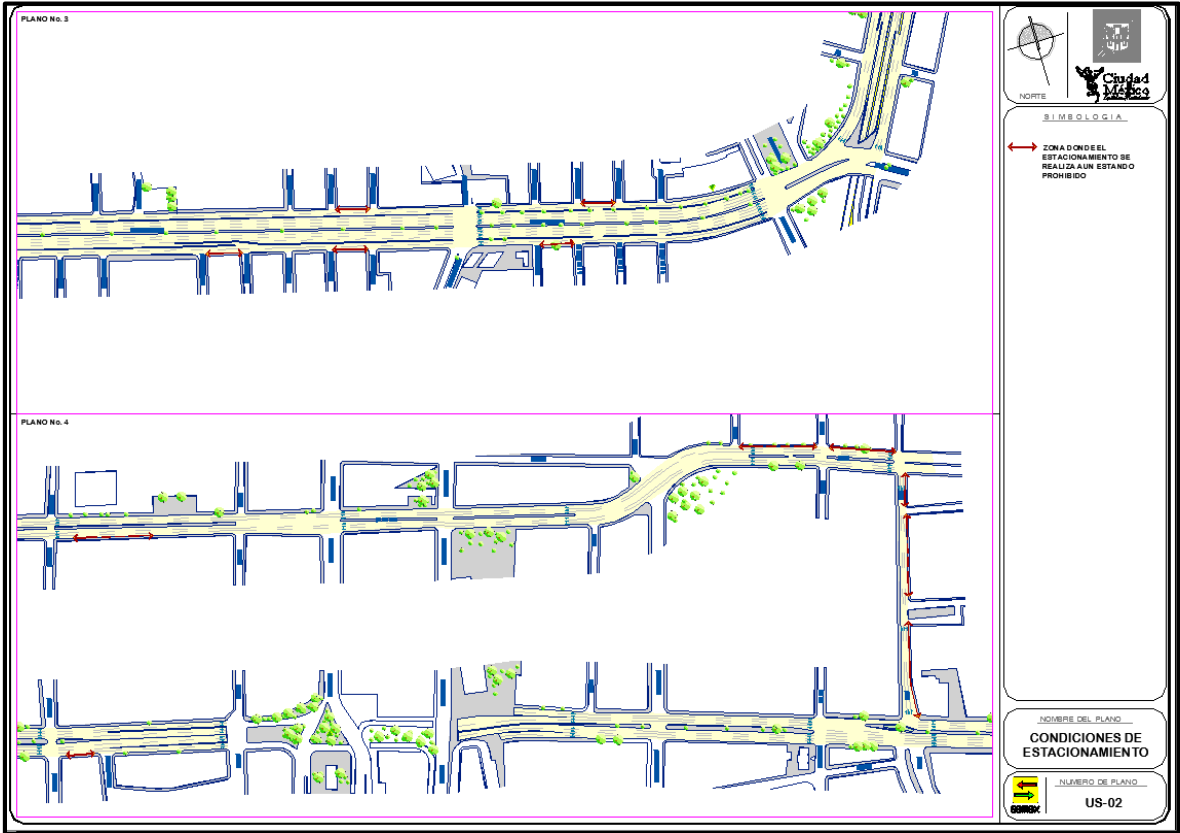
corredor, indicado a través de señales restrictivas de prohibición que en su mayoría de ellas se encuentran desgastadas, es decir deterioradas por condiciones climatológicas.

Ahora bien, aunque existe la prohibición del estacionamiento, se registraron vehículos estacionados por tiempos cortos en algunos tramos, sobre todo en la parte centro y Poniente del corredor. Dentro de las características que se detectaron también, fue la forma en que se estacionan, de tal forma que se tiene que el estacionamiento momentáneo en la vía pública se da en forma de cordón.

Un vehículo se estaciona en cordón cuando está alineado o de forma paralela a la acera.

Se tiene un ejemplo en la **Figura 3.45** de las condiciones principales del estacionamiento en un tramo de la Av. Chapultepec.

