



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

**METODOLOGÍA PARA LLEVAR A CABO UN
PLAN DE MOVILIDAD URBANA
(Estudio de Caso Puebla, Pue.)**

TESIS

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

Presenta:

ING. JUAN JOSÉ CARRASCO PALOMEQUE

Asesor de tesis:

M.I. JOSÉ LUIS STEFANONI MINUTTI

Puebla, Pue.

Febrero 2015



OFICIO SIEP No. 2623 / 2014

C. JUÁN JOSÉ CARRASCO PALOMEQUE
Pasante de la Maestría en Ingeniería
Opción terminal Tránsito y Transporte
Presente.

Por medio del presente, el suscrito M.I. Edgar Iram Villagrán Arroyo, Director de la Facultad de Ingeniería, le autoriza desarrollar el tema intitulado: **Metodología para llevar a cabo un plan de movilidad urbana (Estudio de caso Puebla)**, para obtener el grado de Maestro en Ingeniería, 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 18 de Agosto de 2014

M.I. EDGAR IRAM VILLAGRÁN ARROYO
DIRECTOR



C.c.p.. M. en I. José Luis Stefanoni Minutti. Asesor Tema de 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 **“METODOLOGÍA PARA LLEVAR A CABO UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA (ESTUDIO DE CASO PUEBLA, PUE.)”**, elaborada por el **ING. JUAN JOSÉ CARRASCO PALOMEQUE** según autorización del tema en oficio **Nº 2623/2014** de fecha 18 de agosto 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 19 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. Ing. Juan José Carrasco Palomeque.

C.C.P. Interesado.

Dedicatoria

¡Primero Dios!

Este trinfo va dedicado de manera muy especial para las personas que, pese a las adversidades, supieron darme un impulso y un mensaje alentador para hoy cosechar este triunfo, ellos son: mis padres Iván y María, mis hermanos Tatiana, Silvana y Andrés y sobre todo a Matías que con su inocencia ha hecho de mi estancia acá (México) más llevadera.

Un sincero agradecimiento para el Gobierno ecuatoriano por haber confiado en mi y haberme dado la oportunidad de formarme lejos de mi patria y dejar el nombre de mi país en lo alto; además, un agradecimiento para todas y cada una de las personas colaboradoras de la SENESCYT y el IECE por su gran despliegue y trabajo que realizan.

Es grato para mi terminar mis estudios de posgrado en un país que me ha acogido con los brazos abiertos, con personas sinceras y amigas como lo han sido mi Maestro Jesús Terrazas y su hijo Juan Carlos así como todas las personas colaboradoras en la empresa Consultores en Vialidad y Transporte S.C., para ellos un GRACIAS eterno.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN | x |
| Planteamiento del problema | xii |
| Justificación | xiv |
| Objetivos | xvi |
| Objetivo General | xvi |
| Objetivos Específicos | xvi |
| Hipótesis | xvi |
| Metodología | xvi |
| Método Inductivo | xvi |
| Método Descriptivo | xvi |
| Estructura del documento | xvii |
| | |
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1 MARCO METODOLÓGICO | 1 |
| 1.1. Desarrollo del estudio | 1 |
| 1.2. Síntesis del planteamiento metodológico | 2 |
| 1.3. Descripción de las tareas | 5 |
| 1.3.1. Tarea A0. Inicio | 5 |
| 1.3.2. Tarea A1. Acciones Inmediatas | 7 |
| 1.3.3. Tarea A2. Aforos e inventarios operacionales | 9 |
| 1.3.4. Tarea A3. Inventario de la red vial | 12 |
| 1.3.5. Tarea A34. Representación gráfica de la información recopilada | 14 |
| 1.3.6. Tarea A4. Informe de inventarios | 14 |
| 1.3.7. Tarea A5. Análisis de la información | 14 |
| 1.3.8. Tarea A6. Diagnóstico y pronóstico de la operación del tránsito | 17 |
| 1.3.9. Tarea A7. Políticas y estrategias | 19 |
| 1.3.10. Tarea A8. Programa de acciones | 20 |
| 1.3.11. Tarea A9. Evaluación de alternativas de solución | 22 |
| 1.3.12. Tarea A10. Programa integral de vialidad y transporte urbano | 26 |
| 1.3.13. Tarea A11. Informe Final | 26 |
| 1.4. Cronograma de actividades | 26 |
| | |
| CAPÍTULO II | 27 |
| 2 ACCIONES INMEDIATAS | 27 |
| 2.1. Antecedentes | 27 |
| 2.1.1. Análisis de información documental | 27 |
| 2.1.2. Recorridos en la zona de estudio | 28 |
| 2.1.3. Elaboración del prediagnóstico | 28 |
| 2.1.4. Programa de acciones inmediatas y su descripción. | 29 |
| 2.1.5. Elaboración del informe de acciones inmediatas | 30 |
| 2.2. Acciones inmediatas. | 30 |
| 2.2.1. Periférico | 31 |
| 2.3. Proyectos ejecutivos | 35 |
| 2.3.3. Términos de referencia | 35 |

| | | |
|--------------------------|---|-----------|
| 2.4. | Periodo de ejecución | 48 |
| CAPÍTULO III..... | | 49 |
| 3 | INFORME DEL INVENTARIO | 49 |
| 3.1. | Aforos vehiculares y peatonales..... | 50 |
| 3.1.1. | Estaciones maestras | 51 |
| 3.1.2. | Aforos direccionales | 54 |
| 3.1.3. | Aforos peatonales..... | 56 |
| 3.1.4. | Aforos por muestreo | 58 |
| 3.2. | Velocidades, tiempos de recorrido y demoras | 58 |
| 3.3. | Estudio de estacionamientos | 60 |
| 3.3.1. | Estacionamiento en la zona centro | 60 |
| 3.3.2. | Estacionamiento fuera de la vía pública..... | 65 |
| 3.4. | Dispositivos de control..... | 66 |
| 3.4.1. | Señalamiento vertical y horizontal | 66 |
| 3.4.2. | Inventario de semáforos..... | 66 |
| 3.5. | Inventario de la vialidad..... | 66 |
| 3.5.1. | Clasificación de la red vial..... | 66 |
| 3.5.2. | Levantamiento de intersecciones..... | 68 |
| 3.5.3. | Levantamiento de corredores | 69 |
| 3.5.4. | Condiciones del pavimento | 70 |
| 3.6. | Inventario de sentidos de circulación | 70 |
| 3.6.1. | Sentidos de circulación | 70 |
| CAPÍTULO IV | | 71 |
| 4 | DIAGNÓSTICO Y PRONÓSTICO..... | 71 |
| 4.1. | Análisis de la información..... | 72 |
| 4.1.1. | Volúmenes de tránsito | 72 |
| 4.1.2. | Infraestructura vial | 75 |
| 4.1.3. | Dispositivos de control | 75 |
| 4.1.4. | Estacionamiento | 76 |
| 4.1.5. | Velocidades y tiempos de recorrido | 78 |
| 4.1.6. | Capacidad y Niveles de Servicio..... | 79 |
| 4.3. | Diagnóstico de la vialidad y operación del tránsito..... | 80 |
| 4.3.1. | Estructura vial..... | 80 |
| 4.3.2. | Operación del tránsito..... | 81 |
| 4.3.3. | Seguridad Vial | 81 |
| 4.3.4. | Síntesis del diagnóstico | 86 |
| 4.4. | Pronóstico de crecimiento..... | 87 |
| 4.4.1. | Determinación de las tasas de crecimiento vehicular | 87 |
| 4.4.2. | Volúmenes de tránsito futuro | 88 |
| CAPÍTULO V..... | | 89 |
| 5 | POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS | 89 |
| 5.1 | Objetivos..... | 89 |
| 5.2. | Políticas y Estrategias | 90 |

| | |
|---|------------|
| 5.2.1. Fomentar la planificación | 91 |
| 5.2.2. Corredores viales primarios..... | 91 |
| 5.2.3. Intersecciones conflictivas..... | 92 |
| 5.2.4. Zona centro | 92 |
| 5.2.5. Accidentes de tránsito | 92 |
| 5.2.6. Educación vial | 92 |
| 5.3. Principios básicos de solución | 93 |
| 5.3.1. Estructura Vial | 93 |
| 5.3.2. Sentidos de circulación | 93 |
| 5.3.3. Asignación de paradas..... | 94 |
| 5.3.4. Retornos e intersecciones | 95 |
| 5.3.5. Semáforos..... | 95 |
| 5.3.6. Señalamiento vial | 96 |
| 5.3.7. Estacionamiento | 96 |
| 5.4. Normatividad de proyecto | 97 |
| 5.4.1. Clasificación vial..... | 97 |
| 5.4.2. Normas de proyecto geométrico..... | 100 |
| 5.4.3. Calles colectoras | 111 |
| 5.4.4. Calles locales..... | 112 |
| 5.4.5. Calles peatonales y ciclistas..... | 113 |
| Conclusiones: | 118 |
| Recomendaciones: | 120 |
| Bibliografía | 122 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1.1 Metodología de trabajo..... | 2 |
| Figura 2.1 Localización Regional – Urbana | 31 |
| Figura 3.1 Proceso metodológico del estudio. | 50 |
| Figura 3.2 Variación horaria vehicular sentido Oriente – Poniente. | 53 |
| Figura 3.3 Composición por tipo de vehículo. | 54 |
| Figura 3.4 Formato aforo peatonal. | 57 |
| Figura 3.5 Variación horaria de la ocupación de cajones de estacionamiento. | 63 |
| Figura 4.1 Accidentes viales ocurridos en los últimos años | 82 |
| Figura 5.1 Políticas y estrategias de vialidad y tránsito | 91 |

Índice de Tablas

| | |
|---|-----|
| Tabla 1.1 Acciones para el desarrollo del Plan Integral de Movilidad Urbana | 3 |
| Tabla 2.1 Ficha técnica para la repavimentación de vías. | 37 |
| Tabla 3.1 Hoja de campo para el aforo en estaciones maestras. | 52 |
| Tabla 3.2 Aforos direccionales..... | 55 |
| Tabla 3.3 Resúmenes direccionales..... | 56 |
| Tabla 3.4 Formato para aforo peatonal. | 58 |
| Tabla 3.5 Formato de velocidades y tiempos de recorrido. | 59 |
| Tabla 3.6 Formato de encuesta de opinión para usuarios de estacionamiento. | 62 |
| Tabla 3.7 Tipo y número de cajones de estacionamientos. | 62 |
| Tabla 3.8 Estudio de rotación de estacionamiento en la zona centro. | 65 |
| Tabla 4.1 Resumen de volúmenes de tránsito en estaciones maestras..... | 73 |
| Tabla 4.2 Composición del tránsito en las estaciones maestras. | 73 |
| Tabla 4.3 Volúmenes de tránsito en horas de máxima demanda. | 73 |
| Tabla 4.4 Volúmenes de tránsito en las vialidades principales. | 74 |
| Tabla 4.5 Volúmenes de tránsito en las vialidades principales. | 74 |
| Tabla 4.6 Clasificación de las vialidades. | 75 |
| Tabla 4.7 Clasificación de los cajones de estacionamiento disponibles. | 77 |
| Tabla 4.8 Estudio de rotación de estacionamiento en la zona centro. | 78 |
| Tabla 4.9 Formato de tiempos de recorrido..... | 79 |
| Tabla 4.10 Operación semafórica en cada intersección..... | 80 |
| Tabla 5.1 Características operacionales y geométricas. | 101 |
| Tabla 5.2 Derecho de vía. (Acceso controlado a nivel)..... | 104 |
| Tabla 5.3. Derecho de vía. (Acceso controlado elevadas)..... | 104 |
| Tabla 5.4 Características para la pendiente longitudinal | 105 |
| Tabla 5.5 Características para la pendiente longitudinal. | 105 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 5.6 Espaciamiento de las intersecciones a desnivel. | 106 |
| Tabla 5.7 Radio mínimo de curvatura. | 106 |
| Tabla 5.8 Características operacionales y geométricas. | 108 |
| Tabla 5.9 Características para la pendiente longitudinal. | 110 |
| Tabla 5.10 Características para la pendiente longitudinal. | 110 |
| Tabla 5.11 Espaciamiento de las intersecciones a desnivel. | 111 |
| Tabla 5.12 Características operacionales y geométricas de las calles colectoras. | 111 |
| Tabla 5.13 Características operacionales y geométricas de las calles locales. | 112 |
| Tabla 5.14 Características operacionales y geométricas de las calles peatonales. | 114 |
| Tabla 5.15 Características operacionales y geométricas de las ciclistas. | 115 |
| Tabla 5.16 Características operacionales y geométricas de las ciclistas de dos sentidos. | 116 |
| Tabla 5.17 Radio de curvatura..... | 116 |
| Tabla 5.18 Distancia de visibilidad de parada. | 117 |

INTRODUCCIÓN

La planeación de la movilidad urbana es una herramienta de política pública eficaz en la eliminación de las desigualdades sociales y para alcanzar la sustentabilidad de las ciudades. Hasta el día de hoy su potencial no ha sido aprovechado en México. Por el contrario, la planeación de la movilidad urbana ha sido pensada tradicionalmente en función del automóvil y ha generado severos problemas ambientales y de equidad. Basta recordar que los más de 21 millones de automóviles en circulación concentrados en las ciudades producen el 18% de las emisiones de gases de efecto invernadero del país (Galindo, 2009). Además, los viajes en automóvil sólo representan entre el 20% y el 30% de los viajes urbanos (ONU-HABITAT, 2011) y se les asigna en promedio 66% del gasto público de transporte (Garduño, 2012). Mientras tanto, el resto de la población debe enfrentarse a servicios de transporte público deficientes y a la inexistencia de infraestructura para el uso de la bicicleta e incluso para caminar.

Si estas tendencias continúan afectarán seriamente la viabilidad social, económica y ambiental de las ciudades y, por lo tanto, del país mismo. La solución a estos problemas requiere un cambio de paradigma en los modelos de movilidad y desarrollo urbano, y el uso de la planeación de la movilidad urbana en todo su potencial.

La planeación de la movilidad urbana debe enfocarse en dos cuestiones fundamentales: cómo pensar la movilidad urbana en términos de equidad y sustentabilidad, y cómo implementar dichas soluciones para que la población se apropie de ellas.

La primera cuestión implica considerar a la movilidad urbana no en función de mover automóviles sino como un medio para lograr que las personas gocen de acceso a bienes y servicios. Esto da como resultado natural priorizar a peatones, ciclistas y al transporte público dentro de las políticas públicas. También implica que los usuarios de automotores deben asumir el costo de los daños ambientales y sociales del uso de sus vehículos. Al optar por este enfoque es posible disminuir las desigualdades sociales y alcanzar la sustentabilidad.

La segunda cuestión, la implementación de las soluciones, involucra establecer un plan de movilidad con un enfoque sustentable y participativo. El proceso de elaboración y el seguimiento del plan requieren necesariamente del involucramiento activo de la sociedad. Es fundamental que la participación implique diálogo deliberativo para que la sociedad colabore en la elaboración del plan, se apropie de él e impulse su implementación. La importancia de la participación va más allá del simple sentido práctico: descansa en los principios fundamentales de una sociedad democrática.

México se encuentra a tiempo de cambiar para alcanzar la sustentabilidad y la equidad social. Si el día de hoy comenzamos a planear una mejor movilidad basada en alternativas de transporte público y no motorizado y en la reducción de la intensidad del uso del automóvil, es posible lograrlo. (Salvador Medina)¹

¹ <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Planes-integrales-de-movilidad-lineamientos.pdf>

Planteamiento del problema.

La planificación de la movilidad urbana, con fines de sustentabilidad y mejora de la calidad de vida de la población, ha sido pobremente abordada por los distintos niveles de gobierno de México. A diferencia de los instrumentos metodológicos, cuerpos de conocimiento y normas con que cuentan los países europeos para guiar su desarrollo urbano (*Plan de Deplacements Urbains* en Francia, *Local Transport Plans* en Inglaterra y los “Planes de Movilidad Urbana Sostenible” en España), en México no se cuenta con lineamientos integrales, comprensivos y oficiales para elaborar planes de movilidad urbana que permitan un crecimiento ordenado. (ITDP, 2010)

De acuerdo con la encuesta del INEGI del 2010 la población en el municipio de Puebla y su área conurbada fue de 1'975.430 habitantes con un crecimiento poblacional del 1.05% anual con un estimado de población para el año 2013 de 2'037.656 habitantes y del 1.15% en el parque vehicular que incrementó de 776.587 a 819.890 vehículos; este fenómeno está provocando una serie de impactos urbanos negativos tales como el incremento anual del 1.15% en el número de accidentes de tránsito que incrementó de 10.254 en el año 2011 a 11.428 para el año 2012 (INEGI, 2010), de igual manera la contaminación ambiental, 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 agudizarán.

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.

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 Puebla y su zona metropolitana que es un conglomerado urbano que se caracteriza por la gran problemática vial existente debido a las demoras que el tránsito genera, se estima que el tiempo que pierde una persona al esperar el transporte, transbordar o producto del tránsito es de 30 minutos al día según lo indica los últimos estudios realizados (SPECTRO, 2012), generando así pérdidas económicas puesto que este tiempo puede ser empleado dentro del área laboral o a su vez para actividades como descansar, realizar actividades deportivas, entre otras.

Como consecuencia de este fenómeno se tiene la contaminación ambiental esto significa que ocho de cada 10 partículas contaminantes en el aire, provienen de una cuarta parte de los vehículos registrados en el estado de acuerdo con datos de la Secretaria de Desarrollo Rural, Sustentabilidad y Ordenamiento Territorial (SDRSOT, 2009), todo ello generando un impacto social elevado, problemas de salud, entre otros; 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.

Es inevitable que varias zonas de la ciudad presenten problemas de congestionamientos y situaciones caóticas, como por ejemplo el Blvd. Atlixco, Blvd. 5 de Mayo y la Calle 14 Oriente que en su hora de máxima demanda (HMD) soportan un tránsito vehicular de 2.700 veh/hora (SPECTRO, 2012), producto no solo del crecimiento urbano, sino también del entorno que envuelve a la ciudad. En este contexto, es necesario mantener los esfuerzos y continuar con las propuestas de solución de forma integral, ya que como se ha destacado, intervienen varios aspectos técnicos – sociales; medidas como mejoramiento de las vías, señalética, semaforización ya han sido saturadas razón por la cual se ha inclinado por otros métodos más costosos pero con mejores resultados, entre ellos se puede destacar los sistemas BRT (BUS RAPID TRANSIT por sus siglas en Inglés), construcción de pasos deprimidos y/o elevados, puentes viales, semáforos

computarizados, entre otros, que han contribuido de forma favorable al mejoramiento de la circulación vial, pero aún se requieren otras actividades enfocadas al peatón.

Justificación.

La planeación de la movilidad urbana es una herramienta de política pública eficaz en la eliminación de las desigualdades sociales y para alcanzar la sustentabilidad de las ciudades. Hasta el día de hoy su potencial no ha sido aprovechado en su totalidad, salvo un privilegiado grupo, esto debido a que no se cuenta con una estructurada base para el desarrollo de la misma que indique los parámetros a tomar en cuenta previo a su análisis así como también se carece de un orden cronológico en el cual se detalle los pasos que hay que seguir y cumplir para el desarrollo y ejecución del mismo. Sumado a lo anterior, al existir un monopolio de empresas dedicadas a la evaluación y planeación del tránsito y transporte, aísla a otros sectores de interés para su desenvolvimiento.

La planeación de la movilidad urbana debe enfocarse en dos cuestiones fundamentales: cómo pensar la movilidad urbana en términos de equidad y sustentabilidad, y cómo implementar dichas soluciones para que la población se apropie de ellas.

Los elementos centrales que sustentan una eventual modificación son, por un lado, la planeación y la secuencia para poder desarrollarla y por otro lado, el número de usuarios que atiende esta problemática. Como un ejemplo para verificar que ambos elementos se están atendiendo se puede citar el requerimiento que se debe tener en cuenta para corresponder el trazo del sistema de rutas con las necesidades de movilidad. Lo anterior, se logra a través de una guía adecuada que equilibre ambos elementos de oferta y demanda.

Se ha demostrado que con un correcto plan integral de movilidad se obtiene resultados positivos así se tiene como ejemplo el realizado en la ciudad de Piedras Negras, mismo que interpreta los resultados antes y después de la evaluación y como resultados se tiene la disminución en tiempos de recorridos, demoras, demoras, un menor índice de accidentes (reducción del 0.2%) y la disminución en la emisión de gases contaminantes. (CVT, 2014)

El presente documento ofrece a las autoridades de las ciudades mexicanas una alternativa para planificar de manera integrada la movilidad y el desarrollo urbano, enfatizando la escala humana de las ciudades y los modos de transporte sustentables. El objetivo de la movilidad urbana sostenible debe ser consumir menos recursos naturales no renovables y producir menos afectaciones al medio ambiente. La elaboración de un Plan de Movilidad Urbana (PMU) debe generar alternativas al uso del automóvil, promover viajes no motorizados en transporte público e impulsar el ordenamiento del transporte de mercancías, racionalizando su circulación urbana y sus sistemas de distribución y puntos de intercambio.

Debido a la falta de una metodología clara para el desarrollo de planes integrales de movilidad que detallen los pasos puntuales y fundamentales a seguir para la evaluación de planes de desarrollo para una vialidad se genera la necesidad de desarrollar una **METODOLOGÍA PARA LLEVAR A CABO UN PLAN DE MOVILIDAD URBANA (PMU)**, que contenga o integre a la serie de actividades generales.

Dentro de los propósitos que se pretende alcanzar se pueden citar:

- A) Realizar la evaluación de manera que se garantice la movilidad y calidad del servicio para los usuarios de transporte,
- B) Mantenerlo como un pilar fundamental para el análisis de diferentes ciudades, y
- C) Generar un efecto demostración para el conjunto de corredores de transporte masivo previstos para una ciudad.

Los beneficios de la correcta implementación de un PMU para una ciudad incluyen:

- Mejor calidad de vida.
- Aumentar la seguridad vial para el peatón y ciclista.
- Beneficios ambientales y de salud.
- Mejoramiento de la movilidad y accesibilidad.
- Mejora de la imagen de la ciudad.
- Potencial de incluir a toda la población.
- Decisiones apoyadas por actores y por el público.
- Mejor cumplimiento de las obligaciones legales.

- Nueva visión política.
- Incrementa la atracción de inversiones a las ciudades.

Objetivos.

Objetivo General.

- Elaborar una Guía Metodológica para la Realización de Planes de Movilidad Urbana.

Objetivos Específicos.

- Definir y delimitar las áreas de estudio.
- Desarrollar una metodología de trabajo para realizar un análisis de las áreas de interés.
- Proponer mejoras y posibles soluciones.

Hipótesis.

Una correcta metodología nos proporciona las herramientas necesarias para desarrollar los planes de movilidad urbana para cualquier ciudad, los mismos se realizarán en menor tiempo y por ende los costos generalizados que esto conlleva disminuirán.

Metodología.

Los métodos que se utilizarán en la presente investigación son:

Método Inductivo: La inducción se refiere al movimiento del pensamiento que va de los hechos particulares a afirmaciones de carácter general. Se utilizará este método para realizar las pruebas y comprobaciones de la metodología a realizar.

Método Descriptivo: Este método se fundamenta en observar y describir los hechos y problemas actuales. Recoge y tabula los datos para analizarlo e interpretarlos de manera imparcial.

Este trabajo de tesis se realizará mediante la metodología con enfoque inductivo y deductivo ya que al tener una hipótesis planteada lo que se pretende es demostrar lo propuesto y al tener proyectos desarrollados de acuerdo a este tema se tendrá que hacer un estudio comparativo con estudios anteriores.

Estructura del documento.

El presente documento está estructurado en cinco capítulos como se describen a continuación:

En el capítulo I, se establece el *Marco Metodológico* y contextual para la realización de un plan de movilidad urbana. Se introduce los parámetros y se define el procedimiento de cada una de las acciones a desarrollar.

En el Capítulo II se analizan las *Acciones Inmediatas*, es decir, todas las medidas de bajo costo y alto impacto que se deberán considerar previo a considerarlas como parte de la solución de los problemas en la operación del tránsito.

El Capítulo III, *Informe del Inventario*, plasma el resumen y el resultado de los estudios realizados tanto en campo como en gabinete, este explica cómo procesar los datos adquiridos y su respectivo uso dentro de la evaluación de resultados.

En el Capítulo IV, mediante el modelo de asignación calibrado, para la situación con y sin proyecto, se obtendrá el dimensionamiento e indicadores de desempeño (Niveles de Servicio) de tal manera que se pueda obtener un *Diagnóstico y Pronóstico* del tránsito.

El Capítulo V, *Políticas y Estrategias*, da a conocer los parámetros que se tomarán en cuenta dentro de las posibles soluciones a implementar, siempre enfocado en la reglamentación vigente.

CAPÍTULO I

1 MARCO METODOLÓGICO.

El objetivo de este capítulo es el conocimiento detallado de los antecedentes técnicos, administrativos, financieros y legales, los cuales tienen incidencia directa en el proceso de desarrollo del estudio. Mediante este conocimiento se podrá establecer un marco de referencia general del proceso de análisis de la información.

La concepción metodológica que se utiliza, contempla el aprovechamiento integral de la información existente, dentro de la primera etapa del estudio. Se tomará en consideración toda la información obtenida; la misma será de gran utilidad para el desarrollo del estudio.

1.1. Desarrollo del estudio.

La realización del estudio se planeó para llevarse a cabo de una manera muy interactiva en la toma de decisiones tomando como referencia o parámetros los manuales de la SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social) y la Secretaría de Transporte Estatal.

El estudio integral partirá de una serie de visitas a la ciudad en estudio, con el fin de tener un mejor conocimiento de la zona a analizar. Esto permitirá dar un mejor enfoque a la recopilación de datos de campo, así como optimizar la reunión de la información documental.

Paralelamente a la recolección de datos en campo, se realizará un análisis de la información documental con el fin de efectuar un prediagnóstico de la operación y como resultado, emitir una serie de acciones inmediatas para atacar los problemas de la movilidad y de la vialidad.

Una vez terminados los inventarios y aforos de tránsito, se llevará a cabo el análisis de la información utilizando las metodologías ampliamente aplicadas y aprobadas por la SEDESOL y SEMOVI en este tipo de estudios. Como resultado de esta etapa se emitirá un informe de diagnóstico de la operación del tránsito.