Figura 3.45 Condiciones de estacionamiento en la vía pública.



Fuente: Elaboración propia.

3.5.9. CONDICIONES DE LAS SUPERFICIE DE RODAMIENTO

Uno de los elementos que incide en la operación del tránsito son el tipo y condiciones de la superficie de rodamiento; en sentido estricto, no se tiene una relación directa con el señalamiento, pero como se pretende mejorar la circulación en general, esta sí repercute en la velocidad, que en consecuencia se relaciona con el señalamiento a proponer. Por lo anterior se consideró necesario efectuar alguna descripción sobre el tema.

En los recorridos efectuados a lo largo del corredor, se aprecia que el tipo de superficie de rodamiento es pavimento asfáltico, salvo el tramo de Viaducto Río La Piedad a Ignacio Zaragoza la superficie es de Concreto Hidráulico. Sobre las condiciones se puede comentar que todo el tramo de la avenida es de regular a aceptable, aunque existen sitios puntuales con cierto deterioro donde se aprecian ciertas deformaciones y grietas pequeñas. Por lo que en su mayoría de su trayectoria por lo que se puede calificar de aceptable y no presenta daños especiales por mencionar, aunque existen sitios malos, se tiene una buena calificación.

3.5.10. PARAMETROS DE CONGESTIONAMIENTO

Cualquier ciudad depende grandemente de sus sistemas de vialidades. En ocasiones los sistemas viales tienen que operar por arriba de su capacidad, con el fin de satisfacer los incrementos de demanda por servicios de transporte, ya sea para tránsito de vehículos livianos, tránsito de carga y de transporte público, dando acceso a las propiedades, permitiendo el estacionamiento en la vía pública, etc., originando con esto problemas de tránsito, cuya severidad por lo general se puede medir en términos de congestión. A continuación se enuncian los principales probables factores que contribuyen a los problemas para la congestión vehicular y que deben ser tomados en cuenta en cualquier intento de solucionarlos:

- Alto volumen vehicular
- Bajas velocidades
- Ancho de carriles y/o ancho de calzadas angostas
- Composición vehicular
- Transporte público

- Ascenso y descenso de pasajeros
- Estacionamiento en la vía pública
- Pendientes pronunciadas
- Mal funcionamiento de los semáforos (Grandes demoras y colas)

Bajo estas premisas y de los resultados obtenidos del análisis de los estudios de tránsito (Niveles de servicio, longitud de colas y velocidades), se detectaron **dos** zonas con problemas de circulación en la mañana sobre la Av. Chapultepec, siendo estas: (i) En sentido Poniente-Oriente de Av. Sonora a Av. Insurgentes Sur y (ii) Eje 1 Oriente. (Anillo de Circunvalación) a Eje 3 Oriente. (Francisco del Paso y Troncoso) y en sentido Oriente-Poniente: (i) José María Pino Suárez a Eje Central Lázaro Cárdenas.

CAPÍTULO IV

4. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

Como propuestas de solución se ha considerado la necesidad de llevar a cabo la revisión y renovación del señalamiento: informativo elevado de destino, bajo restrictivo, preventivo e informativo de servicios, así como la incorporación de señales dinámicas a base de leds como parte de un sistema denominado INFOVIAL.

El objetivo primordial del estudio es renovar el señalamiento vertical elevado e implementar las señales dinámicas en el corredor, siendo el propósito principal informar a los usuarios sobre problemas de congestión en las diferentes vialidades y a lo largo del corredor, tiempos de viaje entre determinados puntos, ocurrencia de accidentes u otro tipo de incidentes, así como recomendar rutas alternas de desplazamiento.