A continuación, de acuerdo con la problemática existente, es necesario plantear una serie de acciones de tipo físico y operativo que permitan mejorar las condiciones de operación

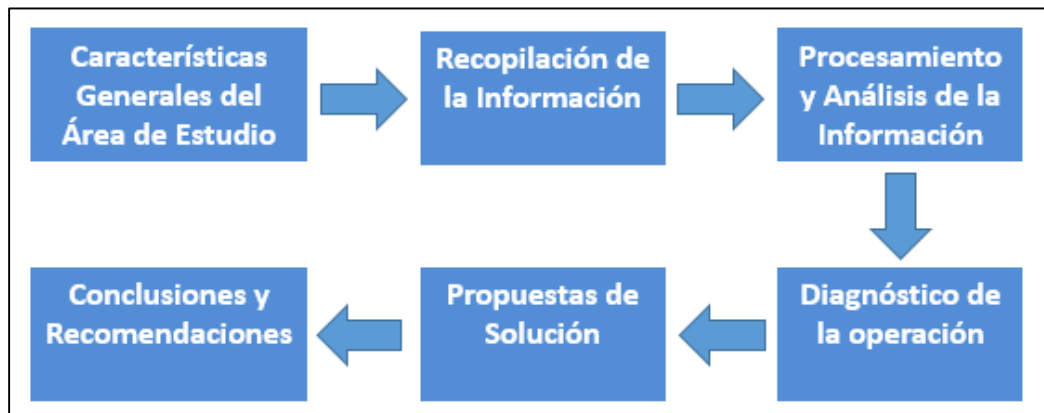
del tránsito. Estas acciones fueron de dos tipos, unas de aplicación inmediata y otras a mediano y largo plazo.

Estas propuestas de solución serán evaluadas técnicamente para seleccionar la acción de mejor aplicación, además, serán evaluadas económicamente para obtener la relación de beneficio-costos de cada una de las mejoras propuestas.

Como resultado de esta etapa se presentará un listado de las acciones de mejoramiento jerarquizadas de acuerdo con sus datos económicos obtenidos de la evaluación.

Finalmente se elaborará un documento que conjuntará los diferentes informes emitidos para formar el Plan de Movilidad Urbana, conteniendo la descripción metodológica del estudio, así como los aspectos relevantes en el desarrollo del mismo. La **Figura 1.1** muestra la metodología que se aplicará al estudio.

Figura 1.1 Metodología de trabajo.



Fuente: Consultores en Vialidad y Transporte.

1.2. Síntesis del planteamiento metodológico.

A continuación, en la **Tabla 1.1** se presenta una serie de acciones para realizar dentro del desarrollo de un Plan Integral de Movilidad Urbana:

Tabla 1.1 Acciones para el desarrollo del Plan Integral de Movilidad Urbana.

| Tarea | Subtarea | Descripción |
|---|----------|---|
| Inicio | | |
| A0 | A01 | Inicio del estudio. |
| | A02 | Investigación y recopilación de antecedentes. |
| | A03 | Definición de los horizontes del estudio. |
| | A04 | Planeación urbana y regional del área de estudio. |
| | A05 | Delimitación del área de estudio. |
| | A06 | Identificación y clasificación preliminar de la vialidad. |
| | A07 | Definición de intersecciones y vialidades críticas. |
| | A08 | Representación gráfica de la información documental. |
| Acciones Inmediatas | | |
| A1 | A11 | Análisis de información documental. |
| | A12 | Recorridos en la zona de estudio. |
| | A13 | Elaboración del prediagnóstico. |
| | A14 | Programa de acciones inmediatas y su descripción. |
| | A15 | Elaboración del informe de acciones inmediatas. |
| Aforos e Inventarios Operacionales | | |
| A2 | A21 | Definición de criterios de análisis y normatividad. |
| | A22 | Aforos en estaciones maestras. |
| | A23 | Aforos direccionales. |
| | A24 | Aforos peatonales. |
| | A25 | Aforos por muestreo. |
| | A26 | Velocidades y demoras. |
| | A27 | Inventario de estacionamiento. |
| | A28 | Inventario de accidentes. |
| Inventario de la Red Vial | | |
| A3 | A31 | Levantamiento a cinta de intersecciones. |
| | A32 | Levantamiento a cinta de corredores viales. |
| | A33 | Clasificación de la red vial. |
| | A34 | Representación gráfica de la información recopilada. |

| | | |
|------------|--|--|
| A4 | Informe de Inventarios | |
| | | |
| A5 | Análisis de la Información | |
| | A51 | Volúmenes de tránsito. |
| | A52 | Infraestructura vial. |
| | A53 | Dispositivos de control. |
| | A54 | Niveles de servicio. |
| | A55 | Estacionamiento. |
| | A56 | Seguridad vial. |
| | | |
| A6 | Diagnóstico y Pronóstico de la Operación del Tránsito | |
| | A61 | Operación del tránsito. |
| | A62 | Infraestructura vial. |
| | A63 | Diagnóstico de la seguridad vial. |
| | A64 | Determinación de las tasas de crecimiento del tránsito normal, atraído y por desarrollo. |
| | A65 | Pronóstico de crecimiento de la demanda. |
| | A66 | Informe del diagnóstico y pronóstico. |
| A67 | Presentación del estudio. | |
| | | |
| A7 | Políticas y Estrategias | |
| | | |
| A8 | Programa de Acciones | |
| | A81 | Acciones inmediatas. |
| | A82 | Acciones a mediano y largo plazo. |
| | A83 | Informe preliminar del programa de acciones. |
| | | |
| A9 | Evaluación de Alternativas de Solución | |
| | A91 | Evaluación técnica. |
| | A92 | Evaluación económica. |
| | A93 | Evaluación financiera. |
| | A94 | Relación de anteproyectos y proyectos ejecutivos. |
| | | |
| A10 | Programa Integral de Vialidad y Transporte Urbano | |
| | | |
| A11 | Informe Final | |

Fuente: Consultores en Vialidad y Transporte.

1.3. Descripción de las tareas.

1.3.1. Tarea A0. Inicio.

1.3.1.1. Tarea A01. Inicio del estudio.

Esta tarea queda definida por la realización de la metodología para el desarrollo del estudio, conteniendo la descripción detallada de las actividades por realizar así como un cronograma de dichas actividades.

1.3.1.2. Tarea A02. Investigación y recopilación de antecedentes.

Se recopilará la información existente en las Dependencias del Gobierno del Estado y Municipales, así como también en Instituciones del Gobierno Federal, referentes a la operación vial y transporte de la zona de estudio. Esta información será obtenida de estudios realizados con anterioridad y mediante registros de las dependencias gubernamentales, instituciones o empresas relacionadas con estos aspectos de vialidad y transporte. (CVT, 2014)²

En el rubro de la vialidad y el tránsito se incluirá planos topográficos, fotos aéreas recientes, aforos vehiculares, estudios de velocidades, datos de accidentes de tránsito y datos de semáforos, y demás estudios preliminares que pudieran haber sido realizados con anterioridad.

A partir de los planos y la información general obtenida, se dibujará un plano base, a la escala que resulte conveniente, para mostrar el área de estudio, la infraestructura vial mediante una simbología apropiada, y para plasmar la información obtenida, así como el inventario físico y operacional por obtener.

1.3.1.3. Tarea A03. Definición de los horizontes de estudio.

Los tres horizontes del estudio se consideran los años 2015, para el plazo inmediato; el año 2020 para el corto plazo; y finalmente el año 2025 para el mediano plazo. En estos periodos se deberá analizar la forma en que evolucionará la demanda y como impactará

² CVT (Consultores en Vialidad y Transporte) empresa dedicada a la consultoría en vialidad y transporte

en los casos en que no se llevan a cabo las acciones que se planteen en cada una de las componentes del estudio. (SEDESOL, 2010)

1.3.1.4. Tarea A04. Planeación urbana y regional del área de estudio.

En este rubro se deberá analizar el Plan de Desarrollo Urbano con respecto al sistema vial y de transporte de la ciudad para determinar si los lineamientos establecidos en el Plan se van desarrollando conforme a lo planeado o si es necesario hacer una reorientación de dichos lineamientos, debido al proceso de cambio y desarrollo urbano de las ciudades en general.

1.3.1.5. Tarea A05. Delimitación del área de estudio.

La red de estudio contemplada estará formada por las vías primarias y secundarias, así como las vías colectoras en donde circula el transporte público, y las vialidades que permiten el acceso a las colonias.

1.3.1.6. Tarea A06. Identificación y clasificación preliminar de la vialidad.

Con base en la información documental que se planea obtener, y según los recorridos que se realicen dentro de la zona en estudio, se deberá proceder a la identificación y clasificación preliminar de la red vial, de tal manera que esto permita establecer jerarquías entre las vialidades.

1.3.1.7. Tarea A07. Definición de intersecciones y vialidades críticas.

Partiendo de la clasificación de la red vial se deberá identificar las intersecciones más conflictivas así como los corredores viales y de transporte que conducen los mayores volúmenes de tránsito. Esta información permitirá enfocar el programa de acciones inmediatas a los cruces y vialidades de mayor importancia.

1.3.1.8. Tarea A08. Representación gráfica de la información documental.

La información que se obtenga se vaciará en copias del plano base a la escala que resulte conveniente, diferenciando cada uno de los rubros que componen al tránsito.

1.3.2. Tarea A1. Acciones Inmediatas.

1.3.2.1. Tarea A11. Análisis de información documental.

La información documental que se obtendrá será ordenada en cada uno de los diferentes rubros que la integran, y posterior a ello se procederá a su análisis minucioso. Se adquirirán valores estimados de los volúmenes de tránsito. Con estos volúmenes y con algunos datos adicionales obtenidos en campo como son características físicas de la vialidad, se realizará un análisis de capacidad para conocer preliminarmente los niveles de servicio que están trabajando las intersecciones y las vialidades seleccionadas. Para este propósito se empleará la metodología empleada para evaluar la operación vial que está basada en el Manual de Capacidad Vial.³

1.3.2.2. Tarea A12. Recorridos en la zona de estudio.

Con la información documental y mediante la realización de una serie de visitas a la zona de estudio, se identificarán en forma preliminar las causas físicas y operativas que están generando la actual operación del tránsito y del transporte.

Se deberán realizar recorridos por las principales vialidades para determinar preliminarmente los principales elementos que inciden en el funcionamiento del tránsito (señalamiento, estacionamiento, semaforización, áreas peatonales, paradas del transporte público y zonas para carga y descarga de mercancías).

1.3.2.3. Tarea A13. Elaboración del prediagnóstico.

Con base en estas evaluaciones preliminares se elaborará un prediagnóstico de los principales problemas físicos y operativos identificados en los componentes de vialidad y tránsito así como del transporte.

1.3.2.4. Tarea A14. Programa de acciones inmediatas y su descripción.

A partir de este prediagnóstico se deberá elaborar un programa de acciones inmediatas, en los rubros de vialidad, tránsito y transporte, los cuales tendrán como objetivo aliviar o

³ Highway Capacity Manual 2010. FHWA-USA.

reducir significativamente los problemas que se estén presentando en los componentes antes mencionados.

Las acciones de este programa serán medidas de rápida implementación y de bajo costo, que tengan una alta rentabilidad. (CVT, 2014)

Específicamente se proponen acciones como las siguientes:

- Reprogramación de fases de semáforos en intersecciones conflictivas.
- Canalización de movimientos vehiculares, mediante pintura en pavimento.
- Reducción en el número de fases de semáforos.
- Implementación de señalamiento vial.
- Reubicación de paradas de autobuses.
- Eliminación del estacionamiento en accesos a intersecciones.
- Pequeñas ampliaciones para carriles de vuelta izquierda.
- Bahías para el transporte público.
- Iluminación en sitios peligrosos.
- Implementación de vueltas continuas.
- Semaforización de cruceros conflictivos.
- Delimitación de pasos peatonales.
- Adecuaciones geométricas.

Todas y cada una de las acciones propuestas en este apartado deberán tener su justificación basada en la evaluación preliminar de la información obtenida. Este programa de acciones fue conciliado con los manuales de SEDESOL y STE.

1.3.2.5. Tarea A15. Elaboración del informe de acciones inmediatas.

Una vez revisado el programa de acciones se presentará un informe de esta etapa conteniendo la descripción del procedimiento seguido en su elaboración. Se deberán elaborar fichas de descripción detallada de cada una de las acciones contempladas en el programa. Estas fichas contendrán el dibujo de la intersección o tramo de vialidad consignando los puntos en donde se aplicó alguna medida de solución.

1.3.3. Tarea A2. Aforos e inventarios operacionales.

1.3.3.1. Tarea A21. Definición de criterios de análisis y normatividad.

En esta tarea se definirán los criterios de análisis y la normatividad que serán aplicados a la información obtenida en campo. Se presentará un programa detallado y en forma particular para cada uno de los rubros de aforos vehiculares, medición de velocidades, encuestas de estacionamiento, etc., el cual deberá conciliarse con los manuales de la SEDESOL y STE para el desarrollo de las actividades de campo. (CVT, 2014)

1.3.3.2. Tarea A22. Aforos en estaciones maestras.

Para conocer la magnitud del tránsito vehicular y su variación a lo largo del día, corresponderá realizar aforos vehiculares en una estación maestra durante un periodo de 16 horas continuas y un periodo de tres días; hábiles y un día de fin de semana.

Se considerará conveniente para el estudio realizar aforos en diferentes zonas de la ciudad (las más afectadas por el tránsito) de manera que nos permita conocer la variación del tránsito en la zona de mayor actividad, así como la demanda en las zonas periféricas de la ciudad las cuales pueden tener variación por su ubicación geográfica y por su uso de suelo.

Estos aforos se realizarán con registros a intervalos a cada 15 min., en día representativo de la semana, ya sea de martes a jueves incluyendo la composición vehicular, la cual se desglosará haciendo énfasis en los diferentes tipos de transportación; automóviles, autobuses, camiones, colectivos (combis y minibuses); así como la distribución porcentual del tránsito. (HCM, 2010)

1.3.3.3. Tarea A23. Aforos direccionales.

Para conocer los flujos vehiculares en las intersecciones se realizará aforos direccionales en los periodos de máxima demanda en las intersecciones importantes de la zona de estudio. Estos aforos se realizarán con una duración de 3 horas en cada uno de los tres periodos de máxima demanda del día, es decir, AM, MEDIO DÍA, y PM, clasificando el tránsito en los diferentes tipos de transportación; automóviles, autobuses, camiones, colectivos (combis y minibuses).

El análisis de las tres (3) horas se debe a que en ese horario se puede apreciar de mejor manera el comportamiento vehicular en las horas consideradas de máxima demanda. (HCM, 2010)

1.3.3.4. Tarea A24. Aforos peatonales.

Se deberá realizar recuentos de peatones en los sitios en donde se observe una alta concentración de flujos peatonales. Estos aforos serán realizados durante 3 horas en los periodos de mayor demanda de la mañana y de la tarde.

1.3.3.5. Tarea A25. Aforos por muestreo.

Por otro lado, para fines de conformar un mapa de volúmenes de tránsito en la zona de estudio, es importante conocer la magnitud de los volúmenes vehiculares en las vialidades e intersecciones complementarias.

Para ello se debe proponer realizar aforos clasificados, mediante muestreos de únicamente una hora de duración en alguno de los periodos de máxima demanda, en las intersecciones principales y secundarias que pudieran tener cierta relevancia en la operación del tránsito, así como en intersecciones de la periferia de la ciudad.

1.3.3.6. Tarea A26. Velocidades y demoras.

Convendrá realizar un estudio de velocidades de recorrido en un tramo de corredor vial con el fin de conocer los tiempos empleados actualmente por los usuarios para circular por la zona en estudio. En el estudio se identificarán las principales causas físicas y operativas de las demoras y los sitios en donde se presentan. El método a utilizar fue el del “vehículo flotante”.

Se realizará también un estudio de demoras en las principales intersecciones de la zona empleando la metodología que establece el Manual de Capacidad de los Estados Unidos (HCM, 2010) en su más reciente versión. Las demoras se obtendrán en cada uno de los accesos de la intersección en estudio.

Adicionalmente se efectuará mediciones en campo para determinar el flujo de saturación. Lo anterior permitirá calibrar los programas de análisis de capacidad que fueron utilizados

para determinar la calidad del flujo vehicular que circula por las vialidades de la ciudad. (Cal y Mayor, 2007)

1.3.3.7. Tarea A27. Inventario de estacionamiento.

Se debe realizar el inventario de las condiciones del estacionamiento, en la parte central de la ciudad, observando una zona de proximidad. De igual forma se hará un inventario en las vialidades principales del área de influencia, en donde se detecte el problema del estacionamiento.

Se determinará la oferta actual, así como la demanda instantánea medida en el momento de hacer el inventario, tanto en la vialidad como fuera de ella. Esto permitirá, mediante los análisis correspondientes conocer la demanda generada por los usuarios de las vialidades en estudio, y si la capacidad de la oferta es suficiente para satisfacer dicha demanda.

Específicamente se recopilará información referente a:

- Número y ubicación de los espacios de estacionamiento permitido, su ocupación y la rotación durante un periodo continuo.
- Tarifas de estacionamiento.
- Frecuencia del estacionamiento ilegal.
- Encuesta a los usuarios incluyendo una muestra donde se identifique los orígenes y destinos así como los propósitos de viaje de los usuarios.
- Previamente se presentará el plan de trabajo así como las formas de encuesta que fue aplicada para su consenso.

1.3.3.8. Tarea A28. Inventario de accidentes.

Se deberá obtener la información referente a la ocurrencia de accidentes de tránsito en las vialidades en estudio, para lo cual se recurrirá a las autoridades correspondientes para obtener los partes de accidentes ocurridos el año anterior a la realización del presente estudio. Esta información se resumirá en formatos especiales precodificados para su captura y procesamiento posterior.

1.3.4. Tarea A3. Inventario de la red vial.

1.3.4.1. Tarea A31. Levantamiento a cinta de intersecciones.

Se realizarán levantamientos a cinta en intersecciones primarias e intersecciones secundarias que pueden ser consideradas como las más importantes de la red vial; de las cuales algunas contarán con semáforos y otras más que los requieren. Estos levantamientos deberán incluir los siguientes aspectos:

- Planimetría de la intersección.
- Derecho de vía.
- Ubicación de las paradas de autobuses.
- Señalamiento horizontal y vertical.
- Inventario de semáforos y su programación.
- Descripción de los movimientos vehiculares.
- Mobiliario urbano.
- Ubicación de árboles y postes.
- Estado físico del pavimento.
- Pendiente longitudinal en los accesos.
- Ancho y número de carriles.
- Distancia al cruce anterior en el sentido de circulación.
- Ubicación del estacionamiento.

Los planos se recomiendan procesar en el paquete para dibujo Autocad.

1.3.4.2. Tarea A32. Levantamiento a cinta de corredores viales.

En planos a la escala que resultase más conveniente para el caso de corredores viales se deberá registrar el ancho de la sección transversal total, el número de carriles y su uso correspondiente con que cuentan las vialidades en general, registrando su continuidad y homogeneidad de la sección transversal dentro del área de estudio.

La información que se recopile en cada uno de los corredores será la siguiente:

- Planimetría del corredor.
- Señalamiento horizontal y vertical.
- Inventario de semáforos.
- Inventario de sentidos de circulación.
- Mobiliario urbano.
- Ancho y número de carriles.

Adicionalmente serán identificadas las zonas de estacionamiento libre y prohibido, las entradas principales, el señalamiento vial horizontal y vertical, las paradas del transporte público, topes, canalizaciones, etc.

Se realizará un recorrido sobre las vialidades y se hará un inventario indicando sobre el plano el señalamiento horizontal y vertical existente, indicando el tipo de señal, ubicación y el estado en que se encuentra. Asimismo, se levantará la ubicación de los postes de luz, teléfono, árboles y otros servicios, con el propósito de conocer los posibles sitios para ubicar señales verticales, al igual que las posibles interferencias que se presenten para la visibilidad. Para posibles modificaciones en las vialidades se deberá dibujar en una copia del plano base los cambios en secciones transversales, en isletas y en camellones.

La información anterior se vaciará en planos a la escala que resulte conveniente para cada corredor en estudio (CVT, 2014).

Tipo y condiciones del pavimento.- Sobre una copia del plano base de las vialidades en estudio se registrará, mediante un recorrido, las condiciones del pavimento actual, detectando las posibles fallas de la estructura del pavimento a fin de proponer su rehabilitación.

Sentidos de circulación.- Utilizando una copia del plano base, se hará el inventario de sentidos de circulación en toda la zona en estudio. Esta información fue vaciada en una copia del plano base a escala conveniente para visualizar la información.

1.3.4.3. Tarea A33. Clasificación de la red vial.

Mediante recorridos en la zona de estudio se observará y se registrará en un formato específico las características físicas de las vialidades en general, con el fin de establecer

una clasificación vial a nivel regional, definiendo las vías primarias, las secundarias y las locales.

1.3.5. Tarea A34. Representación gráfica de la información recopilada.

La información obtenida será vaciada en copias del plano base a la escala que resulte conveniente, diferenciando cada uno de los rubros que componen al tránsito.

1.3.6. Tarea A4. Informe de inventarios.

Como resultado de las tareas A2 y A3 se presentará un informe de inventarios y aforos de tránsito conteniendo todas las actividades realizadas en estas tareas.

1.3.7. Tarea A5. Análisis de la información.

1.3.7.1. Tarea A51. Volúmenes de tránsito.

De la información que se obtenga de los aforos vehiculares, se hará primeramente el resumen gráfico de cada periodo aforado para el conjunto de intersecciones y posteriormente se harán los mapas de volúmenes de tránsito actuales, para cada uno de los tres periodos de máxima demanda. Se dibujarán los volúmenes representando gráficamente y a escala el valor registrado en cada uno de los accesos a las intersecciones.

Se deberá analizar el comportamiento del tránsito estudiando la variación de la demanda en diversas zonas de la ciudad en función de las actividades económicas de la región, a fin de ver la posibilidad de escalonar horarios en caso de que sea necesario dosificar el patrón de movilidad de la población. (CVT, 2014)

1.3.7.2. Tarea A52. Infraestructura vial.

Con base en los análisis de los antecedentes y en los recorridos en campo sobre la vialidad se deberá identificar la red vial básica, estableciendo una clasificación vial que nos permita definir jerarquías entre las avenidas y calles que forman la estructura vial urbana.

Es conveniente que se analice la vialidad regional y se determinen las vías de mediano y largo recorrido, así como las vialidades complementarias. Se deberá precisar la estructura

vial regional necesaria para el adecuado movimiento de los flujos vehiculares. Se determinarán los flujos de paso y su influencia en la operación de la vialidad urbana.

Se analizará la interrelación de las vialidades existentes con las principales zonas atractoras y generadoras de viajes. Una vez definida la estructura vial se analizarán la continuidad de las vías, así como la uniformidad de la sección transversal. Se detectarán los principales problemas de infraestructura vial (calles con poca sección, cuellos de botella, inadecuado diseño geométrico y requerimientos de puentes menores y mayores).

Es preciso determinar las principales deficiencias de la red vial existente (configuración general; concentraciones de vialidades hacia determinadas zonas, desatendiendo zonas menores pero con mayor generación de viajes; etc). Se deberá realizar un análisis de los sentidos de circulación definiendo las prioridades de paso y el tipo de señalamiento que controle dicha prioridad.

A partir de la información obtenida es necesario identificar la problemática peatonal y la forma en que interactúan con el tránsito vehicular se detectarán los sitios de mayor influencia peatonal con el fin de establecer las necesidades para dar mayor seguridad al peatón. (CVT, 2014)

1.3.7.3. Tarea A53. Dispositivos de control.

Se deberá analizar la forma en la que están funcionando los semáforos, determinando si los programas responden a la demanda del tránsito a lo largo del día. Se analizará también la visibilidad de los mismos, su estado físico y si funcionan coordinadamente con los semáforos de los cruceos inmediatos a la intersección en estudio.

En lo referente al señalamiento vial se analizará si cumple con la normatividad establecida en los manuales de dispositivos de control del tránsito, se examinará si plasma con la función de orientar adecuadamente a los automovilistas, y si se encuentran en buen estado físico.

1.3.7.4. Tarea A54. Niveles de servicio.

Con los volúmenes de tránsito que se obtengan y las características geométricas de las vialidades y utilizando las velocidades promedio obtenidas se harán los análisis de

capacidad en las intersecciones y vialidades principales de la zona en estudio. Los análisis se harán para las condiciones actuales en cada uno de los periodos aforados.

Los análisis de capacidad serán realizados aplicando el procedimiento establecido por el HCM 2010, así como cualquier SOFTWARE en su más reciente versión, según en donde sea aplicable el programa.

Con los resultados de los análisis de capacidad se definirán los niveles de servicio al que están operando las principales intersecciones de la ciudad, determinado colas vehiculares, demoras promedio, consumo de combustible, relación volumen-capacidad, etc.

1.3.7.5. Tarea A55. Estacionamiento.

Las condiciones del estacionamiento deberán ser analizadas considerando dos tipos de estudios:

Área central y corredores.- Con base en la información obtenida se procederá a determinar la oferta y demanda de estacionamiento en la ciudad. En este análisis se obtendrán los parámetros de porcentaje de ocupación y rotación del estacionamiento. Se deberá analizar la forma en que el estacionamiento afecta la operación vial al reducir un carril de circulación de las vialidades.

Se deberá analizar la posibilidad, en caso necesario, de eliminar el estacionamiento a lo largo de las vialidades en estudio.

1.3.7.6. Tarea A56. Seguridad vial.

La información obtenida se deberá clasificar y analizar para obtener los siguientes resultados:

- Resúmenes de accidentes por cruce y por vialidad, consignando las causas, el tipo de los accidentes.
- Índice de mortalidad en intersecciones y vialidades.
- Saldo de accidentes por hora del día contra el tipo y la causa del accidente.
- Saldo de accidentes por época del año contra el tipo y la causa del accidente.

Con base en lo anterior se hará una clasificación de los problemas de seguridad vial, en función de las características de las vialidades se realizará una presentación gráfica de puntos negros a nivel de la zona en estudio.

Nota: Por experiencia laboral se puede acotar la carencia de un banco de datos que contengan este tipo de información, razón por la cual se recomienda tomar en cuenta toda la información existente sobre accidentes y generar tablas estadísticas que indique toda la investigación requerida.

1.3.8. Tarea A6. Diagnóstico y pronóstico de la operación del tránsito.

Con la información obtenida y los análisis mencionados se identificarán las causas físicas y operativas que están originando la actual operación del tránsito. Se estimarán los efectos futuros en caso de no realizar ninguna acción tendiente a mejorar la operación vial.

1.3.8.1. Tarea A61. Operación del tránsito.

Con base en los análisis de capacidad y de niveles de servicio se identificarán los problemas de calidad de flujo vehicular, determinando las causas de los congestionamientos viales. Para ello será necesario analizar los siguientes aspectos:

- Volúmenes de tránsito en horas pico.
- Distribución y composición del tránsito.
- Velocidades y demoras.
- Continuidad de la capacidad en tramos viales.
- Funcionamiento de los dispositivos de control.
- Organización de los sentidos de circulación.
- Oferta y demanda del estacionamiento.

1.3.8.2. Tarea A62. Infraestructura vial.

Es importante localizar los puntos conflictivos de la red vial, la falta de continuidad de las vialidades y las barreras geográficas, los sitios con características geométricas peligrosas y la falta de alternativas viales.

1.3.8.3. Tarea A63. Diagnóstico de la seguridad vial.

En este punto se debe evaluar la información recopilada con el procedimiento actual de la investigación de accidentes viales y el banco de datos sobre accidentes históricos para poder analizar y determinar su efectividad sistemática cuantitativa y cualitativa. Con la información se hará un diagnóstico de la seguridad vial, obteniendo las estadísticas de sitios con mayor accidentalidad y la estimación de los costos de los accidentes.

Es preciso que se señalen las medidas más adecuadas para reducir la incidencia de accidentes en la ciudad, tales como campañas de seguridad vial, sobrevigilancia policiaca para algunos sitios y en algunas épocas del año, etc.

Se deberá proponer un sistema de registro de accidentes identificando las causas, el tipo y la fecha de ocurrencia de los accidentes. Además es necesario diseñar un sistema de recopilación y procesamiento de la información de accidentes que permita quitar la toma de decisiones conducentes a la reducción de estos en la zona en estudio. (CVT, 2014)

1.3.8.4. Tarea A64. Determinación de las tasas de crecimiento del tránsito normal, atraído y por desarrollo.

Con el fin de estimar la evolución de la demanda del tránsito se analizará la información de tipo socioeconómica que se recopile en la etapa de acopio de información, referente a datos de población, actividades económicas, número de vehículos registrados, producto interno bruto de la región, etc.

Se contempla la estimación de los volúmenes de tránsito futuros tomando en consideración el crecimiento normal del tránsito, el crecimiento de la población y el aumento en la tasa de motorización y el incremento del parque vehicular. (INEGI, 2010)

Con los tres elementos se determinará una tasa de crecimiento promedio en la zona en estudio.

1.3.8.5. Tarea A65. Pronóstico de crecimiento de la demanda.

Con base en los datos obtenidos de la demanda actual se contemplará estimar la forma en que va evolucionar la demanda determinando los volúmenes de tránsito futuro en cada uno de los tramos de la red vial en estudio para el año 2020 y el 2025.

1.3.8.6. Tarea A66. Informe del diagnóstico y pronóstico.

Como resultado de estas tareas se deberá elaborar un informe del diagnóstico de la operación del tránsito, indicando las causas físicas y operativas que están generando la actual operación del tránsito.

De igual forma se elaborará el informe del pronóstico de crecimiento de la demanda, mostrando con detalle la metodología seguida para la determinación de las tasas de crecimiento y la estimación de los volúmenes de tránsito futuro.

1.3.8.7. Tarea A67. Presentación del estudio.

Una vez elaborado el diagnóstico es necesario realizar una presentación de los resultados más relevantes del estudio.

1.3.9. Tarea A7. Políticas y estrategias.

Considerando los objetivos planteados al inicio de este documento y tomando en cuenta el resultado del diagnóstico integral se propondrán políticas y estrategias de solución que conlleven a un adecuado uso de la infraestructura existente así como de la optimización de la operación del tránsito.

Se deberá definir los principios básicos de organización para cada uno de los componentes del Estudio Integral, tomando en consideración la normatividad oficial existente en las instituciones nacionales y aprobadas por la SEDESOL y STE.

Los principios básicos de solución consisten en planteamientos generales, las cuales constituyen la normatividad de apoyo para la aplicación de soluciones a cada caso en particular.

1.3.10. Tarea A8. Programa de acciones.

Una vez que se detecte la problemática general de la vialidad, el tránsito y el transporte, y que, para cada componente se hayan determinado en forma específica los principales requerimientos, se procederá a plantear alternativas de solución las cuales podrán ser de dos tipos, propuestas para acciones de tipo inmediato y propuestas para acciones a mediano y largo plazo.

1.3.10.1. Tarea A81. Acciones inmediatas.

En el planteamiento de alternativas se debe tener muy en cuenta los planes de desarrollo de la ciudad y de la región, los programas de las principales entidades relacionadas con este sector y las propuestas productos de la ejecución de estudios anteriores. (SEDESOL, 2010)

A este nivel del proyecto, el planteamiento de alternativas de solución se hará de forma individual para cada componente. Después de la evaluación económica ya se podrán plantear estrategias integrales con aquellas soluciones que resulten factibles técnica y económicamente. Las acciones inmediatas serán soluciones diseñadas para el corto plazo y que estén encaminadas a solucionar situaciones urgentes y específicas. Estas soluciones también serán de bajo costo y rápida implementación.

Las soluciones propuestas para el rubro de vialidad y tránsito involucrarán las propuestas del componente de transporte público para el mediano y largo plazo, a fin de generar alternativas complementarias dentro de un plan integral de acciones a ser implementadas en la zona en estudio. Las propuestas de solución consideran varios elementos que inciden directamente en la operación del tránsito, los que se enlistan a continuación:

Infraestructura vial:

- Mejoramiento de la infraestructura vial.
- Mejoras en tramos viales e intersecciones.
- Mejoras a libramientos.
- Mejoras en accesos carreteros.
- Sentidos de circulación.

- Adecuaciones geométricas.
- Posibles pasos a desnivel.

Dispositivos de control del tránsito:

- Reprogramación de semáforos.
- Semaforización de cruces.
- Coordinación de semáforos.
- Instalación de señalamiento.

Estacionamientos:

- En la vialidad
- Fuera de la vialidad

Seguridad vial:

Para cada uno de estos elementos se desarrollarán medidas de solución a los problemas que generen de manera directa como en la forma que se inter-relacionan con los demás componentes del estudio integral.

Las propuestas de acciones se realizarán primeramente de tipo enunciativo, a fin de contar con una gama extensa de alternativas prácticamente factibles. A continuación se generará el diseño conceptual de la solución, elaborando fichas técnicas de cada una de las propuestas planteadas; seguido de esto, se procederá al desarrollo de las soluciones, a fin de plasmar en planos y documentos las ideas concebidas en las fases anteriores.

1.3.10.2. Tarea A82. Acciones a mediano y largo plazo.

Las propuestas de solución para llevar a cabo acciones a mediano plazo consistirán en soluciones más enfocadas a la estructura vial que a los problemas puntuales, de mayor costo generalmente que las soluciones inmediatas, y de ámbito regional, evidentemente con una vida útil mayor que las soluciones inmediatas. (CVT, 2014)

1.3.10.3. Tarea A83. Informe preliminar del programa de acciones.

Como resultado de estas tareas se elaborará un informe preliminar de acciones de manejo de tránsito y de mejoramiento de la infraestructura vial en todas y cada una de las intersecciones y corredores viales de la ciudad.

1.3.11. Tarea A9. Evaluación de alternativas de solución.

Las propuestas de solución serán evaluadas técnica y económicamente, con el fin de elegir las que representen una mayor rentabilidad, y por lo tanto una mayor relación costo-beneficio. Las soluciones elegidas serán jerarquizadas y se realizará un listado de las acciones que deberán ser llevadas a cabo, ya sea a nivel de anteproyecto, o de proyecto ejecutivo.

1.3.11.1. Tarea A91. Evaluación técnica.

Las alternativas elaboradas se deberán evaluar en función de sus características geométricas y de operación del tránsito. Los lineamientos generales considerados en este análisis, aunque no necesariamente en este orden son: adaptabilidad, factibilidad de construcción, características operacionales, tránsito durante la construcción, etapas de desarrollo y costo de construcción.

Para cada una de las propuestas de solución adoptadas se realizará un resumen que contenga su evaluación técnica, según los siguientes conceptos:

- Definición de objetivos y descripción detallada de la solución.
- Justificación de la elección en función del análisis de varias opciones.
- Diagrama y croquis de la solución conceptual que permita cuantificar costos.
- Impactos en la vialidad a nivel zonal o regional.
- Análisis de las características geométricas y operacionales.

La evaluación será presentada tomando como parámetros los manuales de la SEDESOL y SCT en una tabulación que muestre las ventajas y desventajas de cada alternativa.

1.3.11.2. Tarea A92. Evaluación económica.

Estimación de costos.

Luego de plantearse las alternativas para cada componente es necesario cuantificar preliminarmente los costos de cada una de las soluciones. Estos costos deben incluir: (i) costos de los estudios en detalle (proyectos ejecutivos); y (ii) costos del desarrollo de las acciones propuestas (terrenos, obra civil, materiales, mano de obra, adquisición de equipos, supervisión e implementación).

Los costos asociados con cada uno de los componentes son:

a) Vialidad y tránsito.

Infraestructura vial.- Se estimarán los costos de: (i) proyectos ejecutivos de vialidades; (ii) construcción de vialidades nuevas; (iii) ampliación de vialidades existentes (incluyendo afectaciones); (iv) infraestructura de acceso a zonas con mala comunicación; y (v) costos de implementación de las acciones. (SEDESOL, 2010)

Tránsito.- Se estimarán los costos de: (i) proyectos ejecutivos de las acciones propuestas (intersecciones conflictivas, señalamiento, semaforización, sincronización de semáforos, estacionamientos, etc.); (ii) costo de las obras (material, mano de obra y equipo) para la ejecución de las acciones; (iii) costo de la actualización del reglamento del tránsito; y (iv) costo de implementación de las acciones. (SEDESOL, 2010)

b) Estimación de los beneficio.

Así como se determinaron los costos de las medidas planteadas para cada componente, se cuantificarán los beneficios que se obtuvieron luego de la implementación de las acciones propuestas.

En términos generales, los beneficios que se obtengan se pueden agrupar en los tres siguientes grupos:

(i) Disminución del tiempo de viaje tanto de los pasajeros del transporte público como del privado. (A raíz de un incremento de la velocidad a causa de medidas tales como

reorganización de rutas, construcción y/o ampliación de la infraestructura vial, mantenimiento de vialidades, restricción al estacionamiento; semaforización y reorganización de paradas del transporte público, entre otras).

(ii) Mayor vida útil de la infraestructura y del equipo (a raíz de medidas tales como el mantenimiento adecuado de las vialidades, mantenimiento de los autobuses, el uso de técnicas y procedimientos adecuados, y el conocimiento de manuales y reglamentaciones, entre otras).

(iii) Abatimiento de los costos de operación del sistema (a raíz de medidas que permitan disminuir la longitud de recorridos de unidades particulares y del servicio público, mejorar la superficie de rodamiento de las vías, captar mayor número de pasajeros, minimizar las demoras, crear sistemas de control apropiados, disminuir el costo de refacciones y materiales, disminuir la accidentalidad y tener mayor número de unidades en servicio.

c) Análisis y cálculos de los indicadores económicos.

Con base en la determinación de costos y beneficios analizados anteriormente, se desarrollará una evaluación económica para el periodo que comprende la proyección del estudio.

Para ello se utilizará un modelo de evaluación económica. (SEDESOL, 2010)

Se construirá tablas para cada componente, las cuales contendrán los siguientes aspectos: (i) costo de cada uno de los años; (ii) beneficios en cada uno de los años; (iii) valor presente neto; (iv) tasa interna de retorno; y (v) análisis de rentabilidad ante variaciones de los costos y de los beneficios.

La evaluación inicialmente se realizará en forma independiente a cada uno de los componentes. Luego se evaluará en conjunto, siendo el parámetro indicador el valor presente neto total.

Definición de prioridades.

Una vez que se haya concluido la evaluación económica de las alternativas de solución, se podrá definir al anterior de cada componente un listado que indique de mayor a menor la relación beneficio-costos de las diferentes acciones analizadas.

La evaluación económica no será la única base para la definición de prioridades, debido a que existen acciones cuya implementación estará sujeta a la ejecución paralela de otras acciones. Mediante un análisis integral al interior de cada componente, se establecerá una lista de prioridades.

Luego de tener las prioridades de cada componente, se tendrá que analizar la totalidad del estudio en forma conjunta, definiendo otro listado que representará las prioridades producto de un análisis integral del transporte, el tránsito y la vialidad en la ciudad de Puebla.

1.3.11.3. Tarea A93. Evaluación financiera.

Con la evaluación financiera del proyecto se busca determinar la capacidad de endeudamiento del organismo que quedará con la responsabilidad del préstamo que realice el Banco Mundial para la ejecución e implementación de los proyectos. Estos organismos pueden ser: Gobierno del Estado, Municipio de Puebla, o alguna entidad descentralizada (fideicomiso, p.e.) que se cree con este fin.

Para desarrollar la evaluación financiera será indispensable conocer los estados financieros de los últimos años (preferiblemente 10) del organismo que se responsabilizará del préstamo, o en su defecto, conocer los mecanismos que se utilizarán para recaudar el dinero con fines de pago del crédito (p.e. incrementos en tarifas, o aumentos en el cobro de placas y licencias, o creación de un impuesto especial, entre otros).

El análisis financiero del proyecto se realizará considerando la inversión inicial, los costos de operación y de mantenimiento, los costos de supervisión y administración, la tasa de interés fijada, el plazo del préstamo y el periodo de gracia.

1.3.11.4. Tarea A94. Relación de anteproyectos y proyectos ejecutivos.

La evaluación financiera del estudio integral es la que en realidad permite determinar cuáles son las obras y proyectos que son posibles desarrollar, de tal forma que el pago del préstamo adquirido con el Banco Mundial, sea factible.

Con la capacidad de endeudamiento del organismo que se haga responsable del préstamo y con la lista de prioridades definida previamente, se determinarán cuáles son las acciones posibles de implementar, las cuales requerirán por lo tanto de la elaboración de los estudios en detalle (proyectos ejecutivos).

1.3.12. Tarea A10. Programa integral de vialidad y transporte urbano.

Una vez realizados los estudios, se deberá presentar un informe final que contendrá entre otros, los siguientes aspectos: (i) trabajos de campo realizados e información obtenida; (ii) diagnóstico de la situación actual; (iii) estimación de costos y beneficios; (iv) evaluación económica; (v) análisis financiero; (vi) programa de acciones a desarrollar y (vii) conclusiones y recomendaciones. El informe se realizará de acuerdo a las exigencias según el manual de la SEDESOL Y SCT.

Además del texto, los informes contendrán croquis, diagramas y esquemas preliminares. (SEDESOL, 2010)

1.3.13. Tarea A11. Informe Final.

Con base en los informes parciales que se presentó en cada tarea desarrollada será elaborado un informe final del estudio.

1.4. Cronograma de actividades.

En este apartado es necesario tener presente las fechas tentativas para el cumplimiento de todas y cada una de las actividades que se va a realizar, en la misma deben constar las fechas de inicio, ejecución y finalización de las diferentes acciones a efectuar.

CAPÍTULO II

2 ACCIONES INMEDIATAS.

Las propuestas de solución con carácter de aplicación inmediata consisten en medidas de rápida implementación y de relativo bajo costo con una alta rentabilidad. Estas acciones están pensadas de tal manera de ser aplicadas a problemas de organización y operación claramente detectadas en la red vial de la ciudad.

La propuesta de estas acciones será congruente con las acciones que se plantean a corto y a mediano plazo, de tal forma que puedan ser consideradas dentro de una primera etapa de una solución global o de tipo integral.

2.1. Antecedentes.

2.1.1. Análisis de información documental.

De acuerdo con los alcances del estudio, se deberá recopilar información en las diferentes dependencias gubernamentales referentes a la vialidad y a la operación del tránsito, con el fin de contar con elementos suficientes para establecer un prediagnóstico del tránsito en la zona en estudio.

La información documental a obtener consistirá básicamente en lo que se indica a continuación:

- Planos de restitución a escala.
- Planos de INEGI escala.
- Fotos aéreas a escala.
- Ubicación de cruceros semaforizados.
- Programa de obras inmediatas.
- Programa de obras a futuro.
- Información estadística de INEGI
 - Datos de población.
 - Parque vehicular.
 - Tasas de crecimiento.

Esta información deberá ordenarse en cada uno de los diferentes rubros que la integran, y se procederá a su análisis minucioso.

Se obtendrán valores estimados de los volúmenes de tránsito. Con estos volúmenes y con algunos datos adicionales obtenidos en campo como son las características físicas de la vialidad se harán análisis de capacidad para conocer preliminarmente los niveles de servicio a que están trabajando las intersecciones y las vialidades seleccionadas.

2.1.2. Recorridos en la zona de estudio.

Se deberá realizar una serie de recorridos en la zona en estudio con el fin de conocer a detalle la vialidad existente así como la operación del tránsito. 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. **(Anexo 1)**

Para obtener un promedio de la velocidad de operación del tránsito vehicular en una avenida, se realizará un recorrido por sentido en cada periodo de máxima demanda (mañana, medio día y tarde).

Se determinará el tramo con mayor velocidad y el tramo con menor velocidad. En promedio se obtendrá velocidad y el tiempo de recorrido así como también su longitud total recorrida (medido en kilómetros). (Cal y Mayor, 2007)

2.1.3. Elaboración del prediagnóstico.

Con la información documental obtenida y mediante la realización de una serie de visitas a la zona de estudio, se identificarán en forma preliminar las causas físicas y operativas que están generando la actual operación del tránsito y del transporte.

Algunos de los problemas que generalmente presentan las ciudades son los referentes a estructura urbana, no conformando una red que integre las diferentes zonas de la ciudad de manera lógica y directa. La comunicación entre las diferentes zonas de la ciudad en la

mayoría de casos se da por algunas calles concentrando el tránsito en algunos puntos y haciendo los recorridos más largos. El principal problema suele ser la discontinuidad de las calles que no comunican diferentes colonias entre sí, ciudades que presentan, dentro del área urbanizada, terrenos baldíos que permiten hacer uso del derecho de vía para permitir la mejor integración del sistema. De la verificación de estos problemas en campo resultarán un conjunto de acciones de vialidad, que necesitarán todavía ser evaluados para conformar los paquetes definitivos de acciones.

2.1.4. Programa de acciones inmediatas y su descripción.

A partir del prediagnóstico se deberá elaborar un programa de acciones inmediatas, en los rubros de vialidad, tránsito y transporte, los cuales tendrán como objetivo aliviar o reducir significativamente los problemas que se están presentando en los componentes antes mencionados (Cal y Mayor, 2007).

Las acciones deben ser medidas en términos de su rápida implementación y de bajo costo, además de una alta rentabilidad.

Específicamente, se proponen acciones como las siguientes:

- Reprogramación de fases de semáforos en intersecciones conflictivas.
- Reducción en el número de fases de semáforos.
- Implementación de vueltas continuas.
- Canalización de movimientos vehiculares, mediante pintura en pavimento.
- Implementación de señalamiento vial.
- Semaforización de cruceros conflictivos.
- Delimitación de pasos peatonales.
- Adecuaciones geométricas.
- Pequeñas ampliaciones para carriles de vuelta izquierda
- Eliminación del estacionamiento en accesos a intersecciones.
- Reubicación de paradas de autobuses.
- Bahías para el transporte público.
- Iluminación en sitios peligrosos.
- Repavimentación o reencarpetao.

Estas propuestas de acciones de tipo general deberán ser aplicadas a cada caso en particular, según los resultados obtenidos en el prediagnóstico de la operación del tránsito. Todas y cada una de las acciones propuestas en este apartado tendrán su justificación basada en la evaluación preliminar de la información obtenida. Estas acciones deberán ser conciliadas por las autoridades de SEDESOL y los diferentes Municipios.

2.1.5. Elaboración del informe de acciones inmediatas.

Una vez aprobado el programa de acciones se debe presentar un informe de esta etapa conteniendo la descripción del procedimiento seguido en su elaboración. En el informe se incluirán las fichas con la descripción detallada de cada una de las acciones contempladas en el programa. Estas fichas deberán contener el esquema de la intersección o tramo de vialidad, consignando los puntos en donde será aplicable alguna medida de solución.

a) Adecuaciones Geométricas de Intersecciones.

Se observará los problemas de geometría que presenten las intersecciones a analizar, los proyectos de canalizaciones para mejorar las condiciones de operación y la seguridad vial.

b) Instrumentación de Pares Viales.

Con el fin de hacer más expedito el tránsito vehicular y que las maniobras de los flujos vehiculares sean más seguras se propondrá la implementación de pares viales, sin realizar grandes inversiones.

c) Proyectos Ejecutivos.

Con el objetivo que sean programadas las obras en corto plazo se propone la realización de los proyectos ejecutivos que deben ser analizadas en conjunto, con el fin de alcanzar las condiciones adecuadas de operación del tránsito.

2.2. Acciones inmediatas.

A continuación se presenta el desglose de las acciones inmediatas para el componente de vialidad y tránsito recomendados en cada una de las intersecciones viales de la zona en estudio, indicando primeramente las características de la problemática actual y a

- 1.- Levantamiento topográfico y usos del suelo.
- 2.- Mobiliario urbano y equipamiento.
- 3.- Señalamiento horizontal y vertical.
- 4.- Ubicación de semáforos y diagrama de fases.
- 5.- Sentidos de circulación y condiciones de estacionamiento.

De los principales problemas detectados en la intersección se presenta a continuación una relación de estos, así como también una solución propuesta para lograr un buen funcionamiento, considerando algunas acciones a seguir las cuales también se enlistan posteriormente y se mostrarán en el anexo de croquis.

2.2.1.1. Problemas de operación.

A continuación se mencionarán los principales problemas que suelen afectar a los corredores que se analizan, para el presente caso el de la intersección entre Periférico Ecológico y Boulevard Valsequillo:

- En la intersección será necesario realizar algunas adecuaciones geométricas (Periférico Ecológico), de acuerdo a las características de la misma.
- Esta intersección no cuenta con señalamiento horizontal y vertical en buenas condiciones, lo cual dificulta la adecuada canalización de los movimientos, así como el desorden en el tránsito que llega a la intersección.
- Falta señalamiento informativo y preventivo previo a la intersección, como lo es de velocidad y destino, además de que el existente está fuera de especificaciones.
- Se puede mejorar la programación de los semáforos, incluyendo una redistribución de fases.
- Las luces de las caras de los semáforos tienen flechas, las cuales no son muy visibles y en ocasiones confunden al conductor.
- En algunos accesos es factible la creación de bahías de ascenso y descenso, ya que actualmente este se realiza obstruyendo un carril de circulación restándole capacidad al acceso.

2.2.1.2. Soluciones propuestas.

Las soluciones propuestas tienen que ser de ejecución inmediata de tal manera que se mejore el nivel de servicio de dicha intersección, aquí se plantea una serie de soluciones que se pueden ejecutar.

- Reprogramar los semáforos en cuanto a fases y distribución de los tiempos.
- Organizar los movimientos de vuelta izquierda de tal manera de hacerlos más eficientes.
- Establecer lugares exclusivos de ascenso y descenso antes de la intersección como mínimo 50 m, tomando en consideración los manuales reglamentos vigentes en la SCT.
- Eliminar el estacionamiento en un radio de 50 m. a partir de la intersección.
- Colocar el señalamiento horizontal y vertical reglamentario.
- Mejorar las condiciones del pavimento asfáltico existente, mediante reconstrucción o rehabilitación de acuerdo con las indicaciones de la componente de mantenimiento vial.
- Se anexa un reporte fotográfico de la intersección.

2.2.3. Señalamiento Vial Horizontal.

Del componente de mantenimiento vial, también se tiene un listado de acciones inmediatas tanto en corredores como en intersecciones, de las cuales no todas forman parte del paquete incluido en el de vialidad y tránsito; pero es importante tomar en cuenta la siguiente recomendación:

A las intersecciones o tramos de vialidad que la componente de mantenimiento vial recomienda acciones como reconstrucción de pavimentos o de rehabilitación, se les deberá incluir el señalamiento horizontal necesario para mejorar su operación de acuerdo a las especificaciones que se anexan a continuación:

2.2.3.1. Especificaciones generales.

Uso.- Las marcas en el pavimento, guarniciones y en obstáculos se utilizan para regular el tránsito, y proporcionan advertencias a los usuarios acerca de las condiciones de las calles y carreteras

Materiales.- Para la aplicación de marcas en el pavimento se utilizará pintura blanca y amarilla reflejante, especial para el tránsito, de secado rápido. La garantía de durabilidad deberá ser de un año como mínimo, en condiciones normales del tránsito. La pintura deberá contener microesferas de vidrio para una mayor reflectividad.

Pintura.- Será homogénea, perfectamente molida, con una consistencia uniforme y tersa, y en el envase no formará costras, no se asentará, no formará grumos, no se coagulará ni se espesará. La pintura deberá poderse mezclar sin ninguna dificultad, en cualquier momento, dentro de un periodo de 6 meses posteriores a la fecha de suministro.

El peso por litro de pintura no deberá ser menor de 1.39 kg por litro.

La pintura será aplicada a razón de 40 litros de pintura por kilómetro de raya continua de 10 cm de anchura, con un espesor de 381 milésimas de milímetro.

Aplicación.- Para realizar la aplicación de la pintura en el pavimento, la superficie deberá estar libre de polvo y de grasa y sin humedad. (MDCTCC, 1995).⁴

Raya separadora de carriles.- Se utilizará para delimitar los carriles en las calles y carreteras de dos o más carriles, y pueden ser continuas, según se permita cruzarlas o no.

Las rayas serán continuas en las aproximaciones de las intersecciones que tengan rayas de parada. La longitud de las rayas continuas será de 30 m en zonas urbanas o de 0.5 veces la velocidad de proyecto, expresada en kilómetros por hora, en el caso de carreteras. Las rayas discontinuas se colocarán en segmentos de 2.5 metros separadas entre sí 5.00 m. Este arreglo podrá variar en longitudes, conservando siempre la relación de 1 a 2 de raya a espacio. La anchura de la raya será de 10 cm.

En los casos que se considere conveniente, la raya separadora de carriles y rayas centrales podrán complementarse con tachuelas o vialetas reflejantes, de color rojo, blanco o amarillo, según el caso que se trate (MDCTCC, 1995).

Raya de parada.- Las rayas de parada se utilizarán para indicar los sitios en donde deberán hacer alto los vehículos, de acuerdo con la señal de alto o semáforo. Estas rayas se trazarán paralelamente a las rayas de cruce de peatones más próximas, y a una distancia de 1.20 m

⁴ Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la S.C.T.

antes de las mismas. En caso de no existir rayas para cruce de peatones, las de parada se ubicarán en el lugar preciso en que deben detenerse los vehículos, el cual deberá estar alineado con el paramento de la calle se va a cruzar. Estas rayas serán continuas, de color blanco reflejante y de una anchura entre 40 y 60 cm. En el caso de vialidades primarias es conveniente pintarlas como mínimo de 50 cm. Se trazarán cruzando todos los carriles que tengan tránsito en el mismo sentido.

Rayas para el cruce de peatones.- Se utilizarán en todas las intersecciones para indicar los sitios en donde se canalice el movimiento de peatones, serán rayas continuas de color amarillo reflejante. En vialidades primarias, el paso peatonal consistirá de una sucesión de rayas paralelas a 40 cm de anchura, separadas entre sí 40 cm, colocadas perpendicularmente a la trayectoria de los peatones. Estas rayas tendrán una longitud variable, que en general será igual a la anchura de las aceras entre las que se encuentren situadas, pero en ningún caso serán menores de 1.8 m ni mayores de 4.5 m.

En calles secundarias, los pasos peatonales consistirán en dos rayas continuas de 20 cm de anchura, transversales a la vía de circulación, de color amarillo reflejante. Estas rayas no deberán estar separadas más de 4.5 m ni menos de 1.8 m (MDCTCC, 1986).

2.3. Proyectos ejecutivos.

Para el caso de los corredores viales que requieren un tratamiento integral en toda la longitud de la vialidad, se propone como acción inmediata la realización de un proyecto ejecutivo considerando todos los rubros de vialidad y transporte, así como los aspectos institucionales y de medio ambiente.