Las señales dinámicas tendrán capacidad de transmitir información al usuario en tiempo real con la finalidad de que los conductores tomen decisiones seguras sobre la ruta alterna indicada. Algunos ejemplos de la información que las señales podrían mostrar o transmitir sería:

- Condiciones del tránsito y rutas alternas
- Zonas de obras en construcción y desviaciones
- Niveles de condiciones ambientales
- Aviso de cierre de carriles y manifestaciones

4.1. ESTACIONES DE MONITOREO

Estas estaciones tendrán el objetivo de recolectar datos viales, que estarán basados en estaciones de medida para el conteo automático del tráfico, ubicados estratégicamente posicionadas y conectadas en línea a un sistema de información vial. Estas estaciones de medida deberán ser apoyadas con detectores de tráfico basados en radares de microondas y a través de cámaras de video detección, permitiendo medir con un alto nivel de precisión y confiabilidad, parámetros tales como: flujos vehiculares, tiempos de ocupación sobre un

detector y velocidades, además de clasificar vehículos y tener la capacidad de monitorear el seguimiento al flujo vehicular en carriles múltiples en hasta dos direcciones.

Estas estaciones de monitoreo podrán ser colocadas en estructuras existentes o en estructuras especialmente diseñadas para este fin. La ubicación de estas estaciones estará fundamentada en este estudio de tránsito. Bajo estas premisas se presenta en el **Cuadro 4.1** una propuesta de localización de detectores en zonas de conflicto a lo largo del tramo estudiado de la Av. Chapultepec.

Cuadro 4.1 Localización de detectores en zonas de conflicto.

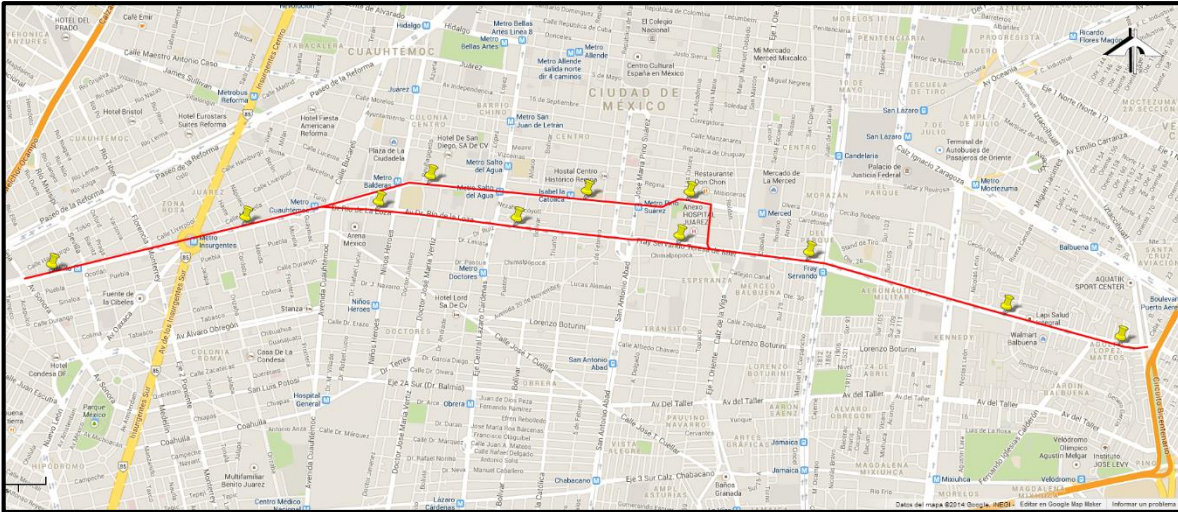
CORREDOR	NÚMERO DE ZONA	ZONAS DE CONFLICTO CON AV. CHAPULTEPEC	LOCALIZACIÓN DEL DETECTOR	NÚMERO DE DETECTORES
Av. Chapultepec	1	• Guadalajara	después	2
	2	• Córdoba	después	2
	3	• Dr. Rafael Lucio	después	1
	4	• Eje Central Lázaro Cárdenas	después	1
	5	• José Antonio Torres Xocongo	después	1
	6	• R. Heliodoro Valle	después	2
	7	• Genaro García	antes	2
	8	• 27 de Fray Servando T. de Mier	después	2
	9	• Jesús María	después	1
	10	• 5 de Febrero	después	1
	11	• Dr. José María Vertiz	después	1
TOTAL DE DETECTORES				16

NOTA: 1.- La localización que se indica es antes o después de la intersección de cruce con Av. Chapultepec considerando el sentido Pte - Ote - Pte

Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 4.1** se muestra de manera gráfica la localización de detectores sobre la Av. Chapultepec y más adelante se presenta un ejemplo con una localización más precisa de los sensores así como de las señales de mensaje variable para las zonas de conflicto.