Antes de realizar cualquier acción o proyecto ejecutivo se deberán realizar los términos de referencia con la finalidad de que estos estén apegados a la norma vigente para cada uno de los componentes de estudio.

2.3.3. Términos de referencia.

A manera de ejemplo se citan los términos de referencia para la elaboración del proyecto ejecutivo de repavimentación de la intersección Periférico Ecológico y Boulevard Valsequillo.

2.3.3.1. Objetivo.

Debido al acelerado crecimiento de la población que han sufrido la mayoría de las ciudades del país, se ha observado un incremento sustancial de los flujos vehiculares en las vías primarias y secundarias de dichas ciudades.

Las arterias viales que fueron construidas bajo un régimen de tránsito incipiente y con vehículos de menor capacidad de carga que los actuales, actualmente están registrando cargas mayores a las de diseño, por lo que se observan daños estructurales en los pavimentos. Con el objeto de mejorar esta situación, se plantea realizar las acciones necesarias para proporcionar un mejor mantenimiento y adecuación de las estructuras de pavimentos existentes de las vialidades de la ciudad.

Como resultado de los Planes Integrales de Movilidad Urbana, en su fase de diagnóstico del mantenimiento vial, se deberá establecer por un lado las calles que registran daños menores y daños importantes en la estructura del pavimento. De igual manera se establecerán, en forma preliminar, una serie de acciones de mantenimiento vial, dependiendo de la severidad del daño en cada vía.

El objetivo de estos alcances es determinar los lineamientos de proyecto básicos para evaluar el estado actual de los pavimentos, y con base en esta evaluación proceder a la elaboración de los proyectos ejecutivos para la reconstrucción y rehabilitación de los pavimentos.

2.3.3.2. Descripción general del proyecto.

a. Área de estudio.

La vialidad en proyecto (Periférico Ecológico), es una vía primaria que forma parte de la estructura vial general de la ciudad y se halla ubicada al sur de la ciudad, y que sirve de libramiento para el movimiento de oriente-poniente y viceversa; inicia en el cruce con la autopista México – Puebla. El tramo en estudio comprende desde la calle José María Lafragua hasta el Boulevard Valsequillo, con las siguientes características que se presentan en la **Tabla 2.1**:

Tabla 2.1 Ficha técnica para la repavimentación de vías.

| Ficha Técnica Para La Repavimentación De Vías. | |
|--|---------------------------------------|
| PROYECTO: | REPAVIMENTACIÓN DEL PERIFÉRICO ECO. |
| TRAMO: | JOSÉ MARÍA LAFRAGUA-BLVD. VALSEQUILLO |
| LONGITUD: | 100 METROS |
| NUM DE CARRILES: | 3 Y 4 CARRILES |
| SECCIÓN TRANSV: | |
| SUPERFICIE: | |
| PAVIMENTO: | CARPETA ASFÁLTICA |
| INTERSECCIONES | 2 CRUCES CON VIALIDAD PRIMARIA |
| TIPO DE VÍA: | PRINCIPAL, 2 CUERPOS |

Fuente: Elaboración propia.

b. Normatividad.

Para la elaboración del proyecto ejecutivo se aplicará la normatividad oficial existente en las instituciones nacionales, en lo referente a los aspectos específicos de diseño geométrico, impacto ambiental, construcción, control de calidad y operación, con el fin de modular la calidad del proyecto final.

Se deberá considerar una serie de reuniones con dependencias y autoridades de la localidad que estén involucradas en el proyecto, con el fin de presentar y concertar los resultados de cada una de las fases del proyecto. Por ello es necesario que programar las citadas reuniones en el plan de trabajo.

2.3.3.2. Alcances de trabajo.

A. Estudios básicos.

A.1 Estudio Topográfico.

Se deberá trazar poligonales cerradas sobre los tramos de vialidad propuestos y a una distancia de 50.0 m como mínimo sobre los accesos de las intersecciones que haya en el tramo, marcando puntos de inflexión (PI) en las citadas intersecciones y dejándolos totalmente referenciados. La poligonal podrá trazarse en el eje central de la vialidad o en un costado, con estaciones a cada 20.0 m. La tolerancia angular será de $t = \pm a \sqrt{m}$ y la lineal de 1:5,000.

A.1.1 Planimetría.

Con el apoyo del eje de la poligonal se hará el levantamiento topográfico de la vialidad en proyecto, así como el inventario físico de todos los elementos que se encuentren en la misma, localizando paramentos, guarniciones, banquetas, señales, semáforos, postes, árboles, pozos de visita, mobiliario urbano y demás instalaciones. Cada uno de los elementos contenidos en el plano será identificado mediante una simbología apropiada.

A.1.2 Altimetría.

Se nivelará el eje en las estaciones a cada 20.0 m en los PI y en los puntos que se considere son importantes para el proyecto, utilizando algún banco de nivel que exista en la zona de proyecto, o fijando bancos de nivel de elevación arbitraria. En los tramos que lo ameriten, los niveles y las secciones transversales se levantarán a una separación menor, de tal modo que todas las irregularidades altimétricas queden incluidas en el levantamiento.

Se levantarán secciones transversales en las estaciones y en los puntos nivelados, cubriendo la anchura de calle que permita definir las características y la configuración de la sección para el proyecto.

A.2 Estudio de tránsito y de transporte.

A.2.1 Aforos vehiculares.

Se realizarán aforos de tránsito durante un periodo de 16 horas continuas del día, con el fin de determinar las horas en que se presentan los volúmenes de tránsito máximos. Adicionalmente, una vez conocidas las horas de máxima demanda se procederá a aforar los tres periodos de más afluencia, en un día representativo de la semana, además de un día en fin de semana, en las intersecciones del tramo, identificando la clasificación vehicular y los movimientos direccionales. Estos aforos serán realizados durante los tres periodos del día, en la mañana, a medio día y por la tarde o noche. Esto servirá para la obtención del tránsito de diseño para el pavimento.

A.2.2 Dispositivos para control del tránsito.

Utilizando un plano con la planta del inventario, se ubicará el tipo y las características del señalamiento horizontal y vertical sobre el tramo sujeto a estudio, así como los sentidos de circulación en los cruces dentro de su área de influencia. Se obtendrán, en caso de existir, la ubicación, tipo de semáforo y su programación (duración del ciclo, número de fases y reparto de tiempos del ciclo), así como la canalización de las instalaciones eléctricas.

A.2.3 Investigación de planes de desarrollo.

Se deberá investigar en las dependencias de gobierno los posibles planes desarrollo o expansión de los servicios municipales que prestan, a ser implementados en el corto plazo en la zona de influencia de la vialidad en proyecto. Esto permitirá considerar en el proyecto las posibles acciones que estén contempladas para la vialidad en proyecto. En cada caso se obtendrá un escrito de no tener consideradas acciones en la vialidad en proyecto, en los próximos 5 años.

A.2.4 Inventario de obras inducidas.

Se hará el inventario de las instalaciones de la red de drenaje y agua potable, determinando sus componentes y las características principales como son el diámetro de la tubería, profundidad de desplante, niveles de plantilla, pendientes longitudinales y sentido del escurrimiento. Lo anterior permitirá determinar el impacto en estas obras inducidas por la ejecución del proyecto.

A.3 Estudio de geotecnia y de mecánica de suelos.

A.3.1 Inspección, sondeos y muestreo de las vialidades.

a. Inspección visual.

Con apoyo en los puntos de referencia marcados por el levantamiento topográfico, se obtendrá con el mayor detalle técnico el estado físico del pavimento, además se elaborarán cuadros y registros por sentido y por carril que indiquen el tipo y la composición y el

estado de la superficie de rodamiento, en donde también se anotarán los resultados obtenidos en las pruebas de campo y en los ensayos de laboratorio.

Se identificarán plenamente las fallas y sus posibles causas con base en los defectos observados en la superficie de rodamiento. La inspección deberá abarcar por lo menos 20 metros a cada lado de la vialidad principal, en los cruces con otras vialidades.

La evaluación del pavimento comprenderá las siguientes acciones:

Calificación del servicio actual, el cual consiste en efectuar recorridos de la vialidad de manera que se pueda calificar el estado del pavimento según la metodología empleada en el camino de prueba de la AASHTO⁵ (American Association of Highway and Transportation Officials).

Observar los defectos en la superficie de rodamiento como son agrietamiento, la erosión, el desgaste superficial, los desplazamientos, las depresiones canalizadas en las rodadas, baches, etc. Ambas acciones se emprenderán en tramos de 250, 500 o 1000 metros, según sea el estado físico de las vialidades.

Para las acciones enunciadas referentes a la calificación funcional y el levantamiento de daños de las calles se deberá emplear el formato elaborado por la SEDESOL, el cual está incluido en el *Manual para la elaboración del inventario funcional de pavimentos* formulado por la SEDESOL.

Se realizará el estudio para la rehabilitación del pavimento mediante el procedimiento de la Viga Benkelman (mede la deflexión en pavimentos que no deberá ser superior a 1.5cm) u otro similar. Esta medición se llevará a cabo en los tramos representativos de 300 m, seleccionados con base en la evaluación de defectos de la superficie de rodamiento. Se deberán realizar por lo menos 10 lecturas por tramo seleccionado, como lo establece el Instituto de Asfalto, dependiendo de los tramos dañados y de la repetición de los daños en el pavimento. Estos tramos estarán sujetos al levantamiento del Índice de Servicio Actual (ISA) y el levantamiento de daños, considerando un mínimo de 20 lecturas por kilómetro.

⁵ AASHTO, órgano que establece normas, publica especificaciones y hace pruebas de protocolos y guías usadas en el diseño y construcción de autopistas en todo los Estados Unidos.

b. Sondeos y muestreos.

Para la reconstrucción del pavimento se practicarán sondeos a cielo abierto, (PCA) espaciados entre 400 y 500 m, de alrededor de 2.00 m de profundidad, para obtener muestras del material de las diferentes capas, tanto del pavimento como de la capa subrasante.

Se harán muestreos del material de cada una de las capas y se obtendrá la estratigrafía del suelo sobre las paredes del pozo, así como muestras alteradas de las capas. Una vez hecha la evaluación se propondrán las opciones de mantenimiento normal o rutinario, reconstrucción, reforzamiento y rehabilitación.

c. Bancos de material.

Se estudiarán los bancos de materiales necesarios para el mantenimiento normal, el refuerzo y la reconstrucción del pavimento, previa selección de los bancos propuestos en forma preliminar. En el caso de bancos que no han sido explotados o no estudiados previamente, se practicarán sondeos a cielo abierto distribuidos en una cuadrícula, en la forma prevista en las normas antes mencionadas.

Como parte de los resultados se entregará un plano general con la localización de los bancos de material, en la cual se consignará la siguiente información: ubicación, tipo y espesor del despalme, volumen aprovechable, tratamiento, distancia de acarreo, descripción y clasificación para fines de presupuesto. Se entregarán por separado los informes de ensaye de las muestras de los sondeos, de los frentes de ataque y de la producción según el caso.

A.3.2 Análisis de laboratorio.

Al material de la capa subrasante, de la sub-base y de la base se les determinará el grado de compactación y el contenido de humedad, la granulometría, los límites de consistencia de Atterberg (caracteriza el comportamiento de los suelos finos), la contracción lineal, el equivalente de arena, el peso volumétrico seco máximo, el valor relativo de soporte estándar y se clasificará según el sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

A las muestras de materiales obtenidas de los sondeos se les practicarán los ensayos de laboratorio señalados en el punto anterior, con el fin de conocer las causas de falla del pavimento y para estudiar su aprovechamiento en las nuevas capas del pavimento.

A las muestras extraídas del banco de material se les aplicarán las pruebas de granulometría, VRS, límites de consistencia y compactación, además otras como el desgaste "Los Angeles" cuando se utilicen en la construcción de carpetas asfálticas y riegos de sello y las pruebas de materia orgánica y de intemperismo, cuando se utilicen para elaborar concreto hidráulico.

A.3.3 Proyecto de rehabilitación, reconstrucción y diseño de pavimentos.

Como resultado de la evaluación del pavimento existente, con la información de geotecnia, el volumen de tránsito de proyecto, el vehículo de proyecto, la tasa anual de crecimiento vehicular, la clasificación vehicular y la vida útil del proyecto será realizado el proyecto de rehabilitación, reforzamiento, reconstrucción y el diseño del pavimento.

En los casos generales de la rehabilitación y reforzamiento se determinará, mediante el procedimiento referido en estos alcances, el espesor necesario para la sobre-carpeta, así como el procedimiento constructivo correspondiente.

Para el caso de una reconstrucción total se hará el diseño completo del pavimento contemplando las diferentes capas que lo integran.

Para el dimensionamiento del pavimento para una obra nueva o de la reconstrucción podrá utilizarse el método de diseño del Instituto de Ingeniería de la UNAM, en su última versión.

Para el reforzamiento o rehabilitación del pavimento con sobre-carpetas de concreto asfáltico, se utilizará el método del Instituto del Asfalto de los EUA.

A.3.4 Procedimientos constructivos.

Se proporcionarán los datos de cada una de las capas que conforman el pavimento, dependiendo de si es flexible, semirígido o rígido. El tipo de pavimento propuesto deberá garantizar una vida útil de cuando menos 10 años, requerir un mantenimiento poco frecuente y estar acorde con las condiciones climáticas del lugar.

Como parte del proceso de diseño se establecerán las normas, especificaciones y procedimientos constructivos para el tipo de pavimento a utilizar, señalando en orden de ejecución cada una de las etapas, así como las características y las cantidades de materiales aplicables.

B. Proyecto Ejecutivo.

B.1 Planta de trazo.

Se elaborará el proyecto definitivo en planta de la vialidad, el cual consistirá únicamente en dar el nuevo alineamiento de las guarniciones en caso necesario, para dar uniformidad a la sección transversal. En caso de no requerirse, se mantendrá el alineamiento actual de las guarniciones existentes con mejoras de bajo costo en las intersecciones, como pueden ser carriles para vueltas izquierdas, radios de giro adecuados a los vehículos de proyecto, bahías para ascenso y descenso del transporte público, etc.

El plano de la planta contendrá el eje de trazo con los cadenamientos, las secciones y el cálculo de las curvas horizontales, etc.

La planta geométrica contendrá todos los elementos del trazo y los detalles constructivos del proyecto en planta, como son: anchura de los arroyos, número de carriles, banquetas, camellones, isletas, carriles para vueltas, remates de las fajas separadoras o isletas, datos de las curvas, radios de giro, etc. de acuerdo con los vehículos de proyecto, así como los cadenamientos y referencias de los puntos de inflexión y bancos de nivel.

B.2 Proyecto de rasantes.

Sobre el perfil del eje de trazo, dibujado a escala horizontal 1:1000 y vertical 1:100, se hará el proyecto de la rasante, el cual será proyectado a "pelo de tierra" de tal manera de mejorar la situación actual, eliminando deformaciones longitudinales en el pavimento, y mejorando el bombeo actual.

El diseño se hará tomando en consideración el espesor del pavimento de proyecto, los puntos obligados del proyecto en los cruces viales, los niveles de los sardineles, y la localización de coladeras para drenaje fluvial, en caso de que existan. Las pendientes longitudinales serán tales que permitan el fácil desalojo del agua fluvial y las curvas

verticales deberán tener una longitud que responda a la velocidad, vehículo de proyecto y visibilidad.

En el plano se incluirá el cálculo de volúmenes de terracerías y acarreo de materiales. El plano también deberá contener la representación esquemática del alineamiento horizontal con los datos de las curvas y tangentes.

El proyecto de la rasante se hará tanto para los ejes del tramo como para las calles transversales. Las ligas de rasantes de los cruces serán verificados para que no se presenten discontinuidades altimétricas en las uniones.

B.3 Proyecto de secciones de construcción.

Con los datos del proyecto de subrasante y rasante, sobre el plano de secciones transversales actuales se verificarán los espesores de corte y de terraplén y el espesor del pavimento, dibujando las secciones de construcción con las capas que conforman el cuerpo del pavimento.

Las secciones de construcción deberán contener las áreas de corte y terraplén, y se dibujarán en papel milimétrico a una escala horizontal y vertical 1:100.

B.4 Proyecto de señalamiento vial y semáforos.

Sobre un plano de la planta geométrica definitiva se elaborará el proyecto de señalamiento horizontal y vertical, indicando marcas en el pavimento, línea separadora de carriles, vialitas, pasos de peatones, ubicación, tipo, tamaño y leyenda de las señales, así como el detalle del señalamiento de intersecciones. Adicionalmente serán elaborados los catálogos de cantidades de obras para fines de concurso. El plano deberá incluir las normas y especificaciones para la fabricación e instalación de las señales.

En lo referente a semáforos se incluye el proyecto de los cruces semaforizados actuales y los propuestos, definiendo los ciclos óptimos, el reparto de fases, y la sincronización de semáforos. En caso de que no se justifique actualmente la semaforización, se analizará y determinará en que horizonte se requiere su instalación, y en caso de ser menor a 5 años se proyectará la obra civil de los cruces, sin interconexión longitudinal, con el fin de dejarlos previstos para cuando se requieran en el corto plazo.

B.5 Proyecto de drenaje.

Sobre una copia del plano de la planta de trazo se dibujará el proyecto de drenaje, de la vialidad, con base en la información obtenida y de acuerdo con el proyecto de rasantes. Se indicará la ubicación de coladeras, nivelación de brocales, y localización de descargas a la red de drenaje actual.

Se incluirán los detalles para la instalación de rejillas, descargas a la red, pozos de visita, etc. Se incluirán además las características y especificaciones de los materiales a utilizar, así como los procedimientos constructivos.

B.6 Proyecto de desvíos de tránsito.

Se deberá presentar el proyecto de desvíos de tránsito por la construcción de las obras de repavimentación, definiendo las vialidades alternas por donde se deberá encauzar el tránsito por etapas y por tramos, dependiendo los frentes de construcción.

B.7 Proyecto de alumbrado público.

Sobre una copia del plano de la planta de trazo se dibujará el proyecto de alumbrado público, con base en la información obtenida. Se hará el inventario de las instalaciones de alumbrado actual tanto de alta como de baja tensión.

El proyecto será realizado según el tipo de vialidad y en función del volumen de tránsito de proyecto. Se indicará la ubicación de postes, transformadores, cuadro de cargas, diagramas unifilares, sistema de control, etc. Se incluirán los detalles para la instalación de postes, registros, tuberías, etc. Se incluirán además las características y especificaciones de los materiales a utilizar, así como los procedimientos constructivos.

B.8 Proyecto de afectaciones.

En el caso de que se requiere realizar unas afectaciones a unas construcciones o a lotes baldíos sobre la vialidad en proyecto ya sea para darle continuidad a la misma, o bien para obtener el derecho de vía de un entronque se deberá hacer el proyecto de afectaciones, realizando las siguientes actividades:

- Se investigarán los propietarios de cada predio.
- Se levantarán los predios a afectar, determinando áreas tipo de construcción, número de niveles, estado de la construcción.
- Se determinará el área a afectar y su costo aproximado.
- Se entregará un plano general de afectaciones en papel reproducible, así como los planos individuales de cada predio afectado, a las escalas adecuadas.

B.9 Estudio de impacto ambiental.

Con el fin de determinar los efectos que pudiera tener sobre el entorno urbano la construcción de la vialidad y el puente vehicular será realizado el estudio de impacto ambiental considerando lo siguiente:

Será elaborado el documento denominado Manifestación de impacto ambiental, modalidad general, de acuerdo con al último instructivo publicado.

Se entregará un resumen ejecutivo del estudio de impacto ambiental en original y tres copias, de conformidad con las disposiciones del Instituto Nacional de Ecología de la SEDESOL. (SEDESOL, 2010)

C. Presupuesto de obra.

Se presentará el catálogo de conceptos y cantidades de obra para cada componente de proyecto. Se elaborará un presupuesto basado en las cantidades de obra y en los precios unitarios que deberán ser elaborados por el contratista, considerando los precios de los insumos de la localidad. Deberán presentarse a la dependencia contratante las tarjetas de análisis de precio unitario para su revisión y aprobación.

D. Normas y especificaciones de construcción.

Deberán indicarse a detalle las normas y especificaciones aplicadas para cada componente del proyecto, así como el procedimiento de construcción.

E. Programa-presupuesto.

Se determinará el tiempo para la ejecución del proyecto y con base en él, se hará la programación y presupuestación de actividades. El programa incluirá las actividades, destacando las etapas importantes y su secuencia operativa. Con base en este programa se definirán los montos estimados mes por mes durante su ejecución.

F. Memoria descriptiva del proyecto.

Para la elaboración del proyecto ejecutivo se deberán generar y entregar los siguientes documentos:

- Memoria Descriptiva del Proyecto.
- Memoria de Cálculo de cada componente del proyecto.

Esto último, conteniendo la información de campo, el análisis de la información, los esquemas de alternativas de solución, el cálculo, el diseño de los componentes del proyecto, los análisis de ventajas y desventajas de cada alternativa. Como mínimo se presentará la Memoria de Cálculo para:

- Proyecto en planta, rasante y secciones.
- Proyecto de señalamiento y semaforización.
- Proyecto de drenaje.
- Memoria de cálculo del presupuesto de obra (catálogo de conceptos).
- Estudio geotécnico, evaluación y diseño de pavimentos.
- Planos de señalamiento y semaforización.
- Planos de drenaje pluvial.
- Planos de la planta de trazo, perfiles, y secciones de construcción.

G. Documentos de licitación.

Con base en los formatos que indique la SEDESOL y con los resultados del proyecto ejecutivo se integrará el paquete de licitación de obra, conteniendo básicamente lo siguiente:

La convocatoria del concurso de obra con instrucciones precisas a los participantes, catálogo de conceptos, planos del proyecto, procedimientos constructivos, especificaciones técnicas, modelo del contrato y modelo de fianzas.

De igual forma se presentará una propuesta del programa de licitación de acuerdo con las indicaciones del municipio, de SEDESOL y de Banobras.

2.4. Periodo de ejecución.

Para la realización de los trabajos contenidos en estos alcances se fijará un periodo máximo en meses, contando los días destinados por la dependencia contratante para la revisión de los proyectos respectivos.

CAPÍTULO III

3 INFORME DEL INVENTARIO.

Para poder conocer la problemática en la vialidad y determinar posteriormente un diagnóstico sobre el tránsito y el transporte, se deberá realizar una serie de trabajos de campo que consistan básicamente en recopilar datos físicos y operacionales del tránsito vehicular urbano y de las vialidades por donde circulará dentro de la ciudad.

El plan de trabajo en general para la realización del estudio se presenta en la **Figura 3.1**, en la cual se establece el proceso metodológico del estudio y su inter-relación con sus diferentes partes durante el desarrollo del mismo.

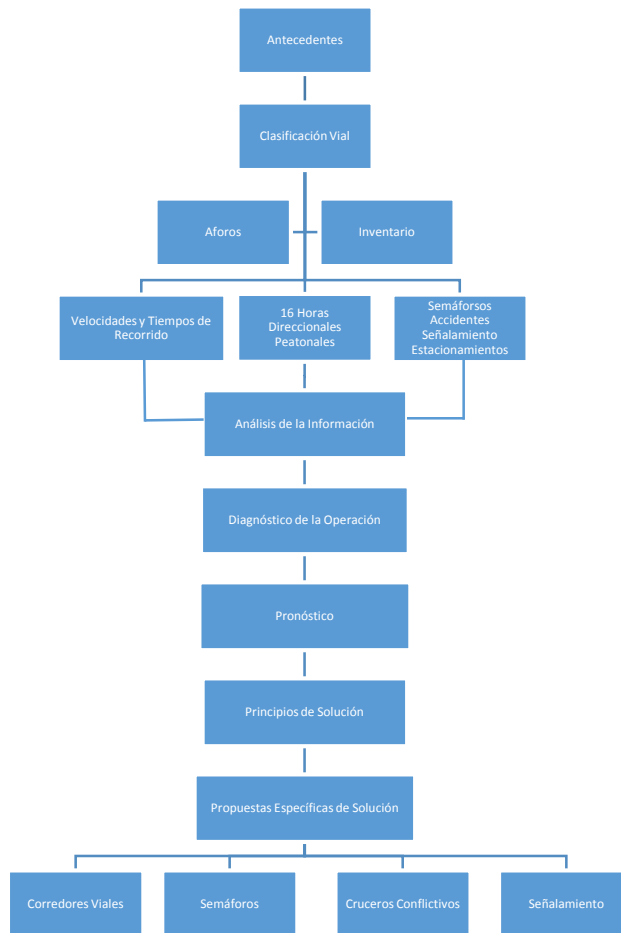
Para la realización del estudio será de vital importancia el conocimiento detallado de los antecedentes técnicos que pudieran tener incidencia directa en el proceso de desarrollo del estudio. De esta manera serán analizados los documentos existentes referentes a la vialidad y la operación del tránsito.

La información documental que se deberá obtener consistirá básicamente en lo que se indica a continuación:

- Planos de restitución a escala.
- Planos de INEGI a escala.
- Fotos aéreas a escala.
- Ubicación de cruceros semaforizados.
- Propuestas de cruceros a semaforizar.
- Programa de obras inmediatas.
- Programa de obras a futuro.
- Información estadística de INEGI.
 - Datos de población.
 - Parque vehicular.
 - Tasas de crecimiento.

Esta información deberá ordenarse en cada uno de los diferentes rubros que la integran, y se procederá a su análisis minucioso.

Figura 3.1 Proceso metodológico del estudio.



Fuente: Elaboración propia.

3.1. Aforos vehiculares y peatonales.

Actualmente el uso del vehículo automotor ha brindado grandes beneficios, tales como rapidez, comodidad y libertad de movimientos beneficiando a la comunidad y mejorando el nivel de vida.

Desde luego todo beneficio requiere de un costo y el precio que se tiene que pagar, resulta en ocasiones elevado; en consecuencia, así como proporciona grandes beneficios también es generador de grandes conflictos: congestionamiento, accidentes, problemas de estacionamiento, contaminación ambiental, etc.

Es por eso que antes de poder hacer cualquier intento para mejorar la vialidad de una localidad, es de vital importancia obtener primero los antecedentes que permitan establecer con precisión la ubicación y magnitud de los problemas. Esto se logrará

mediante el adecuado análisis, programa y ejecución de los estudios de tránsito. Los aforos son parte fundamental de los estudios de tránsito, se realizan para conocer el número de vehículos o peatones que circulan por un punto dado.

Los datos que se obtienen de los volúmenes de tránsito son de gran importancia para la evaluación del funcionamiento operacional de las arterias; y de esta forma detectar las intersecciones conflictivas, ya sea porque presenten altos volúmenes vehiculares o por deficiencias geométricas entre otras, esta información también permitirá calcular las fases en los cruceos así como la reprogramación de los semáforos ya instalados y por consiguiente su programación progresiva, etc. (CVT, 2014)

3.1.1. Estaciones maestras.

Como punto de partida, y con el fin de conocer el comportamiento del tránsito vehicular que circula por las vialidades, a lo largo del día, se deberá instalar estaciones maestras de aforo vehicular distribuidas estratégicamente dentro de la ciudad o el corredor de estudio. El uso de estas estaciones permitirá correlacionar los volúmenes registrados en estos puntos con los captados en las estaciones de aforo direccional de menor duración.

Para la ubicación precisa de estos puntos de control se recurrirá en primera instancia a un análisis preliminar del funcionamiento de la traza urbana de la ciudad, complementado con información proporcionada por habitantes y autoridades de la ciudad en estudio que permitan conocer hábitos y tendencias de movilidad vehicular dentro de la mancha urbana.

En las estaciones se realizarán aforos de 16 horas continuas (de 6:00 a 22:00 horas), durante tres días hábiles de la semana y uno de fin de semana, como se menciona en los puntos de conteo. En cada estación se clasificará el tránsito vehicular en: automóviles (A), autobuses (B) microbuses y/o van's (B*) y camiones (C), éstos últimos de acuerdo al número de ejes. En la **Tabla 3.1** se muestra la hoja de campo que se deberá utilizar para los aforos en estaciones maestras, siguiendo la clasificación vehicular establecida por la SCT.

Tabla 3.1 Hoja de campo para el aforo en estaciones maestras.

| AFORO VEHICULAR DE 16 HORAS. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|----------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|--------------------------------|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| ESTACION: SENTIDO: | | | | | | | | | | FECHA: DIRECCIÓN: | | | | | | | | |
| PERIODO | AUTOS | TRANSPORTE PUBLICO URBANO | | | | | | BUS FORANEO | TRANSPORTE DE CARGA (CAMIONES) | | | | | | | TOTAL | | |
| | | TAXI | OMBI/VAN | MICROBUS | URBANO | ROLEBUS | ETROBUS | | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | | C9 + | |
| 06:00-06:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06:15-06:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06:30-06:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06:45-07:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 07:00-07:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 07:15-07:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 07:30-07:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 07:45-08:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 08:00-08:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 08:15-08:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 08:30-08:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 08:45-09:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 09:00-09:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 09:15-09:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 09:30-09:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 09:45-10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10:00-10:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10:15-10:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10:30-10:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10:45-11:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11:00-11:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11:15-11:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11:30-11:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11:45-12:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12:00-12:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12:15-12:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12:30-12:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12:45-13:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13:00-13:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13:15-13:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13:30-13:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13:45-14:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14:00-14:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14:15-14:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14:30-14:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14:45-15:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15:00-15:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15:15-15:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15:30-15:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15:45-16:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16:00-16:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16:15-16:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16:30-16:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16:45-17:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17:00-17:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17:15-17:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17:30-17:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17:45-18:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18:00-18:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18:15-18:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18:30-18:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18:45-19:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19:00-19:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19:15-19:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19:30-19:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19:45-20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20:00-20:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20:15-20:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20:30-20:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20:45-21:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21:00-21:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21:15-21:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21:30-21:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21:45-22:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

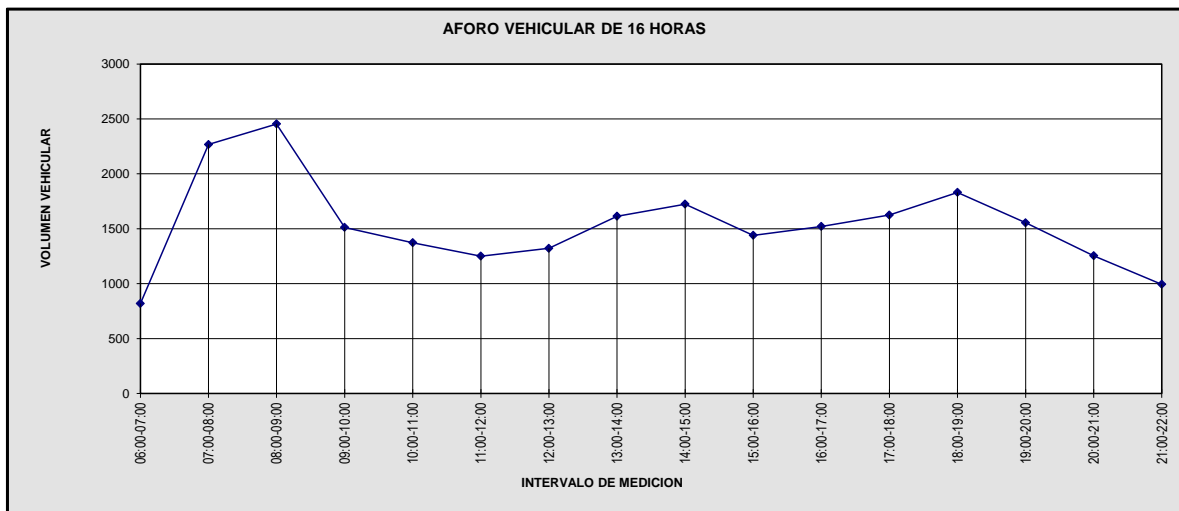
Fuente: Consultores en Vialidad y Transporte.

En los cuadros de resumen se observará el número de vehículos que pasan por sentido en cada estación, de acuerdo a su clasificación en períodos de 60 minutos permitiendo cortes

de conteo cada 15 min. En la parte inferior de cada cuadro se tiene el total de vehículos aforados por hora y el global durante las 16 horas.

Los resultados obtenidos del aforo de la Estación Maestra (**EM-01**) se mostrarán como se indica en la **Figura 3.2** indicando la variación horaria vehicular durante el periodo aforado en los sentidos de circulación. De manera de ejemplo se tomaron los datos de la intersección entre Periférico Ecológico y Boulevard Valsequillo, tomados en un día entre semana.

Figura 3.2 Variación horaria vehicular sentido Oriente – Poniente.

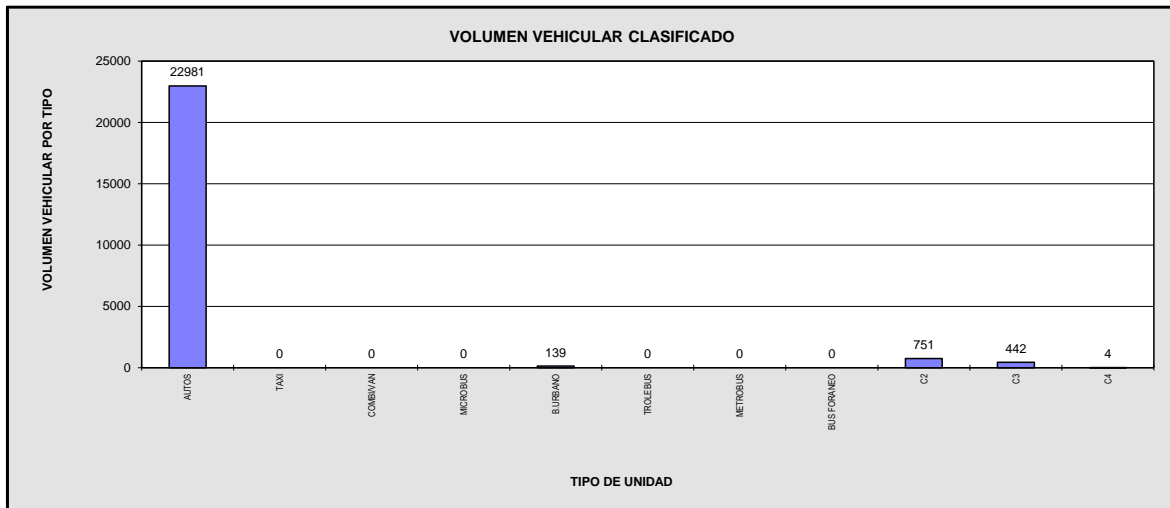


Fuente: Consultores en Vialidad y Transporte.

A continuación se describirá este estudio y se mostrará los principales resultados obtenidos.

La gráfica mostrará para este sentido los tres periodos picos del día, el más pronunciado correspondiente al turno de la mañana el horario del medio y en la tarde. En total se registrará el total de vehículos los mismos en subclases como son autos y taxis, vehículos de transporte público urbano (Microbuses, Trolebuses, MetroBuses y autobuses) y camiones de carga, como se indica en la **Figura 3.3**.

Figura 3.3 Composición por tipo de vehículo.



Fuente: Consultores en Vialidad y Transporte.

3.1.2. Aforos direccionales.

La realización de aforos direccionales en los estudios de tránsito nos permite conocer el volumen vehicular que circula por una intersección, especificando el número de vehículos que da vuelta a la derecha o a la izquierda, así como los vehículos que seguirán de frente. Se tomará en cuenta la clase de vehículos que se está aforando para conocer la composición de tránsito vehicular.

Una vez definida la variación de la demanda vehicular a través de las horas del día y las HMD en las diferentes zonas de la ciudad, se procederá a realizar los aforos direccionales en las intersecciones viales más importantes distribuidas en toda la zona de estudio.

Estos aforos serán realizados con una duración de 3 horas en cada uno de los tres periodos de máxima demanda del día, es decir AM, MEDIODIA y PM. El aforo direccional se hará con clasificación vehicular, registrando como “A” los automóviles chicos, tanto particulares como de transporte público (taxis, combis, pik-up, y vehículos compactos); como “B” los autobuses de servicio público o particular y los microbuses; y finalmente, como tipo “C” los vehículos destinados al transporte de carga, siempre que tuvieran más de dos ejes. La **Tabla 3.2** indica el formato que se deberá utilizar:

Tabla 3.2 Aforos direccionales.

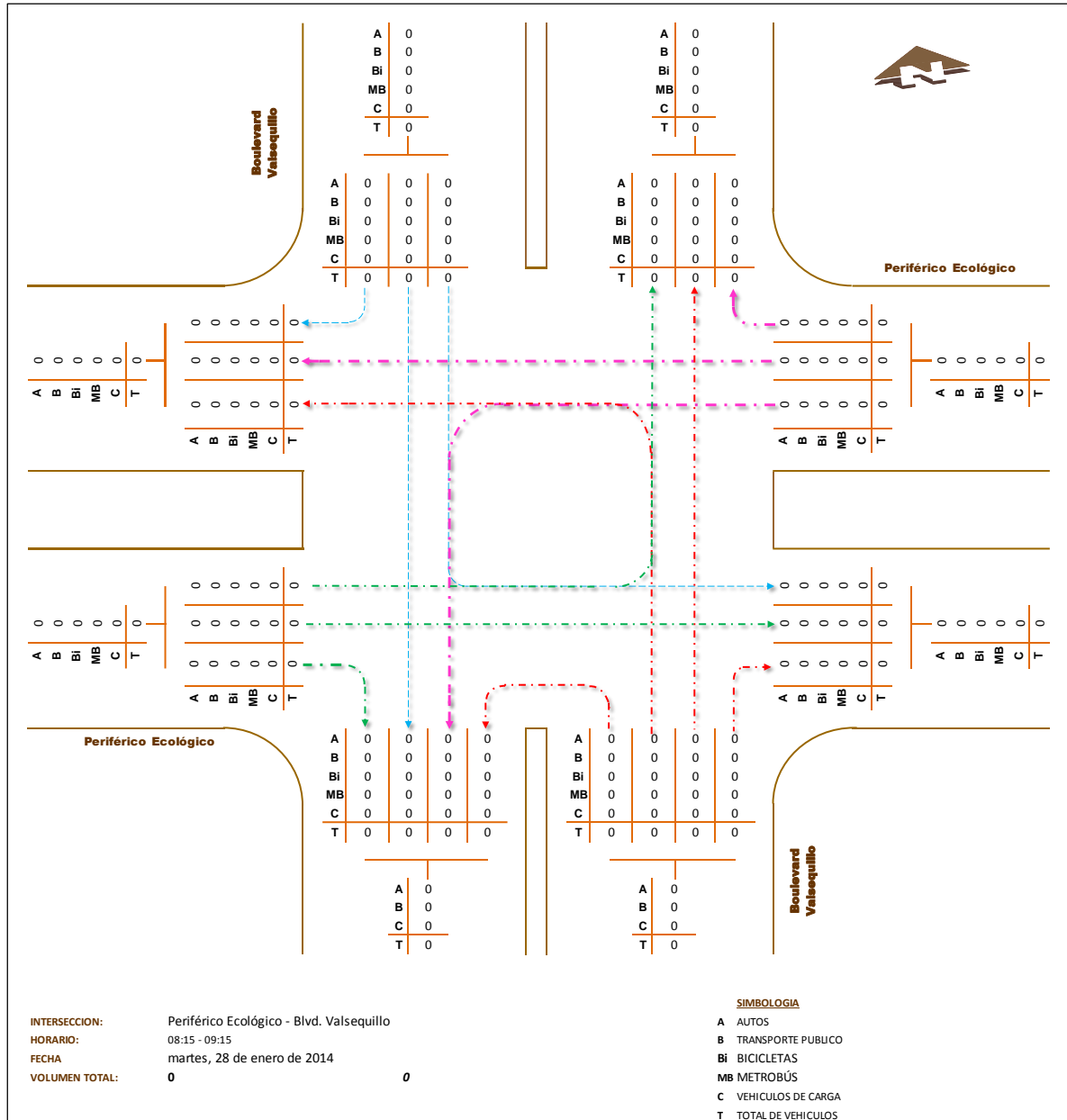
| Estudio: | | Fecha: | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|---------------------------|-----------|----------|------------|----|----------------|--------------------------------|----|----|--------|------|---|---|
| Intersección: | | NOMBRE DE LA INTERSECCIÓN | | | | | | | | | | | | |
| Clave: | | AD - | | | | | | | | | | | | |
| Período AM: | | 7:00 | a | 10:00 | | | | | | | | | | |
| Período MD: | | 12:00 | a | 15:00 | | | | | | | | | | |
| Período PM: | | 17:00 | a | 20:00 | | | | | | | | | | |
| Movimiento | | 1A-3A | | | | | | | | | | | | |
| Período | Autos | TRANSPORTE PÚBLICO | | | | | Foráneo Bus | Transporte de Carga (Camiones) | | | | | | |
| | | Trolebus | Combi/Van | Microbus | Bus Urbano | C2 | | C3 | C4 | C5 | C6 o + | Bici | | |
| 7:00 | 7:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7:15 | 7:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7:30 | 7:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7:45 | 8:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8:00 | 8:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8:15 | 8:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8:30 | 8:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8:45 | 9:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9:00 | 9:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9:15 | 9:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9:30 | 9:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9:45 | 10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12:00 | 12:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12:15 | 12:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12:30 | 12:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12:45 | 13:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13:00 | 13:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13:15 | 13:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13:30 | 13:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13:45 | 14:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14:00 | 14:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14:15 | 14:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14:30 | 14:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14:45 | 15:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17:00 | 17:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17:15 | 17:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17:30 | 17:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17:45 | 18:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18:00 | 18:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18:15 | 18:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18:30 | 18:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18:45 | 19:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19:00 | 19:15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19:15 | 19:30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19:30 | 19:45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19:45 | 20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Consultores en Vialidad y Transporte.

Cada cruce será aforado como mínimo 3 horas (durante las de máxima demanda correspondientes a los periodos matutino, mediodía y vespertino). El resumen del aforo direccional de cada intersección, se presenta en los cuadros “RESUMENES DE AFOROS

DIRECCIONALES”. En la **Tabla 3.3** se indica a manera de ejemplo el resumen direccional de la intersección formada por Periférico Ecológico y Blvd. Valsequillo.

Tabla 3.3 Resúmenes direccionales.



Fuente: Consultores en Vialidad y Transporte.

3.1.3. Aforos peatonales.

Para conocer la interacción entre peatones y el flujo vehicular en la zona de estudio será necesario efectuar recuentos de peatones en las principales intersecciones donde se

observe la mayor concentración de flujos peatonales en diferentes puntos de la ciudad. Estos aforos serán realizados durante una hora en los periodos de mayor demanda detectados por las estaciones maestras ya sean de la mañana o de la tarde.

El aforo consistirá en un conteo de los peatones que circulan en las aceras de las principales intersecciones estudiadas, separando los movimientos peatonales por sentido de circulación, y señalado la acera en donde se realizan los movimientos peatonales. En la **Figura 3.4** se indica el formato que se empleará para el aforo peatonal.

Figura 3.4 Formato aforo peatonal.

**CONTEO DE CAMPO
PEATONES**

VIALIDAD: _____ FECHA: _____
CRUCE: _____ DIA DE LA SEMANA: _____
CONDICIONES ATMOSFERICAS: _____ PERIODO: DE _____ A _____

INDICAR
NORTE

AFORADOR: _____
SUPERVISOR: _____

Fuente: Consultores en Vialidad y Transporte.

A continuación se vaciará los datos por acceso según se indica en la **Tabla 3.4** para su posterior análisis.

Tabla 3.4 Formato para aforo peatonal.

| ID | INTERSECCIÓN | NORTE | | SUR | | ORIENTE | | PONIENTE | | PEATONES TOTALES |
|-------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------------------|
| | | OTE-PTE | PTE-OTE | OTE-PTE | PTE-OTE | NTE-SUR | SUR-NTE | NTE-SUR | SUR-NTE | |
| AP-01 | | | | | | | | | | |
| AP-02 | | | | | | | | | | |
| AP-03 | | | | | | | | | | |
| AP-04 | | | | | | | | | | |
| AP-05 | | | | | | | | | | |
| AP-06 | | | | | | | | | | |
| AP-07 | | | | | | | | | | |
| AP-08 | | | | | | | | | | |
| AP-09 | | | | | | | | | | |
| AP-10 | | | | | | | | | | |

Fuente: Consultores en Vialidad y Transporte.

3.1.4. Aforos por muestreo.

Para integrar el mapa de volúmenes de tránsito en la zona de estudio y evaluar la distribución de los volúmenes vehiculares en las intersecciones primarias y secundarias en donde no se efectuaran las mediciones de tránsito, será necesario complementar la información de las estaciones de conteo, por medio de aforos de muestreo de corta duración, que permitieran evaluar el comportamiento de la distribución de los volúmenes vehiculares de la zona de estudio.

Para ello se propondrá realizar aforos clasificados, mediante muestreos de una hora de duración. Estas mediciones se realizarán durante alguno de los periodos de máxima demanda detectados con anterioridad, en las intersecciones principales y secundarias que presentan cierta relevancia en la operación del tránsito, y de esta forma complementar la distribución del mapa de volúmenes vehiculares.

3.2. Velocidades, tiempos de recorrido y demoras.

Los propósitos del estudio de tiempos de recorrido y demoras, son evaluar la calidad de 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 de velocidades de recorrido será realizado en las principales avenidas y tramos de corredores que por su importancia inciden en la movilidad urbana de la ciudad, con el

fin de conocer los tiempos empleados actualmente por los usuarios para circular por la zona en estudio. En este rubro se identificarán 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 cada vialidad se ubicarán puntos de control en tramos donde pudiese variar la velocidad a fin de tener tramos con comportamientos homogéneos. (Cal y Mayor, 2007)

Para obtener un promedio de las velocidades de operación del tránsito vehicular en la red primaria de la ciudad, se realizarán recorridos en cada uno de los periodos de máxima demanda así como en los periodos valle, en por lo menos 30 km de vialidad.

Tabla 3.5 Formato de velocidades y tiempos de recorrido.

| ESTUDIO DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y DEMORAS TÉCNICA DEL VEHÍCULO FLOTANTE | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|------------------|----------------------------|---------------------|----------------|---------|
| CORREDOR: | | | | | | | | | | | | No. RECORRIDO: | - |
| TRAMO: | | | | | | | | | | | | HORA INICIO: | 0.00.00 |
| FECHA: | | | | | | | | | | | | HORA TERMINO: | 0.00.00 |
| ID | 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) | | |
| 01 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0: 0 : 0 | 0: 0 : 0 | | SS | 0: 0 : 0 | 0,0 | | |
| 02 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0: 0 : 0 | 0: 0 : 0 | | | 0: 0 : 0 | 0,0 | | |
| 03 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0: 0 : 0 | 0: 0 : 0 | | SS | 0: 0 : 0 | 0,0 | | |
| 04 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0: 0 : 0 | 0: 0 : 0 | | SS | 0: 0 : 0 | 0,0 | | |
| 05 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0: 0 : 0 | 0: 0 : 0 | | SS | 0: 0 : 0 | 0,0 | | |
| 06 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0: 0 : 0 | 0: 0 : 0 | | SS | 0: 0 : 0 | 0,0 | | |
| 07 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0: 0 : 0 | 0: 0 : 0 | | SS | 0: 0 : 0 | 0,0 | | |
| 08 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0: 0 : 0 | 0: 0 : 0 | | SS | 0: 0 : 0 | 0,0 | | |
| TOTAL | | | | | 0,0 | | | 0 | | | 0,0 | | |
| DISTANCIA TOTAL : | | | 0,0 km. | | | AC= Accidente | | SA= Señal de Alto | | VI= Vuelta Izquierda | | | |
| DEMORA TOTAL: | | | 0,00 min. | | | PE= Peatonos | | SS= Semáforo | | A= Ascenso y Descenso | | | |
| VEL. PROMEDIO: | | | 0,0 km/h | | | M= Maniobras | | TL= Tráfico Lento | | C= Pago en Caseta de Cuota | | | |
| TIEMPO DE VIAJE: | | | 0:00:00 hrs. | | | RP= Revisión Policial | | CT= Cruce de Tren | | ZO= Zona de Obra | | | |

Fuente: Consultores en Vialidad y Transporte.

Los resultados obtenidos para cada vialidad se presentarán en forma detallada en formatos como lo detalla la **Tabla 3.5** “VELOCIDADES Y TIEMPOS DE RECORRIDOS”. En

estos se calculará la velocidad para cada tramo de cada recorrido, así como la velocidad promedio para cada vialidad, tanto en horas pico como en horas valle, además se presentarán en forma desglosada las velocidades por tramo y subtramo en horas pico y horas valle.

En este plano se observará los tramos que operan con menor velocidad y se tendrán que analizar su ubicación y las causas que generan las demoras.

Por otro lado, en los mismos recorridos realizados en horas pico y horas valle, se registrarán las demoras, tanto por su tipo como por su duración para cada vialidad, entendiéndose por demora a aquellas ocasiones en donde el vehículo se ve forzado a detenerse, o circula a velocidades substancialmente bajas, es decir a vuelta de rueda. (CVT, 2014)

3.3. Estudio de estacionamientos.

3.3.1. Estacionamiento en la zona centro.

La concentración de actividades en el centro de las ciudades ha dado como resultado una serie de conflictos; circulación lenta, falta de lugares para estacionarse entre otros.

Esta situación se agudiza debido a que el usuario pretende dejar su auto exactamente en el lugar de su destino, aunque esto signifique obstruir el paso en la vía pública al dejarlo en doble fila o en lugares prohibidos. Uno de los elementos que condiciona significativamente la operación del sistema del tránsito son los malos hábitos del conductor al realizar estas maniobras en la vía pública, principal causante de las bajas velocidades de circulación y la disminución de la capacidad de las vialidades.

La prohibición de estacionarse se realiza mediante señales de tránsito y a través de la vigilancia de la policía. El estacionamiento en la vía pública se da de cuatro maneras: la primera, que es totalmente libre, en la segunda se utiliza el parquímetro que regula la permanencia por medio de la cuota, la tercera para zonas exclusivas de acuerdo al uso de suelo cercano a la vía y la última para zonas donde esta maniobra está prohibida.

Para realizar el estudio de estacionamiento se deberá realizar el inventario de las condiciones del estacionamiento, en la parte central de la ciudad, delimitando la zona de estudio por calles tomando el Norte como referencia de orientación.

Además y como complemento a estos trabajos, se es importante realizar un estudio de placas que permita la evaluación del número de cajones ocupados por hora y de esta forma cuantificar la oferta horaria de los estacionamientos en el centro urbano.

El estudio de estacionamientos no solo se limitará a su estudio en la zona centro, también se realizarán estudios similares en los estacionamientos más representativos ubicados fuera del área central que fuesen más representativos de la ciudad y poder observar las tendencias de concentración vehicular en estos puntos.

Se deberá determinar la oferta actual, así como la demanda instantánea medida en el momento de hacer el inventario, tanto en la vialidad como fuera de ella. Esto permitirá, mediante los análisis correspondientes conocer la demanda generada por los usuarios de las vialidades en estudio, y se observará si la capacidad de la oferta es suficiente para satisfacer dicha demanda.

Los estudios de estacionamientos permitirán obtener específicamente información referente a:

Número y ubicación de los espacios de estacionamiento permitido, su ocupación y la rotación durante un periodo continuo de 8 horas, incluyendo los periodos de máxima demanda y tarifas de estacionamiento.

Se debe realizar una encuesta de opinión a los usuarios donde se identificarán los orígenes y destinos, así como los propósitos de viaje de los usuarios, que permitieran evaluar las tendencias y hábitos del usuario respecto al uso de cajones para estacionamiento.

Esta encuesta se deberá aplicar en dos o tres puntos estratégicos de la zona centro. Esta se aplicará a usuarios de estacionamiento en la vía pública en el momento de estacionarse o de abandonar el cajón de estacionamiento empleado, con la finalidad de obtener datos veraces de la situación que prevalece actualmente en la ciudad. Se realizará una aplicación de 100 encuestas en cada una de las zonas.

Previamente se presentará a las autoridades pertinentes y a las del Municipio el plan de trabajo, para la realización de la encuesta de opinión, así como el formato de la encuesta para sus comentarios y aprobación. En la **Tabla 3.6** se muestra el formato para realizar la encuesta de opinión de estacionamientos que serán aplicadas para su consenso.

Tabla 3.6 Formato de encuesta de opinión para usuarios de estacionamiento.

| ENTREVISTA EN ESTACIONAMIENTOS | | | | | | | |
|--------------------------------|---|--------------------|--|--|--|--|----------------------------------|
| Ciudad: _____ | | | | Lugar de Encuesta: _____ | | | |
| Fecha: _____ | | | | Encuestador: _____ | | | |
| No. Encuesta | Tipo de vehículo A=Auto B=Bus C=Camión | Tiempo Estacionado | Propósito 1.- Trabajo 2.- Compras 3.- Negocios 4.- Otros | Distancia a pie para llegar a su destino | ¿Qué opina del Servicio? A=Bueno R=Regular M=Maló | Frecuencia D=Diario S= 2 a 3 x Sem. M=2 a 3 x Mes | ¿Por qué usa el estacionamiento? |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |

Fuente: Consultores en Vialidad y Transporte.

3.3.1.1 Oferta y Demanda de Estacionamientos en la vía pública.

La oferta está constituida por los espacios en la calle donde se permite el estacionamiento, por los espacios contabilizados en los estacionamientos públicos localizados y por los espacios controlados por parquímetro. Por medio de recorridos se determinarán las condiciones de estacionamiento en general en las áreas consideradas como las más representativas y que están comprendidas en la zona de estudio.

En los lugares que están permitidos el estacionamiento se obtendrá el número de cajones por acera y por manzana. El estacionamiento en la ciudad se da generalmente en cordón. Las condiciones de estacionamiento en la vía pública y fuera de ella se registrarán como se muestra en la **Tabla 3.7**.