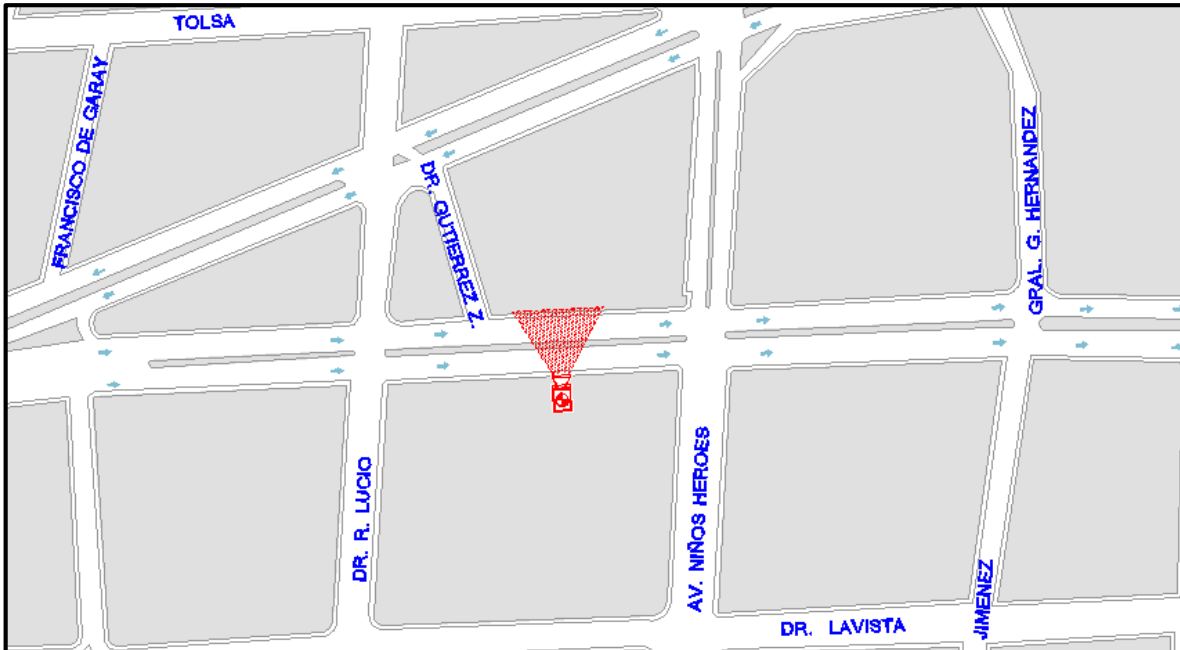
Figura 4.1 Ubicación de detectores en zonas de conflicto



Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que la ubicación propuesta es indicativa, debiendo a la presencia de instalaciones Municipales entre las cuales podemos mencionar: Postes de alumbrado, postes telefónicos, casetas telefónicas, registros de agua potable, ductos de Telmex, fibra óptica, PEMEX, señalamiento existente o de proyecto, etc. Siendo responsabilidad del constructor realizar un levantamiento de instalaciones u obras inducidas que permitan definir el sitio exacto donde la señal o estación de monitoreo será instalada. En la **Figura 4.2** se muestra un ejemplo de la localización de detectores en zona de conflicto.

Figura 4.2 Localización propuesta de los sensores en zona de conflicto sobre La Av. Chapultepec pasando el cruce con Dr. Rafael Lucio.



Fuente: Elaboración propia.

La **Fotografía 4.1** muestra la zona propuesta para la instalación de la estación de monitoreo sobre La Av. Chapultepec pasando el cruce con Dr. Rafael Lucio.