Tabla 3.7 Tipo y número de cajones de estacionamientos.

| Tipo de Estacionamiento | Número de Cajones |
|-------------------------|-------------------|
| Libre | |
| Con parquímetro | |
| Privado | |
| Prohibido | |
| Cuota Cuenta | |

Fuente: Elaboración Propia.

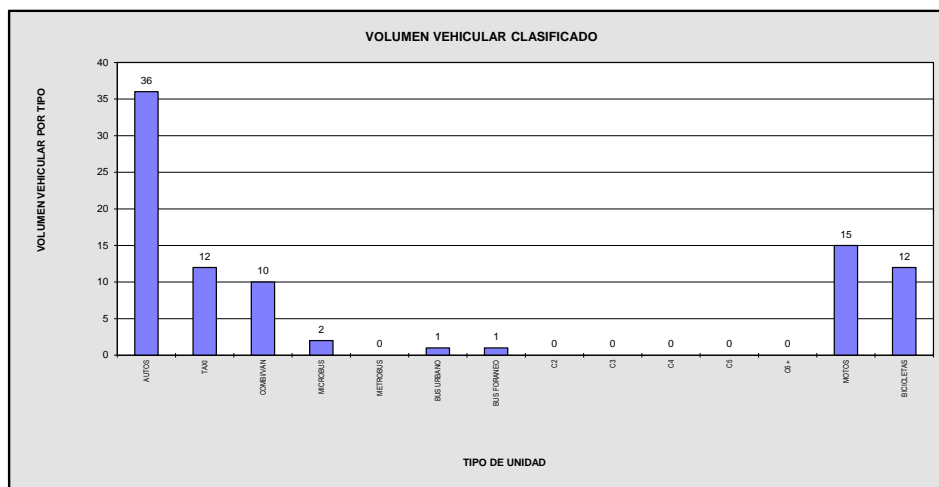
La demanda sobre la vía pública está constituida por los vehículos que se encuentran estacionados en la calle en el momento en que se realiza el estudio. La demanda se determinará en las horas de mayor concentración de vehículos en la zona centro. El estudio consistirá en contar el número de vehículos estacionados en la hora pico. En los recorridos durante el desarrollo del estudio se realizarán vehículos estacionados en lugares prohibidos, sobre las aceras en doble fila etc.

Una vez terminados los recorridos en la vía pública, la información se clasificará y ordenará según:

- Estacionamientos en lugares libres.
- Vehículos en zonas exclusivas (Taxis).
- Estacionados en doble fila.
- Estacionados sobre banquetas.
- En zonas prohibidas (por señal restrictiva o por circunstancias de vialidad).
- En estacionamiento controlado por parquímetro.
- Vehículos en estacionamiento privado (oficinas, bancos, comercios, etc.).
- En estacionamiento público de cuota.

Como se indica en la **Figura 3.5** se deberá ilustrar en forma detallada la variación horaria de la ocupación de los cajones de estacionamiento en la zona de estudio del centro urbano con la finalidad de obtener la hora de máxima demanda.

Figura 3.5 Variación horaria de la ocupación de cajones de estacionamiento.



Fuente: Consultores en Vialidad y Transporte.

3.1.1.2 Rotación en la zona Centro.

Es de gran utilidad el realizar el estudio de rotación de estacionamiento, ya que nos señala los hábitos y tendencias del usuario, al efectuar la maniobra de estacionamiento, indicando las aceras en donde es mayor la demanda del servicio. Es importante conocer el tiempo que cada vehículo permanece estacionado y el número de veces que los cajones son utilizados durante el día en la zona en estudio para poder instrumentar las medidas puntuales que regulen la utilización racional de estos espacios en zonas de alta concentración vehicular. Entre las medidas que se pueden utilizar para agilizar la vialidad está el crear nuevos espacios para estacionarse habilitando lotes baldíos para ese uso, restringir la maniobra de estacionamiento; en horarios determinados, o definitivamente prohibir el estacionamiento, cada una de estas acciones obedece a las características particulares de operación de la vialidad en estudio, y su instrumentación dependerá del problema específico que presente el tramo analizado.

El método recomendado para realizar el estudio es el de registro del número de placa. El método consiste en anotar el número de matrícula del vehículo estacionado en una acera y transcurridos 30 minutos repetir el recuento; esto se hace durante un lapso de 8 horas y de esta forma establecer la permanencia de los vehículos estacionados. El objetivo principal es el de determinar el índice de rotación, que se define como el número promedio de vehículos estacionados durante el día entre el número de cajones disponibles.

Los resultados obtenidos en cada una de estas 4 áreas se presentarán como se indica en la **Tabla 3.8** en donde aparece el área en estudio, la capacidad o número de cajones disponibles, el número de vehículos que utilizaron los cajones durante el tiempo en que duró el estudio, y el índice de rotación obtenido para cada área o sección.

Tabla 3.8 Estudio de rotación de estacionamiento en la zona centro.

| ESTACIONAMIENTO DE LA ZONA CENTRO ESTUDIO DE OFERTA Y DEMANDA DE ESTACIONAMIENTO ÍNDICE DE ROTACIÓN | | | |
|---|-----------|-------------------------|-----------------------|
| Área o Zona | Capacidad | Vehículos Observados | Índice de Rotación |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Índice Global de Rotación: | | | |

Fuente: Consultores en Vialidad y Transporte.

Al final del cuadro en la parte inferior aparece el total de vehículos que entraron y la rotación promedio durante las 8 horas, que de durará el estudio.

En resumen las características operativas de las áreas de estacionamiento estudiadas se presentarán en función de:

- a. Estacionamiento con mayor índice de rotación durante las 8 horas de duración del estudio.
- b. Estacionamiento que presentó el menor índice de rotación promedio.
- c. El período en el que más vehículos entran a los estacionamientos.
- d. La hora en que permanecen más vehículos estacionados.
- e. El periodo en que llegan a salir más vehículos.

3.3.2. Estacionamiento fuera de la vía pública.

Es importante considerar los estacionamientos estudiados fuera del centro urbano que se tenga, ya sea en el Centro Comerciales, plazas, hospitales entre otros.

El levantamiento de información referente a los estacionamientos que se han mencionado y que operan actualmente servirá de indicativo para realizar un balance de la oferta en relación a la demanda lo cual dará como resultado que los usuarios dispongan o no de este servicio. **(Anexo 2)**

3.4. Dispositivos de control.

3.4.1. Señalamiento vertical y horizontal.

Para poder hacer un análisis de los dispositivos de control del tránsito, se harán recorridos en vehículo sobre las principales vialidades de la red vial, en los cuales se observará el señalamiento: restrictivo, informativo y de servicios, así como sus condiciones físicas y cantidades de cada una de ellas. En cuanto a la pintura en el pavimento se observarán sus condiciones de visibilidad.

Como resultado de los recorridos efectuados, se observará que el señalamiento existente es bueno, regular, deficiente o bien no cumple con las funciones con que fue concebido, esto ocasionará problemas de tránsito y confundirá al usuario. Entre los principales problemas que suelen detectarse se encuentran: que mucho del señalamiento existente se encuentra sucio y con problemas de visibilidad, oxidados y deformados. De manera de ejemplo en el **Anexo 3** indica el inventario de señalamiento llevado a cabo en la intersección entre Periférico Ecológico y Blvd. Valsequillo, con un radio de 300 metros.

3.4.2. Inventario de semáforos.

Como parte de los trabajos de campo, se deberá realizar un inventario físico, de los cruceros semaforizados que están operando actualmente, los trabajos abarcarán el levantamiento de los ciclos y fases, el inventario también incluye la ubicación detallada de los semáforos que regulan cada uno de los accesos de la intersección, así como la ubicación del poste del controlador general. (**Anexo 4**)

3.5. Inventario de la vialidad.

3.5.1. Clasificación de la red vial.

La estructura vial de la zona en estudio, generalmente estará determinada por los diferentes tipos de vías que la integran, por la forma que estas vías se asocian para formar redes, y por la manera que se combinan o conectan para comunicar las diferentes áreas a un nivel más regional.

Con el fin de tener una red vial básica para el estudio se debe realizar un análisis de la red actual, definiendo los criterios de clasificación y jerarquización vial. Con base en la

información obtenida en los antecedentes investigados y complementados con los recorridos de campo de la zona en estudio, se realizará una clasificación vial preliminar estableciendo una jerarquía entre las calles que forman la red vial.

Para ello se establecerá una clasificación vial definiendo las funciones específicas de cada una de las partes que componen el sistema vial de la ciudad, ya sea de tipo urbano o suburbano. Esta clasificación es de tipo operacional y tiene como objetivo fijar las funciones propias de cada una de las vías, de manera que satisfagan las necesidades de movilidad urbana. (R. Cal y Mayor, 2007)

3.5.1.1 Vialidad regional.

Son vialidades provistas para el tránsito directo y continuo, y comunican la zona de estudio con las ciudades circunvecinas y tienen las siguientes características:

- No permiten el acceso directo a propiedades.
- Pueden ser parte de la red federal o estatal.
- Aun cuando forman parte de la vialidad urbana, atienden básicamente a flujos de paso.
- Pueden ser de dos o cuatro carriles, con o sin separador central.
- Por sus características geométricas permiten velocidades de 80 km/hora o mayores.

3.5.1.2 Vialidad primaria.

Estas vialidades se hayan localizadas principalmente en zona urbana, en donde conducen tránsito de mediano y largo recorrido dentro del área de estudio.

- Tienen como función principal articular los movimientos internos del área urbana, por lo que circulan por ella volúmenes de tránsito importantes.
- Conectan los principales centros generadores y atractores de viajes y distribuyen el tránsito a las vialidades regionales.
- Está constituida generalmente por arroyos de dos o más carriles por sentido.
- Poseen continuidad en su sección transversal como en su longitud.
- Permiten velocidades de 60 a 80 km/hora.

- Cuenta con intersecciones a nivel controladas por semáforos.

3.5.1.3 Vialidad secundaria.

Vialidad en zona urbana, colectoras y distribuidoras del tránsito, proporciona acceso a las propiedades y conecta las vialidades primarias entre sí.

- Permiten una velocidad de circulación baja entre 40 y 60 km/hora.
- Pueden alojar espacios para estacionamiento.
- Alojan las rutas de transporte público.

3.5.1.4 Vialidad local.

Vialidad que tiene como función principal el dar acceso a las propiedades y conectar las vialidades colectoras entre sí.

- Permiten velocidades menores de 40 km/hora.
- Por sus características geométricas y del pavimento se tienen desde calles adoquinadas, empedradas, pavimentadas con presencia de topes para control de velocidades.
- Las secciones transversales son de dos carriles generalmente, en doble sentido de circulación.
- En estas calles no circula transporte público.
- Alojan espacios de estacionamiento.

3.5.2. Levantamiento de intersecciones.

Una vez establecida la clasificación vial se deberá definir la red vial primaria básica del área de estudio, identificando las calles y asignándoles su categoría correspondiente. Se harán visitas y recorridos de dicha vialidad para corroborar la categoría asignada a cada vialidad, así como para la recopilación de datos. En un plano a la escala más conveniente se dibujará la clasificación vial y a partir de este conocimiento se podrá establecer las condiciones actuales de jerarquización e instrumentar el señalamiento vial a un nivel regional.

Se deberá realizar levantamientos a cinta en aproximadamente 20 intersecciones primarias y 10 secundarias que sean consideradas como las más importantes de la red vial. (CVT, 2014)

Los levantamientos con cinta se efectuarán en intersecciones que operan actualmente con semáforos y otras más que por su complejidad así lo requieren. Estos levantamientos incluirán los siguientes aspectos:

- Planimetría de la intersección.
- Señalamiento horizontal y vertical.
- Inventario de semáforos y su programación.
- Descripción de los movimientos vehiculares.
- Mobiliario urbano.
- Estado físico del pavimento.
- Ancho y número de carriles.
- Ubicación de las zonas de estacionamiento dentro de la intersección.

3.5.3. Levantamiento de corredores.

A fin de tener información de las secciones transversales de los principales corredores viales, se realizarán levantamientos de secciones en cada tramo homogéneo del corredor en estudio, hasta completar tramos de casi 20 km. Estas secciones se levantarán a cinta, haciéndose mediciones en secciones transversales que ostensiblemente presentaban alguna variación en su sección, indicándose los anchos de aceras y de arroyos, así como la anchura de carriles cuando exista señalamiento horizontal que permita definir este parámetro. Para el caso de corredores viales se registrará el ancho de la sección transversal total, el número de carriles con que cuentan las vialidades en general. (CVT, 2014)

Se realizará un recorrido e inventario sobre las vialidades, marcando sobre el plano el señalamiento horizontal y vertical existente, indicando el tipo de señal, ubicación y el estado en que se encontraron.

Previendo las posibles modificaciones geométricas en las intersecciones de las vialidades se dibujará en un croquis tamaño carta los cambios en secciones transversales, incluyendo las isletas y/o camellones susceptibles de alguna adecuación geométrica.

3.5.4. Condiciones del pavimento.

Mediante los recorridos a las vialidades en estudio, se registrarán las condiciones del pavimento actual. Hay que mencionar que al hacer el levantamiento de las secciones transversales de las vialidades o intersecciones, se considerarán las condiciones del pavimento actual detectando las fallas de la estructura a fin de proponer su rehabilitación.

3.6. Inventario de sentidos de circulación.

3.6.1. Sentidos de circulación.

Esta actividad se realizará mediante recorridos de la red vial, registrando los sentidos del tránsito indicados por el señalamiento existente en el momento de hacer los recorridos. En los sitios donde no existía el señalamiento se observará el funcionamiento de la calle, anotándose el sentido en el cual se desplaza el tránsito.

CAPÍTULO IV

4 DIAGNÓSTICO Y PRONÓSTICO.

El objetivo de este informe es la presentación del diagnóstico integral de la vialidad y el tránsito como parte del Estudio de Movilidad Urbana. El diagnóstico está orientado a determinar la magnitud y naturaleza de la problemática del sistema vial, identificando las causas físicas y operativas que están originando la actual operación del tránsito.

Se inicia con un análisis a través de una visión global de la zona en estudio describiendo las condiciones de la infraestructura vial, así como las condiciones físicas en las que se encuentra el pavimento.

El diagnóstico de la vialidad y el tránsito incluye tanto los elementos del tránsito como son el peatón, el ciclista, transporte público, transporte de carga y finalmente al vehículo privado, así como los dispositivos del control de tránsito. Asimismo dentro del estudio se deberá determinar los elementos que inciden directamente en la disminución de la capacidad de las vialidades, como es el estacionamiento en la vía pública y las paradas de autobuses.

Dentro de los objetivos que se pretenden cumplir con el desarrollo de un estudio de este tipo están: el de mejorar el nivel de vida de los habitantes de la Ciudad o Estado en análisis, mediante un desarrollo equilibrado y armónico de la estructura vial actual; y establecer las medidas necesarias que propicien el crecimiento urbano de la ciudad por medio de obras programadas de vialidad, infraestructura y equipamiento que permitan el máximo aprovechamiento del uso de suelo actual donde el pilar fundamental será el peatón y ciclista. Esto se logrará en la medida en que la infraestructura vial propicie y facilite la integración entre zonas habitacionales, centros de servicio y áreas de trabajo.

Para alcanzar los objetivos antes mencionados se plantea la siguiente estrategia de acciones:

1. **Fortalecer** la interrelación de las funciones urbanas de la localidad, regulando su crecimiento con base en una traza reticular propuesta, apoyada en la existente, y a

la estructura vial que proporcione la integración y establezca la continuidad de las vialidades con el actual centro urbano.

2. **Reestructurar y jerarquizar** las vialidades para lograr una estructura vial que organice y comunique satisfactoriamente los diferentes usos y destinos del suelo, así como el desplazamiento de personas y bienes.
3. **Ampliar** la cobertura de acuerdo a los planes de desarrollo de la ciudad, conforme a las diferentes etapas y horizontes de crecimiento propuesto.
4. **Fomentar** el equilibrio ecológico, sustentable en la armonía con los objetivos de infraestructura y equipamiento urbano.

Partiendo de esta base y conociendo que para cualquier proyecto de ingeniería de tránsito, la información de campo es fundamental puesto que una omisión, una distorsión o una mala interpretación traerán como consecuencia una planeación fuera de la realidad que no solucionará las necesidades de una manera eficaz. Se deberá cuidar que la información obtenida en campo sea lo más amplia y precisa posible para reflejar claramente los conflictos que padece la ciudad que se esté estudiando.

4.1. Análisis de la información.

Una vez realizado el inventario y la recopilación de datos, tanto físicos como operacionales, se procederá al análisis de la información con el fin de encontrar las causas de los problemas que están generando las condiciones actuales de operación del tránsito. Para ello se deberá analizar los siguientes rubros, primero en forma separada y después en forma interrelacionada tal como estén operando actualmente.

4.1.1. Volúmenes de tránsito.

De la información registrada en las estaciones maestras se podrá observar la variación del tránsito durante el día, en jornadas laborables y en días de fin de semana, así como por su distribución geográfica y el tipo de uso del suelo.

Se observará el volumen de tránsito y en función de este se establecerá la hora de máxima demanda HDM para los periodos de la mañana, medio día y tarde. De acuerdo con los datos obtenidos en las estaciones maestras se elaborará un resumen de los volúmenes de

tránsito totales incluyendo todos los tipos de vehículos. En una tabla, tal como se indica en la **Tabla 4.1** se visualizará los volúmenes de tránsito en las diferentes estaciones maestras.

Tabla 4.1 Resumen de volúmenes de tránsito en estaciones maestras.

| Estación | Sentido | Día | Día | Día |
|----------|---------|--------|--------|---------|
| | | MARTES | JUEVES | DOMINGO |
| 01 | N - S | | | |
| | S - N | | | |
| 02 | N - S | | | |
| | S - N | | | |
| 03 | N - S | | | |
| | S - N | | | |

Fuente: Elaboración propia.

La composición del tránsito durante el día se integrará según se indica en la **Tabla 4.2** en cada una de las estaciones maestras de aforo.

Tabla 4.2 Composición del tránsito en las estaciones maestras.

| Estación | Sentido | Volumen Promedio | Clasificación Vehicular | | | Clasificación Promedio | | |
|----------|---------|------------------|-------------------------|---|---|------------------------|---|---|
| | | | A | B | C | A | B | C |
| 01 | N - S | | | | | | | |
| | S - N | | | | | | | |
| 02 | N - S | | | | | | | |
| | S - N | | | | | | | |
| 03 | N - S | | | | | | | |
| | S - N | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los periodos de máxima demanda y en función de los aforados en las estaciones maestra, se determinarán los volúmenes en HMD y el volumen de tránsito promedio durante las 16 horas tal como se indica en la **Tabla 4.3**.

Tabla 4.3 Volúmenes de tránsito en horas de máxima demanda.

| Estación | Periodos de Máxima Demanda | | | Volumenes en HDM | | | | Promedio Diario |
|----------|----------------------------|----|----|------------------|----|----|----|-----------------|
| | am | md | pm | Sentido | am | md | pm | |
| 01 | | | | N - S | | | | |
| | | | | S - N | | | | |
| 02 | | | | N - S | | | | |
| | | | | S - N | | | | |
| 03 | | | | N - S | | | | |
| | | | | S - N | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, los volúmenes de tránsito en HDM se registrarán tal como se indica en los cuadros anteriores para posteriormente realizar un análisis del comportamiento del tránsito. Del estudio realizado sobre los flujos vehiculares que se registrarán durante los promedios de máxima demanda en la zona en estudio se observará por dónde circulan los mayores flujos vehiculares, que generalmente son por las vialidades más importantes, las cuales conectan los centros generadores y atractores de viaje de largo recorrido⁶.

Se deberá registrar los volúmenes por vialidades tal como se indica en la **Tabla 4.4**.

Tabla 4.4 Volúmenes de tránsito en las vialidades principales.

| Vialidad | Tramo | Volumen en HDM | | |
|----------|-------|----------------|----|----|
| | | am | md | pm |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 4.5** se muestra la relación de volúmenes máximos por carril en las vialidades con mayor demanda.

Tabla 4.5 Volúmenes de tránsito en las vialidades principales.

| Vialidad | Tramo | Volumen HMD | N. Carriles | Veh/h Por carril |
|----------|-------|-------------|-------------|------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

⁶ http://www.setravi.df.gob.mx/wb/stv/vialidades_con_mayor_y_menor_saturacion_vehicular_

4.1.2. Infraestructura vial

De acuerdo con los datos obtenidos se realizará una evaluación de la estructura vial considerando la configuración urbana actual y sus tendencias de crecimiento, según lo establecido en el Plan Director de Desarrollo Urbano.

Este análisis considera la traza urbana de la red, sus características geométricas, la accesibilidad, la continuidad de las vialidades, tanto en su geometría como en sus condiciones de la superficie de rodamiento y las barreras físicas ya sean naturales o artificiales.

La red vial generalmente está integrada por vialidades primarias, las cuales incluyen a las vías regionales así como a las vías principales; las vías secundarias y las vialidades locales. Para fines de este diagnóstico se recomienda considerar las vías primarias y las secundarias. Se deberá enlistar las vialidades según su clasificación anotando longitud y sección transversal tal como se indica en la **Tabla 4.6**.

Tabla 4.6 Clasificación de las vialidades.

| Clasificación | Vialidad | Tramo | Long. (km) | Sección |
|---------------|----------|-------|------------|---------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Clasificación: Regional, Primaria, Secundaria

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Dispositivos de control.

4.1.3.1 Operación de los semáforos.

De la zona de estudio se deberá inventariar todas las intersecciones semaforizadas teniendo presente en el análisis la operación de estos cruces donde también se observará si existe o no uniformidad en los ciclos, además de su coordinación. En general se observará si el número de cabezas de los semáforos abastece la demanda, si existe el mantenimiento respectivo, etc.

Es importante tener presente el tipo de funcionamiento de los semáforos, es decir, si estos son electromecánicos (funcionan con un solo programa durante el día) por lo cual no responden a la variación de la demanda del tránsito o si estos varían en función de la misma. Se deberá analizar la programación de los semáforos e identificar las fases y ciclos con los que operan.

Finalmente se deberá revisar si las intersecciones cuentan con semáforos peatonales que indiquen a los usuarios los períodos adecuados para cruzar los arroyos viales.

4.1.3.2. Señalamiento vial.

A partir de los recorridos que se realizarán sobre la vialidad de la zona en estudio y de los inventarios de señalamiento realizados en las áreas se realizará un diagnóstico del señalamiento, se observará si es o no suficiente, las condiciones físicas en las que se encuentran y si tiene continuidad (en el caso de las señales informativas).

Para el caso de estudio el señalamiento horizontal, es decir las marcas en el pavimento, son muy escasas y las que existen se encuentran muy deterioradas, por lo cual no cumplen la función de encauzar el tránsito.

4.1.4. Estacionamiento.

Para este apartado es importante saber cuál es la dependencia que determina en qué calles se autoriza el estacionamiento, dependiendo de los flujos vehiculares. Se deberá observar si la prohibición se realiza mediante señales de tránsito y/o a través de la vigilancia policíaca. Las condiciones del estacionamiento en la vía pública se presentarán de cuatro maneras: la primera, que es totalmente libre, en la segunda se utiliza el parquímetro, que regula la permanencia por medio de la cuota, la tercera para zonas exclusivas de acuerdo al uso de suelo cercano a la vía y la última para zonas donde esta maniobra está prohibida. Es importante tener presente qué zonas cuentan con mayor afluencia de vehículos y si los estacionamientos satisfacen esa demanda, además en caso de que sean de cuota se analizará el costo por hora o fracción. En cuanto a la ocupación de los estacionamientos públicos en las horas de máxima demanda, se estimará el porcentaje de uso de su capacidad.

4.1.4.1. Oferta y demanda de estacionamiento en la vía pública.

Las condiciones de estacionamiento en la vía pública y fuera de ella se registrarán como se indica en la **Tabla 4.7**

Tabla 4.7 Clasificación de los cajones de estacionamiento disponibles.

| Tipo de estacionamiento | Cajones disponibles | Tarifa | |
|--------------------------|---------------------|--------|----------|
| | | Hora | Fracción |
| Libre | | | |
| Controlado (parquímetro) | | | |
| Privado | | | |
| Público | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

Para la cuantificación de la demanda de espacios para estacionarse en la vialidad se deberá tener presente:

- Vehículos estacionados en lugares libres.
- Vehículos en zonas exclusivas (Taxis).
- Estacionados en doble fila.
- Estacionados sobre banquetas.
- En zonas prohibidas (por señal restrictiva o por circunstancias de vialidad).
- En estacionamiento controlado por parquímetro.
- Vehículos en estacionamiento privado (oficinas, bancos, comercios, etc.).
- En estacionamiento público de cuota.

En resumen se obtendrá el total de vehículos estacionados en lugares permitidos en la vialidad y en lugares prohibidos

4.1.4.2 Rotación en la zona centro.

El estudio de rotación se realizó en áreas o vialidades dentro de la zona en estudio. El conteo iniciará a partir de las 10:00 y se terminará a las 18:00 horas, periodo en el que se considera que la mayoría de los usuarios de vehículos automotores han llegado a sus principales destinos.

Los resultados obtenidos en cada una de estas áreas se presentarán tal como se indica en la **Tabla 4.8**, en donde se indica el área en estudio, la capacidad o número de cajones

disponibles, el número de vehículos que utilizaron los cajones durante el tiempo en que duró el estudio y el índice de rotación obtenido para cada área o sección. Del análisis en conjunto de las zonas se obtendrá un índice de rotación de cajones, es decir cuántas veces es utilizado un cajón.

Tabla 4.8 Estudio de rotación de estacionamiento en la zona centro.

| Área o Zona | Capacidad | Vehículos Observados | Índice de Rotación |
|---------------------------|-----------|----------------------|--------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Índice Global de Rotación | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente se debe realizar un resumen con las características operativas de las áreas de estacionamiento en función de:

- a) El estacionamiento con mayor índice de rotación.
- b) El estacionamiento que presente el menor índice de rotación.
- c) El período en el que más vehículos entran a los estacionamientos.
- d) La hora en que permanecen más vehículos estacionados.
- e) El periodo en que llegan a salir más vehículos.
- d) Periodo de permanencia.

4.1.5. Velocidades y tiempos de recorrido.

Las velocidades de operación se registrarán por tramos como se indica en la **Tabla 4.9** y según sean los resultados de las mismas se podrá decir si son adecuadas, relativamente altas o bajas. Es importante analizar los tramos con mayor y menor velocidad y en este último analizar los factores que provocan esta disminución de velocidad. En función de estas velocidades se podrá obtener el nivel de servicio que se verá a continuación.

Tabla 4.9 Formato de tiempos de recorrido.

| ESTUDIO DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y DEMORAS TÉCNICA DEL VEHICULO FLOTANTE | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|--------------------------------|---|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|---------------------|
| CORREDOR: TRAMO: FECHA: | | | No. RECORRIDO: - HORA INICIO: 0:00:00 HORA TERMINO: 0:00:00 | | | | | | | | |
| ID | 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) |
| 01 | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0: 0: 0 | 0: 0: 0 | | SS | 0: 0: 0 | 0.0 |
| 02 | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0: 0: 0 | 0: 0: 0 | | | 0: 0: 0 | 0.0 |
| 03 | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0: 0: 0 | 0: 0: 0 | | SS | 0: 0: 0 | 0.0 |
| 04 | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0: 0: 0 | 0: 0: 0 | | SS | 0: 0: 0 | 0.0 |
| 05 | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0: 0: 0 | 0: 0: 0 | | SS | 0: 0: 0 | 0.0 |
| 06 | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0: 0: 0 | 0: 0: 0 | | SS | 0: 0: 0 | 0.0 |
| 07 | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0: 0: 0 | 0: 0: 0 | | SS | 0: 0: 0 | 0.0 |
| 08 | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0: 0: 0 | 0: 0: 0 | | SS | 0: 0: 0 | 0.0 |
| TOTAL | | | | | 0.0 | | | 0 | | | 0.0 |
| DISTANCIA TOTAL : | | | 0.0 km. | | AC= Accidente | | SA= Señal de Alto | | VI= Vuelta Izquierda | | |
| DEMORA TOTAL: | | | 0.00 min. | | PE= Peatones | | SS= Semáforo | | AS= Ascenso y Descenso | | |
| VEL. PROMEDIO: | | | 0.0 km/h | | M= Maniobras | | TL= Tráfico Lento | | C= Pago en Caseta de Cuota | | |
| TIEMPO DE VIAJE: | | | 0:00:00 hrs. | | RP= Revisión Policial | | CT= Cruce de Tren | | ZO= Zona de Obra | | |

Fuente: Consultores en Vialidad y Transporte.

4.1.6. Capacidad y Niveles de Servicio.

Este análisis consiste en calcular la capacidad y el nivel de servicio a la cual están operando actualmente cada uno de los accesos de una intersección en la hora de máxima demanda, así mismo determinar la capacidad y el nivel de servicio de toda la intersección. Para hacer este análisis se deberá seguir la metodología empleada en el Manual de Capacidad para Carreteras (HCM), publicado en 2010 por la Transportation Research Board, National Academy of Sciences de los E.U.A. como elemento auxiliar se utilizará un SOFTWARE, el cual emplea la metodología de dicho manual.

El nivel de servicio es una medida cualitativa que trata de representar la forma como el usuario percibe la calidad de la infraestructura vial por la que circula. Los niveles de servicio se representan por letras, de la “A” a la “F”, siendo de la “A” el mejor nivel y se refiere a un flujo de circulación excelente, mientras que la “F” indica el peor nivel y se refiere a un flujo de circulación muy forzado a baja velocidad.

De manera de ejemplo nuevamente se tomará en consideración la intersección conformada por Periférico Ecológico y Boulevard Valsequillo, tomando en cuenta los siguientes elementos:

- Volúmenes direccionales de tránsito vehicular en la HMD.
- Composición vehicular por movimiento.
- Factores de hora de máxima demanda por acceso.

- Autobuses que paran en cada acceso en las HMD.
- Las maniobras de estacionamiento en cada uno de los accesos en las HMD.
- Anchura de cada carril.
- El número de carriles por acceso.
- Duración del ciclo (en intersecciones semaforizadas).
- Número de fases y duración de cada una de ellas.

Una vez obtenida esta información se realizó el análisis de capacidad para cada intersección. Los resultados obtenidos de estas intersecciones se presentan en la **Tabla 4.10**.

Tabla 4.10 Operación semafórica en cada intersección.

| AD | Intersección | Acceso | Fases | Tiempos de Verde(seg.) | CICLO | Nivel de Servicio |
|----|--|----------|-------|------------------------|-------|-------------------|
| 01 | Periférico Ecológico - Blvd. Valsequillo | Norte | 4 | 20 | 140 | |
| | | Sur | | 45 | | |
| | | Oriente | | 40 | | |
| | | Poniente | | 35 | | |

Fuente: Consultores en Vialidad y Transporte.

4.3. Diagnóstico de la vialidad y operación del tránsito.

Considerando los análisis realizados en cada uno de los rubros integrados de la vialidad y el tránsito a continuación se presenta el diagnóstico en cada uno de los elementos estudiados.

4.3.1. Estructura vial.

Se deberá caracterizar a la zona de estudio a nivel global y se definirá la composición de las vías primarias, secundarias y complementarias. Se comprobará si la zona central es un gran generador y atractor de viajes, generalmente por su actividad comercial de servicios principalmente.

Se verificará la traza vial, si es regular o no, es decir si solo cuenta calles con uno o más carriles de circulación, ya que por lo general se presenta el estacionamiento en la vía pública.

Es importante verificar si la red vial está integrada por vialidades denominadas libramientos que tienen la función de interconectar estas vías de acceso preferente con el centro de la ciudad.

4.3.2. Operación del tránsito.

La demanda del tránsito que se registre en la mayoría de las vialidades e intersecciones de la ciudad en estudio deberán ser analizadas para conocer si rebasa la capacidad teórica en general, en este contexto se examinarán las alternativas viales, para de ser el caso utilizarlas de tal manera que el tránsito no se vea afectado en los periodos de máxima demanda.

Por otro lado se observará que los ciclos programados para los semáforos corresponden a la demanda del tránsito, así mismo se prestará atención a la coordinación adecuada de los semáforos y que estos no agudicen los problemas en la hora de máxima demanda.

En general, se analizará la subutilización del equipo, ya que generalmente hace falta personal calificado y equipo especializado para la operación y el mantenimiento del sistema de semáforos lo que conlleva a que el arreglo o cambio de algún programa de un semáforo puede tardar varios días o incluso semanas, lo cual hace ineficiente al sistema.

En lo referente al señalamiento vial se prestará atención en la ausencia de señalamiento así como la falta de continuidad en el ya instalado de tal manera que el usuario pueda ser orientado adecuadamente a los destinos que desea alcanzar. En cuanto al señalamiento horizontal, es de gran importancia que este se encuentre en buenas condiciones puesto que ayuda a realizar maniobras o respetar los carriles de circulación, estacionamiento y prohibición de estacionamiento.

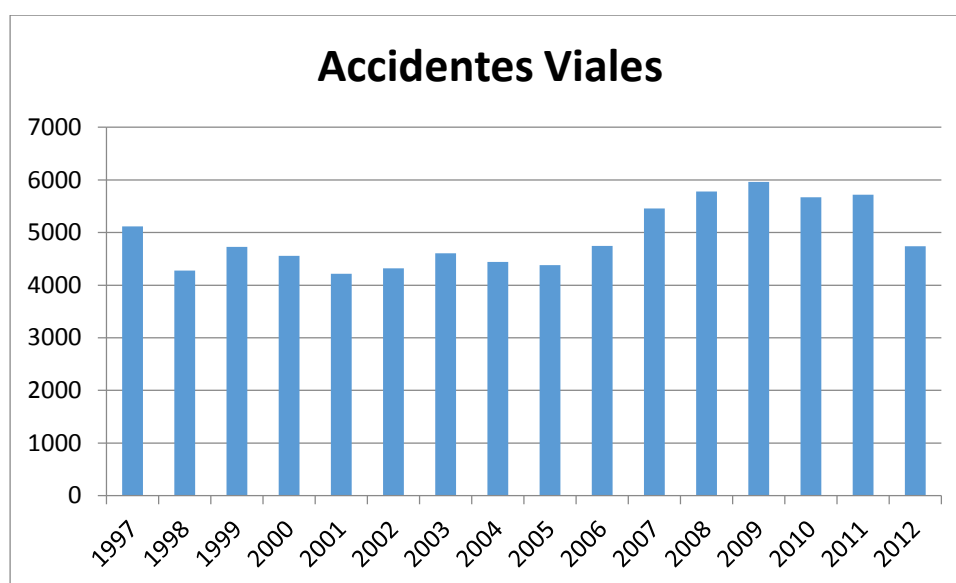
4.3.3. Seguridad Vial.

Cabe hacer mención que la Dirección de Seguridad Pública y Tránsito Municipal, no cuenta con un formato especial para registrar, dar parte de los accidentes y llevar el seguimiento de los accidentes ocurridos en la ciudad. Para este aspecto se utilizan hojas en blanco, las cuales son llenadas por el agente de tránsito que registra el accidente. Como complemento a este informe el agente realiza un informe especial, cuando el vehículo o vehículos involucrados quedan detenidos y son llevados al depósito de vehículos.

Según los análisis realizados a la información obtenida del INEGI, en el año de 2012 sucedieron un total de 86,269 accidentes de tránsito, arrojando un promedio de 7,189 accidentes por mes, lo que representa una reducción del 1.71 % con respecto al año de 2011 donde se tuvo 87,769. Por lo anterior se espera que la incidencia de accidentes se mantenga en caso de no llevarse a cabo un programa adecuado de seguridad vial que abata el número de accidentes de tránsito.

En la **Figura 4.1** se muestra los resúmenes de los datos obtenidos.

Figura 4.1 Accidentes viales ocurridos en los últimos años.



Fuente: INEGI <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biinegi/?ind=3101006001#A>.

Dada la carencia de una metodología para llevar el control de los accidentes que se producen actualmente, se sugiere la implementación de la siguiente metodología para darle seguimiento a estos acontecimientos.

Una vez emprendido el estudio, se encontrará que existen varios lugares donde el número de accidentes es digno de atención. Debe considerarse que habrá diferencias de opinión en cuanto a las causas de los accidentes; y que solo un análisis objetivo de los hechos identificará con precisión las causas que produjeron el accidente. En los párrafos siguientes se explica con mayor detalle cada uno de los pasos mencionados con anterioridad.

El procedimiento propuesto para el análisis de los accidentes de tránsito consiste en el seguimiento de 6 pasos básicos que a continuación son descritos.

Paso 1. Obtener informes adecuados de los accidentes.

El primer requisito para realizar un análisis es disponer de un archivo de reportes de accidentes, por ubicación y que alguien sea asignado para organizarlo y llevarlo.

La forma del reporte, puede variar de acuerdo a las necesidades particulares de la ciudad, indicando el tipo de accidente, choque contra obstáculos fijos, atropellamiento, colisión lateral, de frente, etc., en este formato se indicará una estimación del monto de los daños, el número de lesionados y muertos y las causas aparentes que originaron el accidente. Como complemento a estos reportes se elaborarán en mapas de la ciudad una localización del punto exacto donde se produjo el accidente señalado con alfileres de diferentes colores y tamaños los lugares peligrosos.

Paso 2. Identificar los lugares de alta frecuencia de accidentes, en orden de importancia.

Un método sugerido es el de seleccionar, para análisis, todas las intersecciones que hayan tenido 10 o más accidentes en un periodo de 12 meses. Si el número de intersecciones seleccionadas por este método es menor de 15 o mayor de 40, algún otro número de accidentes por ubicación deberá ser usado como guía.

Un método alternativo asigna un valor numérico a cada tipo de accidentes y el resultado de la suma es usado en lugar del total de accidentes. A cada accidente mortal le es dado un factor tal como 12; cada accidente con lesión personal se evalúa con 3 y con 1 por cada accidente con daño material. Este método admite a los accidentes graves como un primer factor al seleccionar las intersecciones que deberán ser estudiadas.

Paso 3. Preparar diagramas de colisiones y algunas veces diagramas de condiciones físicas para cada lugar seleccionado.

Para la preparación de estos diagramas, se requieren informes completos de accidentes para el lugar bajo estudio, cubriendo todos los accidentes ocurridos dentro de los últimos cinco años y para cualquier lugar en estudio es deseable un mínimo de diez reportes.

Los diagramas de colisiones muestran gráficamente la índole de los accidentes ocurridos en el lugar por medio de símbolos y deberán estar ilustrados en el croquis del punto por analizar. El croquis tendrá el suficiente nivel de detalle para mostrar la trayectoria de cada vehículo involucrado en el accidente. El diagrama de colisiones no necesita ser dibujado a escala pero deberá indicarse por medio de flechas, la dirección del movimiento de cada vehículo o peatón involucrado.

Deberán ser anotadas la fecha y hora del accidente a lo largo de cada flecha. Si hubo condiciones poco usuales en el estado del tiempo, pavimento o de visibilidad, sí es un factor importante en el estudio del accidente. El diagrama de colisiones puede también revelar ciertos meses días u horas cuando tienden a ocurrir, así como las condiciones del tiempo prevaleciente.

A menudo es deseable complementar el diagrama de colisiones con un esquema en el cual se indique lo más notable de las características físicas adyacentes a un lugar de alta frecuencia de accidentes, en casos donde se sospeche de obstrucciones a la visibilidad, mala colocación de semáforos y señales, ángulos de estacionamiento y otros factores, deberá prepararse un esquema de los aspectos físicos más notables. Como una alternativa al diagrama de condiciones físicas se pueden tomar fotografías del lugar, tomadas durante las horas en que suceden la mayoría de los accidentes.

Paso 4. Hacer un resumen de hechos.

Paso 5. Reunir datos complementarios con observaciones de campo durante los periodos en los cuales la mayoría de los accidentes han ocurrido.

Como se indicó anteriormente la mejor comprensión del panorama que genera un accidente es realizando una visita al lugar y observar el movimiento del tránsito, durante las horas en las que han ocurrido los accidentes; esto será particularmente valioso para el análisis posterior del accidente. Se recomienda que el diagrama de colisiones y el resumen de accidentes sean utilizados como referencia durante la visita al lugar para tomar decisiones de probables correcciones.

Paso 6. Analizar el resumen de los hechos y los datos de campo y proponer el tratamiento correctivo.

Para elaborar el análisis de los accidentes es útil examinar algunos de los razonamientos aplicados durante una investigación de campo o en la escena de los acontecimientos. Existen tres formas por las cuales el investigador puede hacer su evaluación de los hechos, de acuerdo a las participantes del accidente, es decir desde el punto de vista del conductor, como pasajero y como peatón colocándose en puntos claves del cruce. Para la toma de decisiones respecto a las correcciones necesarias se revisarán los siguientes criterios.

- 1.- ¿Son los accidentes causados por condiciones físicas del camino o de instalaciones adyacentes y si pueden estas condiciones ser eliminadas o corregidas?
- 2.- ¿Es responsable una esquina sin visibilidad?
- 3.- ¿Está el tránsito correctamente canalizado para reducir al mínimo el riesgo de accidentes?
- 4.- ¿Podrán evitarse los accidentes con la prohibición de cualquier movimiento menor del tránsito?
- 5.- ¿Están los accidentes nocturnos muy fuera de proporción respecto a los ocurridos durante el día en relación a los volúmenes de tránsito, indicando la necesidad de protección especial durante la noche, tal como iluminación de calles, control de semáforos, marcas en el pavimento o señales reflejantes?
- 6.- ¿Debe incrementarse la vigilancia policiaca en el sitio?
- 7.- ¿Existe la necesidad de realizar estudios adicionales de la movilidad del tránsito que aporten indicios o corroboren las causas probables que generaron los accidentes?

El análisis de estas preguntas aportará los elementos de juicio que sirvan para evaluar las causas que generen los accidentes.

Otro de los aspectos que ayudan para identificar el problema es el derivado del análisis de los diagramas de accidentes en cuanto a determinar qué tipo de accidente es el que con mayor frecuencia se produce en la intersección en estudio. Es decir si en la intersección se producen 16 accidentes y de los cuales 12 son por alcance y los otros 4 por atropellamiento, esto indicará que el problema posiblemente se deba a escasez de

visibilidad; de forma semejante se podrá analizar el resto de las intersecciones dirigiendo las medidas correctivas a la causa generadora del accidente.

Finalmente el diagrama de colisiones y los datos resumidos durante el proceso de análisis deberán ser archivados por fecha, para adicionar periódicamente nueva información lo cual permitirá revisar las referencias anteriores cuando sean recibidas quejas futuras respecto a accidentes producidos en el mismo punto.

Con frecuencia, cuando una intersección con un alto grado de accidentes es remodelada y se evita el accidente predominante, puede ocurrir que esta remodelación puede generar otra clase de accidentes, que anteriormente no se producían, por lo que el análisis de condiciones antes y después de las mejoras producidas a la intersección es importante para el seguimiento y solución definitiva que evite que se produzcan accidentes en el futuro.

4.3.4. Síntesis del diagnóstico.

A continuación se deberá presentar el diagnóstico de la operación del tránsito en las intersecciones identificadas durante el proceso. En cada una de ellas se describirá a detalle la problemática detectada en los diferentes rubros analizados. Siguiendo con el ejemplo de la intersección en estudio se tiene:

Periférico Ecológico con Blvd. Valsequillo.

A continuación se presenta un listado de croquis que conforman la intersección en condiciones actuales de acuerdo a un inventario físico realizado.

- 1.- Levantamiento topográfico y usos del suelo.
- 2.- Mobiliario urbano y señalamiento.
- 3.- Ubicación de semáforos y diagrama de fases.
- 4.- Sentidos de circulación y condiciones de estacionamiento.

Problemas de operación.

- En la intersección será necesario realizar algunas adecuaciones geométricas, de acuerdo a las características de la misma

- Falta señalamiento informativo y preventivo previo a la intersección, como lo es de velocidad y destino, puesto que el existente está disponible en su gran mayoría en el acceso poniente.
- Se puede mejorar la programación de los semáforos, incluyendo una redistribución de fases.
- Las luces de las caras de los semáforos tienen flechas, las cuales no son muy visibles y en ocasiones confunden al conductor.
- En algunos accesos es factible la creación de bahías de ascenso y descenso de pasajeros, ya que actualmente este se realiza obstruyendo un carril de circulación restándole capacidad al acceso.
- El pavimento se encuentra en condiciones regulares lo cual reduce significativamente la velocidad.
- El señalamiento horizontal se encuentra en malas condiciones.
- Las condiciones de iluminación no son las adecuadas.

4.4. Pronóstico de crecimiento.

4.4.1 Determinación de las tasas de crecimiento vehicular.

La evaluación de las tasas de crecimiento para la ciudad dependen de parámetros de crecimiento relativos a la población, las actividades económicas, el crecimiento especial de la mancha urbana, el índice de motorización y la movilidad propia de la ciudad; todas ellas ligadas a la política generalmente sobre el desarrollo y normatividad para la evolución de la mancha urbana, prevista para el futuro.

La interacción en su conjunto de cada uno de los parámetros, dará como resultado la tendencia de crecimiento que podrá esperarse en un futuro. En alguno de los casos la estimación de estos parámetros resulta compleja dada la información que sobre el particular se dispone.

a) ***Población.***

Se tomará presente la tasa de crecimiento anual tanto municipal como estatal durante el último periodo. Para fines de pronóstico se utilizará una tasa promedio aplicable a los tres horizontes de proyecto considerados en el estudio.

b) ***Actividades Económicas.***

Se deberá acudir a información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) correspondiente al último censo de distribución de la población de acuerdo al sector de actividad económica se presenta. Se deberá incluir en este apartado a las personas que integran a la población económicamente activa y de igual manera su crecimiento.

c) ***Crecimiento espacial.***

Se obtendrá el crecimiento de la mancha urbana y se observará qué zona de la ciudad en análisis tiene mayor crecimiento y cual se mantiene, esto indicará si la ciudad tiende a crecer territorialmente o se espera la consolidación de la misma.

d) ***Índice de Motorización.***

Los factores correspondientes al índice de motorización y al crecimiento económico de la población están íntimamente relacionados, por lo que en función de ambos definiremos el factor de crecimiento del parque vehicular que será el promedio entre ambos valores.

4.4.2. Volúmenes de tránsito futuro.

Una vez conocida la tasa de crecimiento promedio aplicable para la zona en estudio a continuación se presentan los volúmenes de tránsito futuros en cada una de las intersecciones analizadas.

CAPÍTULO V

5 POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS.

El objetivo del programa de acciones de vialidad y tránsito es mejorar los niveles de calidad de estos servicios a la población, como parte integral de un desarrollo regional acorde con las exigencias de modernización de las ciudades medias y del desarrollo social de la población.

En este capítulo se presentan las principales políticas y estrategias para mejorar la vialidad y el tránsito urbano en la zona de estudio. Estas se derivan de la evaluación de la situación actual (consignada en el diagnóstico) y hacen parte del programa integral de acciones. Estas políticas y estrategias comprenden acciones al corto, mediano y largo plazo, en función de los alcances de los mismos. Se describen a detalle las acciones que tienden a resolver los problemas inmediatos de vialidad y del tránsito urbano e inician las políticas y estrategias de planeación para el mediano y largo plazo.

Los objetivos principales que se pretenden alcanzar con la implementación de las acciones de vialidad en la zona de estudio son los de mejorar la circulación vehicular en los principales corredores, disminuir las demoras, reducir los congestionamientos y los accidentes de tránsito, disminuir los conflictos del estacionamiento sobre la vía pública y brindar seguridad y comodidad al peatón en la zona centro.

5.1 Objetivos.

Los principios de solución constituyen una serie de normas básicas de organización del tránsito ampliamente aplicadas en otras ciudades de la República Mexicana, y que han demostrado su eficacia en el ordenamiento del tránsito. Estos principios de aplicabilidad general en la zona de estudio forman la normatividad de partida para aliviar los problemas generados en la vialidad. Para cada caso en particular será indicada a detalle la solución más apropiada a los problemas del tránsito.

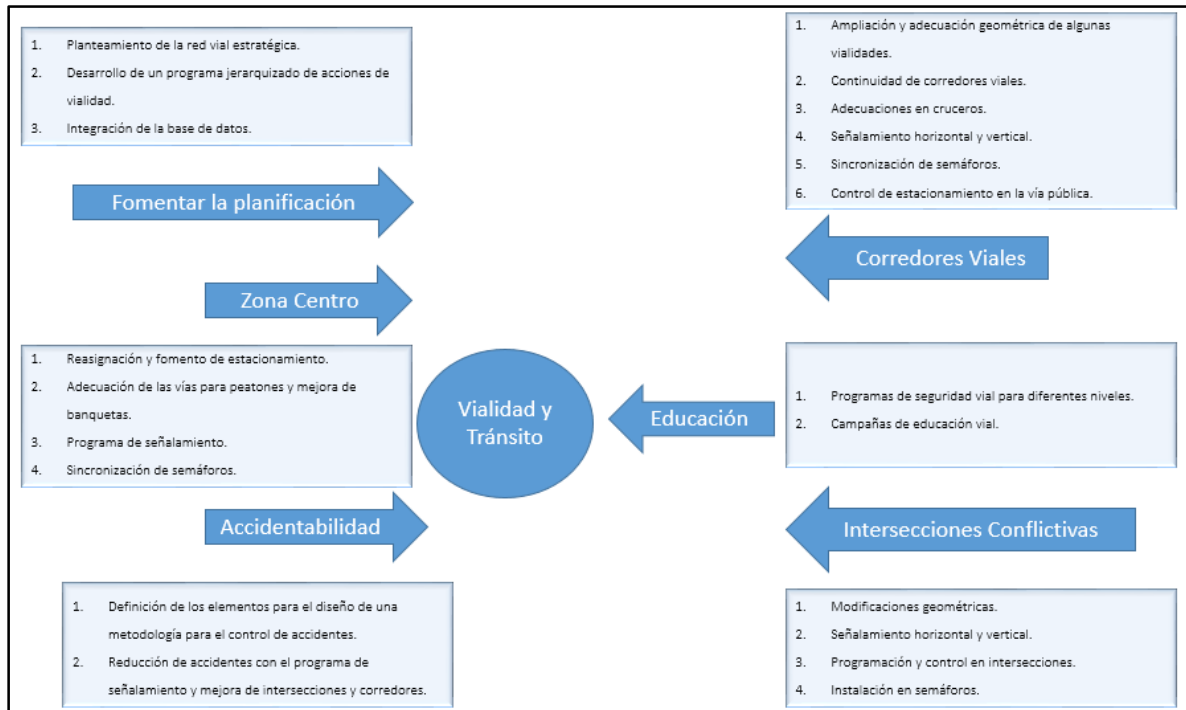
Entre los principales objetivos de las propuestas de solución están los que se mencionan a continuación:

- a) Mejorar las condiciones de operación del tránsito en el corto plazo, es decir, dentro de los próximos cinco años.
- b) Proposición de soluciones de bajo costo y de implementación rápida. Sin embargo, cuando la problemática encontrada requiera de inversiones mayores, las soluciones corresponderán al mejoramiento de las condiciones actuales.
- c) Se propondrán soluciones de alta factibilidad y eficiencia, buscando generar soluciones que funcionen de la mejor manera posible.
- d) Serán soluciones enfocadas al beneficio de la colectividad, procurando que las zonas interconectadas y las vialidades funcionen como un sistema de manera que se obtenga el mayor beneficio colectivo y no atendiendo a solicitudes particulares que pretendan beneficios individuales.
- e) Se generarán soluciones que contemplen de manera precisa evitar la interacción entre el vehículo y el peatón, a fin de que esto repercuta en el aumento de la seguridad. Cuando las soluciones planteadas permitan el desplazamiento a nivel se propondrán líneas de paso caso contrario se propondrán desplazamientos a desnivel.
- f) Las soluciones a plantear considerarán la manera de crear conciencia sobre la educación vial por medios restrictivos al comportamiento. La educación vial en México es demasiado baja, así mismo el apoyo policíaco ejercido para el control y organización es sumamente deficiente, por lo que se pretende generar soluciones encaminadas a la creación de hábitos de comportamiento durante la operación de los vehículos.
- g) Se pretende generar soluciones de bajo costo y alta rentabilidad, aprovechando al máximo las condiciones de la infraestructura vial existente. (CVT, 2014)

5.2. Políticas y Estrategias.

En este apartado se describen en forma general las políticas a seguir y las principales estrategias a implementar en cada una de ellas para la zona de estudio. En la **Figura 5.1** se muestra en forma general, las estrategias para la vialidad y el tránsito urbano.

Figura 5.1 Políticas y estrategias de vialidad y tránsito.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se describen las políticas y estrategias generales del componente de vialidad y tránsito a implementar:

5.2.1. Fomentar la planificación.

Consiste en definir una red vial estratégica que permita satisfacer las necesidades de movilidad urbana actual y prevista en el largo plazo, teniendo accesibilidad en las zonas de estudio y continuidad en los corredores. Esta política comprende las siguientes estrategias: (i) definición de la jerarquización de la red vial estratégica (primaria, secundaria y colectora), (ii) desarrollo de un programa jerarquizado de acciones para la vialidad estratégica e (iii) integración de una base de datos.

Esta política se complementará con recomendaciones sobre la normatividad para la operación de las vialidades de la red vial para su buen funcionamiento.

5.2.2. Corredores viales primarios.

Radica en mejorar la circulación de los corredores viales actuales, tomando en cuenta la estructura vial estratégica establecida. Las secciones comprenden la realización de (i)

adecuación y ampliación de la sección transversal de algunas vialidades actuales, (ii) prolongación de vialidades aprovechando la sección de otras calles para dar continuidad al corredor, (iii) adecuaciones en intersecciones y construcción de pasos a desnivel, (iv) señalamiento horizontal y vertical, (v) sincronización de semáforos y (vi) control del estacionamiento sobre la vía pública.