Fotografía 4.1 Zona Propuesta para la Instalación de la Estación de Monitoreo.

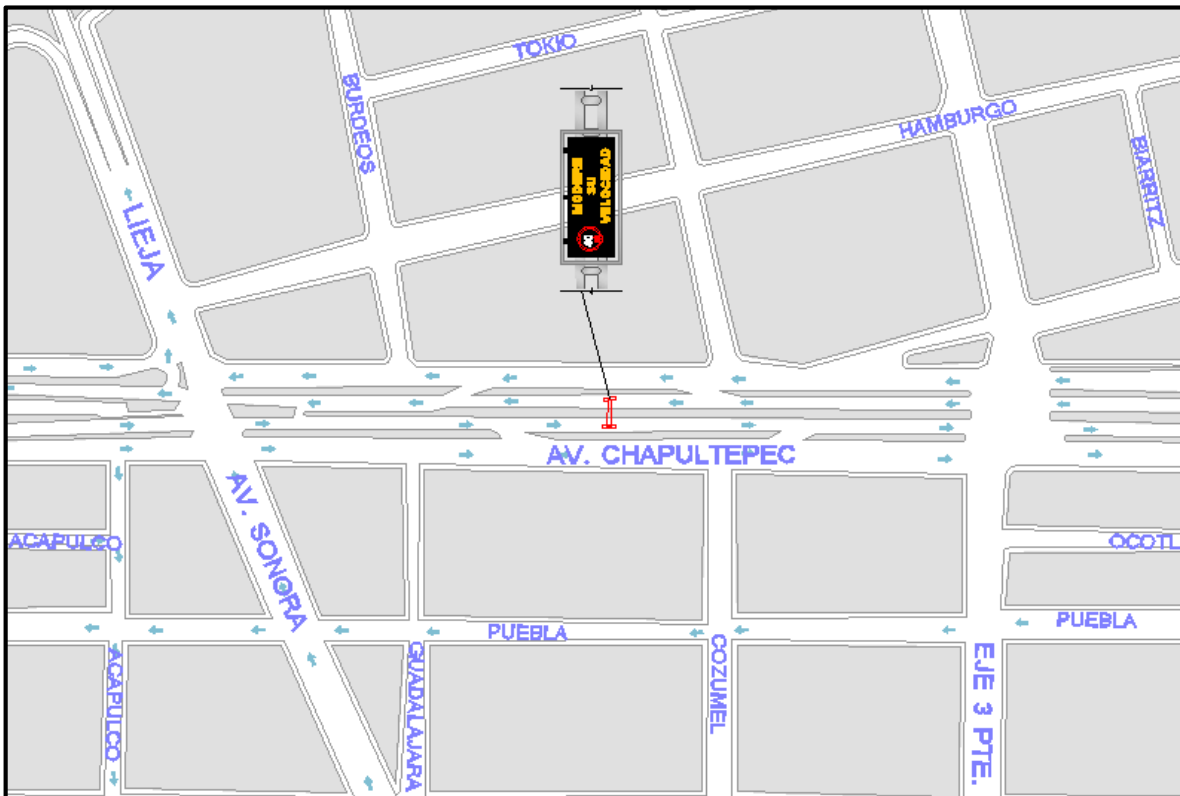


Fuente: Fotografía extraída de Google Maps.

4.2. SEÑALES DE LEDS

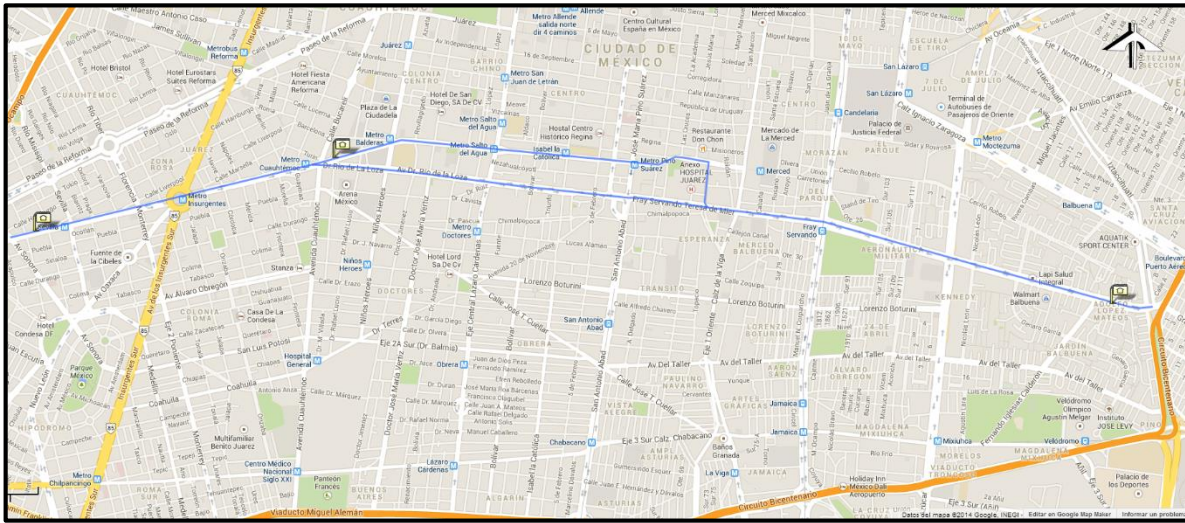
Las señales de mensaje variable son dispositivos de control de tránsito que muestran mensajes de texto y gráficos mediante Diodos Emisores de Luz (LEDs) que utilizan letras, símbolos o ambos. Estos se deberán colocar a un lado o sobre la vialidad. Esta clase de señales se utiliza para dar información a los usuarios de las vialidades acerca de las condiciones cambiantes de las mismas a fin de mejorar la operación de la red y reducir accidentes. El objetivo principal será informar a los usuarios sobre problemas de congestión en las diferentes zonas de la ciudad, ocurrencia de accidentes u otro tipo de incidentes, así como recomendar rutas alternas de desplazamiento en tiempo real con la finalidad de que los conductores tomen decisiones seguras sobre rutas que van a seguir. Su ubicación será con base al estudio de tránsito realizado en este documento y por consiguiente se determina ubicar tres señales de Leds. En la **Figura 4.3** se muestra un ejemplo específico de localización de un tablero dinámico de mensaje variable sobre el corredor y en la **Figura 4.4** se muestra los tableros propuestos sobre todo el corredor en estudio.

Figura 4.3 Tablero Dinámico de Mensaje Variable.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.4 Localización propuesta de los tableros dinámicos de mensaje variable sobre la Av. Chapultepec.



Fuente: Elaboración propia.

4.3. PROYECTO DE SEÑALAMIENTO

De acuerdo al estudio de tránsito y al inventario de los dispositivos para el control del tránsito se deberá de realizar un proyecto de señalamiento vertical con especificaciones de alta calidad y tecnología, bajo un criterio uniformizado de imagen y de funcionalidad, que pueda ofrecer los siguientes beneficios:

- Mejorar la imagen
- Incremento en la seguridad vial
- Señalamiento cuyos materiales, especificaciones y mantenimiento garanticen una vida útil de al menos 5 años.
- Optimizando el funcionamiento del a red vial, disminuyendo tiempos de recorrido
- Incorporar señales dinámicas de LEDs
- Reducir la contaminación visual, por retiro de señalamiento obsoleto o fuera de norma.

CONCLUSIONES

Una vez concluida la presente tesis y partiendo de los resultados obtenidos en campo y procesados en gabinete se demostró la hipótesis planteada, es decir que mejorando los niveles de servicio en las intersecciones sobre la Av. Chapultepec y además el señalamiento vertical se obtendrá un mejor nivel de servicio por intersección y por tramo de vialidad.

Así también, partiendo de los datos obtenidos se puede concluir que:

- El mayor volumen de peatones estuvo centrado en dos intersecciones y en el periodo de la mañana, la primera es San Pablo con Topacio (**AP-12**) con 5,718 peatones y la otra sobre José María Izazaga con José María Pino Suarez (**AP-11**) con 5,591 peatones.
- Dentro del estudio se pudo notar que existe presencia de ciclistas en 15 de las 16 intersecciones en las que se aforo.
- Las condiciones de las banquetas se encuentra en condiciones de regulares a malas lo que dificulta la libre circulación de los peatones, generando en ciertos casos que los peatones circulen por el arroyo vehicular.
- De acuerdo a los aforos direccionales, se obtuvo que el mayor volumen de Transporte Público está presente en la intersección comprendida entre Fray Servando Teresa de Mier con Bolívar con 231 unidades en el periodo de la Tarde y 136 en la mañana, la segunda intersección con mayor volumen es la comprendida por Fray Servando Teresa de Mier con Eje 2 Oriente. (Av. H. Congreso de la Unión) con 279 unidades en el periodo de la mañana y 321 en el de la tarde.
- De acuerdo a los análisis de capacidad, se pudo notar que 7 de las 16 intersecciones presentan niveles de servicio tipo “F”.
- La Av. Chapultepec actualmente presenta problemas de estacionamiento esto debido a la imprudencia de los conductores, que a pesar que existe señalamiento de prohibición no lo respetan.

RECOMENDACIONES

El contenido de las recomendaciones que a continuación se presentan, constituye el resultado de los distintos trabajos desarrollados en campo. A continuación se presentan las recomendaciones obtenidas a partir de la información.

- Se deberá retirar todo tipo de obstáculos no necesarios (puestos, anuncios) que impidan el paso seguro de peatones y personas con capacidades diferentes.
- Con la finalidad de incentivar el uso de la bicicleta como un modo de transporte, se recomienda estudiar la implementación de ciclovías que brinden facilidades al uso de este modo (carril exclusivo, señalamiento, parqueadero, etc.)
- Con la finalidad de mejorar los niveles de servicio tanto en intersecciones como en tramos de vialidad, se recomienda la reprogramación semafórica que atienda a la demanda presente sobre esta vialidad.
- Se deberá elaborar un proyecto de señalización, principalmente informativo, tomando en cuenta la problemática de la ciudad.
- Se recomienda realizar el inventario de instalaciones y obras inducidas antes de instalar las estaciones de monitoreo y las señales de mensaje variable con el objeto de garantizar que no se afectara instalaciones existentes y la visibilidad de tablero será la mejor.
- Es importante considerar que la localización final del tablero de mensaje variable sea no menor a 50 metros antes del cruce o después del mismo con la finalidad de no obstruir la visibilidad de los semáforos o del tablero propio, de igual manera se deberá cotejar previo a la instalación el proyecto final de señalamiento del corredor.
- Se sugiere que se tomen las previsiones necesarias, ya que el aumento del volumen vehicular es directamente proporcional a la saturación de los corredores. Por tanto se recomienda de acuerdo a los estudios realizados se ubiquen tres señales dinámicas de mensaje variable sobre el corredor, considerando como parte primordial su localización antes del cruce de intersecciones estratégicas que permitan llegar a su destino por vialidades alternas.

- Otra acción que debe implementarse en la poda de árboles los cuales en muchas ocasiones obstruyen la visibilidad del señalamiento.

BIBLIOGRAFÍA

CAY Y MAYOR, R., 2007. *Ingeniería de tránsito y transporte. Fundamentos y aplicaciones*, México: Alfaomega.

INEGI, 2012, *Accidentes viales. México*.

MOLINERO, A., 2006. *Ingeniería De Transporte Público, planeación, diseño, infraestructura y administración*. México: UAEM.

Publications, T., 2010. *HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010*. United States of America: National Academy Sciences.

SCT, 2010. *Manual de Dispositivos de Control de Tránsito de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes*.

SEDESOL, 1996. s.l.: s.n.

SETRAVI, 2010, *Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Áreas Urbanas y Suburbanas*.