5.2.3. Intersecciones conflictivas.

Implica mejorar los niveles de servicio en aquellas intersecciones que actualmente están causando problemas a la movilidad. Comprende estrategias tales como: (i) modificaciones geométricas con el fin de canalizar los flujos vehiculares y brindar mayor seguridad al peatón, (ii) señalamiento horizontal y vertical, (iii) mediante la modificación y programación de semáforos existentes e (iv) instalación de semáforos.

5.2.4. Zona centro.

Para mejorar la calidad de la circulación peatonal y vehicular, así como las condiciones de estacionamiento en las zonas céntricas, se plantea las siguientes estrategias: (i) definición de calles o andadores peatonales principales y mejora de las banquetas, (ii) control y fomento a los estacionamientos públicos, (iii) señalamiento horizontal y vertical, tanto para vehículos como para peatones y (iv) mejora del sistema de semáforos en el centro histórico.

5.2.5. Accidentes de tránsito.

La política pretende reducir los accidentes de tránsito en la red vial mediante las siguientes estrategias: (i) definición de un sistema para el registro y evaluación de los informes de accidentes según lo establecido por las autoridades y normas vigentes y (ii) definición de un programa de implementación y mantenimiento del señalamiento horizontal y vertical en la red vial estratégica.

5.2.6. Educación vial.

La política pretende elevar la educación del usuario (peatón, conductor y pasajero) de tal manera que repercuta en mayor calidad de circulación y en menor número de accidentes

de tránsito. Para esto se proponen las siguientes estrategias: (i) definición de programas de seguridad vial y (ii) campañas de educación vial.

5.3. Principios básicos de solución.

Los principios de solución consisten en planteamientos generales, los cuales constituyen la normatividad de partida para la aplicación de soluciones a cada caso en particular.

5.3.1. Estructura Vial.

A partir de los flujos peatonales, de ciclistas y vehiculares que constituyen y se generan en la zona de estudio, es necesario determinar, a través de un análisis regional, la estructura vial requerida para el adecuado movimiento de los volúmenes de peatones y de tránsito. Se debe establecer primeramente una red primaria complementada con la vialidad propuesta a fin de jerarquizar las vías de acuerdo a su función.

La vialidad propuesta deberá proporcionar continuidad física y operativa a la que actualmente está en servicio. Se recomienda el establecimiento de vías radiales que permitan ingresar al centro en forma directa, así como de circuitos viales que impidan el tránsito de paso por la zona central.

Se debe establecer un programa de pavimentación de las vialidades primarias así como de las colectoras donde circula el transporte público.

5.3.2. Sentidos de circulación.

Los sentidos de circulación permiten la correcta utilización de la infraestructura; sin embargo, cuando los sentidos de circulación permiten la interacción directa de los vehículos, se provocan conflictos importantes.

La conversión a sentidos únicos de las calles que forman una intersección reduce hasta un 75% la posibilidad de conflictos, esto es, de 12 a 4 movimientos conflictivos evitando además accidentes de frente y los debidos a deslumbramientos. Esto aumenta la seguridad para el peatón y ciclista, la capacidad y disminuye indirectamente la contaminación. (SEMOVI, 2014)

Con base en los volúmenes de tránsito generados en la zona de estudio se recomienda establecer un plan de circulación global que contemple, preferentemente, calles de un sentido. Es importante, en la medida de lo posible, la implementación de pares viales tanto en la vialidad principal como en la colectora, con esto se aumenta la capacidad vial, se eliminan movimientos conflictivos, se ordena de una mejor manera el tránsito y sobre todo se brinda mayor seguridad al peatón y ciclista.

5.3.3. Asignación de paradas.

Actualmente los vehículos de transporte público realizan paradas de ascenso y descenso en los sitios donde se solicita el servicio, lo cual implica pérdidas en la eficiencia tanto del servicio como de la operación de la vialidad. Este aspecto es muy importante de considerar en los tramos viales en donde transitan rutas de largo recorrido y que van levantando pasaje deteniéndose en la calzada, ya que no existen sitios adecuados para tal maniobra.

Se plantea reubicar las paradas a cada 400 metros aproximadamente tomando en consideración cada caso en particular. Se tratará de ubicar las paradas en las salidas de las intersecciones de acuerdo al sentido de tránsito, considerando el número de vehículos que se acumulan en la parada, lo cual dependerá de la frecuencia. Se establece que el tener paradas fijas origina una reducción del tiempo de recorrido. La reducción de los tiempos de ascenso y descenso, incrementa la velocidad de operación por el efecto de aceleración y desaceleración en las paradas y un incremento en la vida útil de las unidades.

5.3.3.1. Bahías de ascenso y descenso.

Las bahías para realizar las maniobras de ascenso y descenso mejoran en gran medida la operación del transporte público y el tránsito en general, incrementando la seguridad de los pasajeros y evitando la obstrucción de un carril para la circulación. Se debe buscar, siempre que sea posible, la implementación de áreas destinadas para estas maniobras a fin de no disminuir la capacidad de las vialidades por las paradas.

5.3.3.2 Reubicación de bases y paraderos.

Cuando existan zonas de paraderos de transporte público que interfieran con la vialidad, se debe realizar la reubicación de estos en sitios donde sus efectos sean menores.

5.3.4. Retornos e intersecciones.

Para darle una mejor continuidad a la vialidad se propone eliminar los retornos innecesarios y reubicar los restantes con diseños apropiados de manera que ocasionen los mínimos conflictos con el tránsito principal. Adicionalmente deberán contar con carriles de cambio de velocidad y de almacenamiento acordes con la demanda del tránsito.

Una vez definida la estructura vial requerida, se deberán realizar las soluciones a nivel puntual en cada una de las intersecciones importantes de la vialidad, así como los retornos reubicados, considerando las propuestas de cambios de sentido de circulación y de la sección transversal requerida.

Es importante destacar, que en la actualidad la educación vial no constituye una cualidad entre los usuarios de la vialidad. Por lo tanto, el comportamiento que guardamos durante la operación de nuestros vehículos reduce significativamente la capacidad de las vialidades. Es por ello que se proponen soluciones que canalicen a los usuarios manteniendo un comportamiento adecuado. Se pretende realizar modificaciones geométricas a través de isletas físicas y otras canalizaciones que no permitan a los conductores el uso inadecuado de la vialidad.

5.3.5. Semáforos.

Los semáforos son dispositivos diseñados para alternar el paso de las corrientes vehiculares. Sin embargo, si no están bien programados o fueron instalados sin cumplir los requisitos de colocación, su funcionamiento será deficiente.

Primeramente debe ser elaborado un plan de mantenimiento preventivo y correctivo que permita mantener en buen estado de funcionamiento a los semáforos existentes, así como los que están siendo instalados. Se recomienda la implementación de semáforos comúnmente conocidos como inteligentes, los cuales en función de las condiciones del tránsito distribuyen su ciclo de manera que evitan el congestionamiento, así también se deben colocar lentes de mayor tamaño de los actuales, a fin de mejorar la visibilidad por parte de los usuarios. Debe implementarse un programa de instalación de semáforos en nuevos cruces, siempre y cuando cumplan con los requisitos de instalación. Se establece la premisa de semaforizar primeramente las intersecciones con la vialidad primaria,

procurando tener en lo posible ciclos con dos fases, evitando al máximo los programas de 3 o 4 fases, que consumen demasiado tiempo y generan grandes demoras.

En los semáforos existentes se debe realizar una revisión de todos los ciclos, fases y repartos de tiempo para ver si cumplen con la demanda del tránsito y los movimientos vehiculares. Se debe tratar de conjuntar una red integral de semáforos, en donde se logren coordinarlos todos de manera tal que se obtengan “olas verdes” dando la preferencia a los mayores volúmenes de tránsito.

5.3.6. Señalamiento vial.

El señalamiento vial constituye un elemento de organización del tránsito importante para la adecuada movilización de vehículos. Por ello se debe proporcionar un señalamiento adecuado a cada tipo de vialidad, en función tanto de las características de operación como del papel que juegan dentro del conjunto del sistema vial.

También debe elaborarse un plan de mantenimiento de las señales a fin de renovar las existentes que hayan sido dañadas por la intemperie, por impactos de los vehículos o ya sea por vandalismo. Debe incluir la programación de nuevos cruces y vialidades a señalizar. Se debe cuidar que las señales cumplan con las especificaciones marcadas en el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito de la S.C.T.

Finalmente se debe procurar en los proyectos de señalamiento mantener una continuidad en los destinos manejados a los usuarios, a fin de no causar confusión entre los mismos.

5.3.7. Estacionamiento.

El estacionamiento es una necesidad primordial para los conductores. Sin embargo, cuando se realiza sin organización alguna, produce conflictos importantes en la capacidad de las vialidades.

Se deben establecer prohibiciones de estacionamiento en las vialidades primarias como una norma básica. En las vialidades secundarias se debe buscar sitios en donde sea conveniente permitir el estacionamiento para aliviar en buena medida la demanda de los usuarios.

Por otra parte, el municipio debe establecer y aplicar una reglamentación para que cada nueva construcción satisfaga sus requerimientos de espacios para estacionarse de acuerdo al uso del suelo. Esto puede lograrse con una disposición del gobierno de preferencia, adicionando el articulado necesario en el Reglamento de Construcciones. Para ello se puede recurrir a una tabla de requisitos de espacios de estacionamiento que relaciona el uso de la edificación con los espacios necesarios.

Es necesario tener un plan de estacionamientos con el doble propósito de fomentar la construcción y habilitación de lotes y edificios de estacionamientos por parte de la iniciativa privada, así como por parte de la autoridad municipal o estatal. Esto es indispensable para contrarrestar el desequilibrio entre oferta y demanda que se causará con la eliminación del estacionamiento en vialidades primarias.

Es muy oportuno que la autoridad ponga el ejemplo construyendo estacionamientos de servicio público a fin de impulsar la inversión privada en estos rubros. Existen mecanismos adecuados para fomentar la inversión, de manera que sea rentable para los inversionistas privados la construcción y operación de estacionamientos.

5.4. Normatividad de proyecto.

5.4.1. Clasificación vial.

5.4.1.1. Objetivos y clasificación.

Uno de los objetivos generales urbanísticos consiste en fijar criterios para la red vial urbana y no considerar en forma aislada algunos de sus elementos. Esto conduce a un hecho ya reconocido y puesto en práctica en algunos países y es la de clasificar la red vial. Esta clasificación debe partir de la necesidad de fijar una función específica a las vías, que satisfagan las necesidades de movilidad urbana.⁷

Los sistemas generales de una red vial urbana deben incluir específicamente dos sistemas, uno principal, que estructura los espacios en la ciudad y que forma parte de la zonificación y de la clasificación racional del uso del suelo. Lo integran las vías que tienen como función primordial la de facilitar la circulación en función de la demanda de movimientos

⁷ <http://www.semovi.df.gob.mx/wb/stv/v>

internos y externos y definir el esquema general de la ciudad y otro sistema complementario o secundario destinado fundamentalmente a comunicar el primer sistema vial mencionado con los predios de la ciudad indistintamente de su uso o destino.

La clasificación que se recomienda va de acuerdo con sistemas empleados en México⁸ y en el extranjero⁹ con objeto de internacionalizar, más que particularizar, estas normas. La clasificación se resumirá en lo siguiente:

Vialidad primaria:

- a) Vías de Acceso Controlado.
- b) Vías Principales.

Vialidad secundaria:

- c) Calles Colectoras.
- d) Calles Locales.
- e) Calles Peatonales y Ciclopistas.

La anterior clasificación vial es congruente con la nomenclatura que se está usando actualmente en México. Los factores principales que influyen en el diseño de los sistemas viales son:

- Deseos de viaje.
- Necesidad de acceso a las zonas en desarrollo.
- Red vial existente.
- Uso actual y futuro del suelo.

El establecimiento de un plan de clasificación debe estar basado en la localización de zonas generadoras de viaje, la continuidad y localización del movimiento de tránsito de paso y las necesidades de acceso a los límites de las propiedades colindantes. Las necesidades de acceso se reflejan en los requisitos para entradas y salidas y el uso de áreas adecuadas de estacionamiento, para el ascenso y descenso de pasajeros y la carga y

⁸ Secretaría de Movilidad y Vialidad (SEMOVI)

⁹ Institute of Traffic Engineer. Traffic Engineering Handbook. Washington, D.C. 1996

descarga de bienes. Al evaluar estos factores deben tomarse en cuenta los requisitos de tránsito actuales y futuros y los planes de uso del suelo de las zonas consideradas.

El producto final de un buen plan de clasificación vial urbana, es una red de calles que sirven de integración de las zonas comerciales, industriales, de servicios, residenciales, escuelas, parques, zonas recreativas y caminos a jurisdicciones adyacentes dentro del área metropolitana que provea una circulación cómoda y eficiente.

5.4.1.2. Descripción de los sistemas.

La función primordial del sistema vial urbano es la de proporcionar un medio para el traslado de personas y bienes. Este traslado se puede realizar a pie, en automóviles, autobuses, camiones, tranvías, etc., y para una variedad de propósitos tales como trabajo, compras, diversiones, educación y de negocios.

a. Vías de Acceso Controlado.

La función de las vías de acceso controlado es la de facilitar la movilidad de altos volúmenes de tránsito eficientemente, agilizando el tránsito de paso a través del sistema de calles; esto permite al sistema vial cumplir su función adecuadamente entre los principales centros generadores de tránsito. A su vez, garantiza niveles adecuados de seguridad a volúmenes de tránsito elevados controlando los puntos de acceso. Cuando el control del acceso es total y todas las intersecciones importantes cruzan a desnivel, estas vías son conocidas también con el nombre de autopistas. Las normas geométricas para este subsistema quedan resumidas más adelante. (SEMOVI, 2014)

b. Vías Principales.

Este subsistema, conjuntamente con las vías de acceso controlado, deberá servir como red primaria para el movimiento de tránsito de paso de un distrito a otro dentro del ámbito urbano. Permite un enlace directo entre los generadores de tránsito principales, la zona central comercial y de negocios, centros de empleo importantes, centros de distribución y transferencia de bienes y terminales de transporte en toda el área urbana. Las vías principales permiten enlazar las carreteras con la vialidad urbana. (SEMOVI, 2014)

c. Calles Colectoras.

Las calles colectoras sirven con un doble propósito, permitir el movimiento entre las vías principales y las de calles locales y a su vez dar acceso directo a las propiedades colindantes. (SEMOVI, 2014)

d. Calles Locales.

Las calles locales se dividen de acuerdo al área que sirven, en residenciales, comerciales e industriales. En los tres casos están destinadas para servir como acceso directo a las propiedades. (SEMOVI, 2014)

e. Calles Peatonales y Ciclopistas.

Las calles peatonales son exclusivamente para peatones en áreas donde los volúmenes de tránsito son bajos o las características físicas, históricas o artísticas de la ciudad lo ameritan. Las ciclopistas son sendas o carriles destinados a bicicletas y en casos justificados, a motocicletas de baja cilindrada. (SEMOVI, 2014)

5.4.2. Normas de proyecto geométrico.

5.4.2.1. Vías de acceso controlado.

Las vías de acceso controlado son vías para el tránsito directo en las que el acceso a las mismas está limitado a ciertos sitios determinados desde el proyecto de la vía. Sirven para el tránsito rápido de grandes volúmenes de vehículos cuyos orígenes y destinos son diferentes. Las entradas y salidas desde los carriles de alta velocidad son diseñados y espaciados convenientemente para proporcionar una diferencia mínima entre la velocidad del tránsito de la corriente principal y la velocidad del tránsito que converge o diverge de la misma.

Las intersecciones con otras vías públicas se efectuarán a desnivel, además incluyen pasos a desnivel para peatones. Las vías de acceso controlado se dividen en tres tipos: a nivel, deprimidas y elevadas. Las vías de acceso controlado a nivel son aquellas cuya rasante, en su mayor parte, está prácticamente a la misma altura que las calles transversales, aunque estas crucen a distinto nivel.

Las vías de acceso controlado deprimidas son aquellas cuya rasante está a un nivel inferior al de las calles transversales, a fin de que todos los cruces sean mediante pasos inferiores. Las vías de acceso controlado elevadas son aquellas cuya rasante se encuentra a un nivel más alto que el de las calles transversales, a fin de que todos los cruces con estas se realicen por pasos inferiores pueden ser apropiadas por zonas donde el espacio urbano es limitado y existen abundantes conductos subterráneos de servicio público, o bien donde el nivel de agua freática es elevado.

Estas vías de acceso controlado elevadas son generalmente estructuras de concreto y los apoyos están colocados en tal forma que dejan gran parte del espacio; que queda debajo de las estructuras, libre para el tránsito local o para estacionamiento. (SEMOVI, 2014)

Las ventajas de las vías de acceso controlado deprimidas y elevadas son las siguientes:

Las vías de acceso controlado deprimidas:

- No afectan la luz solar, la ventilación ni le quitan vista a las propiedades adyacentes y son más estéticas.
- Las rampas para las entradas y salidas quedan en pendientes que favorecen a la aceleración y desaceleración respectivamente que se desea en cada caso.
- Tienden a amortiguar el ruido que origina el tránsito.

Las vías de acceso controlado elevadas:

- Prácticamente no afectan el sistema de calles existentes, porque salvan todas las calles transversales.
- Requieren un derecho de vía menor.
- Son fáciles de drenar y no representan problemas mayores para la reconstrucción o mantenimiento de los ductos subterráneos para los servicios públicos.

Tabla 5.1 Características operacionales y geométricas.

| Características operacionales y geométricas de las vías de acceso controlado | |
|--|---------------|
| Longitud recomendable. | Más de 10 km. |
| Velocidad de proyecto. a) A lo largo del eje principal. | 80 km/hr |

| Características operacionales y geométricas de las vías de acceso controlado | |
|--|--|
| b) En gasas de intersección a desnivel. | Como mínimo la mitad del valor a lo largo del eje principal. |
| Velocidades de operación. a) En las horas de máxima demanda. b) En otras horas. | 50 km/hr 60-80 km/hr |
| Número de carriles de circulación. a) Centrales. b) Laterales. | De 4 a 10 De 4 a 6 |
| Anchura de los carriles de circulación. (m) a) Centrales. (vel. Mayor de 60 km/h): Carril derecho Otros carriles b) Laterales (vel. hasta de 60 km/h): Carril derecho Otros carriles | 3.90 Máximo 3.60 Mínimo 3.60 Máximo 3.30 Mínimo 3.90 Máximo 3.60 Mínimo 3.60 Máximo 3.30 Mínimo |
| Anchura de los carriles para estacionamiento en cordón, en las calles laterales. | 3.60 Máximo 3.30 Mínimo |
| Anchura de la faja separadora central (camellón central). | 10.00 m Máximo 1.50 m Mínimo |
| Anchura de las fajas separadoras laterales. (camellones laterales) | 10.00 m Máximo 6.00 m Mínimo |
| Anchura de los carriles de aceleración y desaceleración. | 3.60 m Fijo |
| Anchura de las aceras o banquetas (ver siguiente recomendación) | 7.00 m Máximo 2.40 m Mínimo |

Fuente: Manual de proyecto geométrico para carreteras. (SCT)

Aceras.

La mayoría de las ciudades grandes y medianas tienen reglamentada la construcción de aceras o fajas destinadas al desplazamiento de peatones dentro del derecho de vía. Los requisitos varían de una ciudad a otra y las más pequeñas carecen de disposiciones o normas que rijan la construcción de aceras. A veces carecen también de las mismas aceras, lo que deja a los peatones en peligroso desamparo. Las normas de aceras deben cubrir:

anchura, ubicación dentro del derecho de vía, pendientes, distribución de espacios, tratamiento en entradas de vehículos e intersecciones.¹⁰

Ancho.

En zonas comerciales tradicionales, la acera abarca desde la guarnición hasta el paramento de construcción o límite de derecho de vía. La anchura mínima debe ser de 2.40 m. y la máxima de 7.0 m. según el volumen horario de peatones, pronosticado. En zonas comerciales nuevas, con estacionamiento al frente, fuera de la calle y edificios remetidos, no se requerirá una acera de más de 2.4 metros de anchura. Esto supone prohibición de estacionamiento en la calle y la bajada y subida de pasajeros dentro del estacionamiento.

Ubicación.

Las aceras deben estar ubicadas en forma tal que no sean estorbadas ni invadidas por instalaciones de servicios públicos incluyendo postes, árboles, setos, señales de tránsito, etc. No deben coincidir con la ubicación de ductos enterrados para no ser afectadas cuando haya reparaciones.

Pendientes.

Aunque un peatón es capaz de remontar pendientes hasta de 20%, para el promedio de peatones un límite recomendable es 8%, mismo que permite el desplazamiento de individuos en sillas de ruedas.

Entradas e intersecciones.

Las entradas de vehículos a veces presentan problemas a los peatones. Para evitar desniveles bruscos siempre se deben proporcionar rampas a lo largo de la acera, con un máximo de 6% de pendiente.

En las intersecciones se deben construir rampas que ligen la acera con la superficie de rodamiento, con la misma pendiente anterior, que sirve tanto a peatones como a personas con capacidades diferentes, carritos de mercancías, carritos de bebés, etc. Las rampas de aceras deben llevar lados inclinados y no verticales, con pendientes máximas de 10% y 8% de preferencia. La anchura de las rampas debe ser de 1.20 m.

¹⁰ Manual de Capacidad para Carreteras (HCM 2010)

Anchura de derecho de vía.

- a)* En el **Tabla 5.2** se muestra la descripción del derecho de vía para accesos controlados a nivel:

Tabla 5.2 Derecho de vía. (Acceso controlado a nivel)

| Carriles Centrales | Carriles Laterales | Derecho de Vía |
|--------------------|--------------------|----------------|
| 8 | 6 | 95.60 m máximo |
| 8 | 6 | 66.70 m mínimo |
| 6 | 6 | 88.40 m máximo |
| 6 | 6 | 59.10 m mínimo |
| 6 | 4 | 81.20 m máximo |
| 6 | 4 | 52.50 m mínimo |
| 4 | 4 | 74.00 m máximo |
| 4 | 4 | 45.90 m mínimo |

Fuente: Manual de proyecto geométrico para carreteras (SCT).

- b)* En las vías de acceso controlado elevadas con dos sentidos de circulación y faja separadora central de 1.50 m:

Tabla 5.3. Derecho de vía. (Acceso controlado elevadas)

| Características | Derecho de Vía |
|---|----------------------------------|
| 8 carriles; acotamiento int. de 0.5m; acotamiento exterior de 1.6 m; parapetos de 0.40 m. | Máximo 35.90 m Mínimo 33.50 m |
| 6 carriles; acotamiento int. de 0.5 m; acotamiento exterior de 1.6 m; parapetos de 0.40 m. | Máximo 28.70 m Mínimo 26.90 m |
| 5 carriles; acotamiento int. de 0.5 m; acotamiento exterior de 1.6 m; parapetos de 0.40 m. | Máximo 21.50 m Mínimo 20.30 m |
| Con un sentido de circulación: 4 carriles; acotamiento interior de 0.5; acotamiento exterior de 1.6 m; parapetos de 0.40 m. | Máximo 19.00 m Mínimo 17.80 m |
| 3 carriles; acotamiento interior de 0.5 m; acotamiento exterior de 1.6 m; parapetos de 0.40 m. | Máximo 15.40 m Mínimo 14.50 m |
| 2 carriles; acotamiento interior de 0.5 m; acotamiento exterior de 1.6 m; parapetos de 0.40 m. | Máximo 11.80 m Mínimo 11.20 m |

Fuente: Manual de proyecto geométrico para carreteras. (SCT)

Pendiente longitudinal máxima.

Para pendientes con menos de 150 m de longitud o de bajada, pueden tener 1% más de pendiente. En el **Tabla 5.4** se indica el grado de inclinación que debes tener las *vías de acceso controlado* según su topografía.

Tabla 5.4 Características para la pendiente longitudinal

| Topografía del Terreno | Velocidad del proyecto 80 km/h |
|------------------------|-----------------------------------|
| Plano (0 - 8%) | 6% |
| Lomerío (8.1 - 15%) | 7% |
| Montañoso (más de 15%) | 9% |

Fuente: Manual de proyecto geométrico para carreteras. (SCT)

Radios mínimos de giro.

En el **Tabla 5.5** se indica el radio mínimo de giro en las intersecciones de calles laterales con las calles transversales. La curva compuesta debe ser utilizada únicamente en zonas con bajos volúmenes de peatones.

Tabla 5.5 Características para la pendiente longitudinal.

| | Con dos carriles de entrada | Con un carril de entrada |
|---|--|-----------------------------|
| a) Con menos de 50 vehículos pesados por hora que dan vuelta. | 5.00 m | 6.00 m |
| b) Con más de 50 vehículos pesados por hora que dan vuelta. | 9.00 m mínimo, o con curva de tres radios de 30.00 m, 60.00 m y 30.00 m. | |

Fuente: Manual de proyecto geométrico para carreteras. (SCT)

Ampliación en curvas.

Debe incluirse un sobre-ancho en las curvas de menos de 1.70 m de radio y carriles menores de 3.60 m. Para cálculo de ampliaciones ver el Manual de Proyecto Geométrico para Carreteras Secretaría de Comunicaciones y Transportes. México, D.F.

Longitud de transición de sección a nivel a máxima sobre-elevación $S = 0.06$:

- | | |
|--|------|
| a) Para velocidad de proyecto de 90km/h | 47 m |
| b) Para velocidad de proyecto de 80 km/h | 44 m |
| c) Para velocidad de proyecto de 70 km/h | 41 m |

Carriles de aceleración y desaceleración.

Los carriles para cambiar la velocidad, por movimiento convergentes (entradas) o divergentes (salidas), son muy importantes y necesarios para la buena operación de las autopistas urbanas.

a. Carriles de aceleración.

La longitud recomendada se obtiene con la siguiente fórmula¹¹:

$$L_{AC} = 0.6 \times v$$

Donde,

A = anchura del carril (metros)

v = velocidad de la vía primaria (km/h)

b. Carriles de desaceleración.

La longitud de transición para desaceleración se obtiene de la siguiente fórmula:

$$L_D = \frac{D \cdot v}{4.8}$$

Donde,

D = desplazamiento lateral para alojar el carril de 4.8 desaceleración

v = velocidad de proyecto de la vía principal.

5.4.2.2. Vías Principales.

Junto con el sistema de vías de acceso controlado constituyen la vialidad principal o primaria de una ciudad y sirven para proporcionar la fluidez al tránsito de paso y de liga

¹¹ Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT), Normas de Servicio Técnico

a las calles colectoras y locales. Las vías principales pueden ser de un solo sentido o doble sentido con faja separadora central, física o pintada. (SEMOVI, 2014)

La velocidad mínima en gasas de intersección a desnivel será la mitad de la velocidad de proyecto en el eje principal. A continuación se presenta las características operacionales y geométricas de las vías principales:

Tabla 5.8 Características operacionales y geométricas.

| Características operacionales y geométricas de las vías de acceso controlado | |
|--|--|
| Longitud recomendable | Más de 5 km |
| Velocidad de proyecto | 70 km/hora máximo 60 km/hora mínimo |
| Velocidad de operación: a. En las horas de máxima demanda b. A otras horas | 40 km/hora 50 - 70 km/hora |
| Número de carriles de circulación: a. En doble sentido b. En un sentido | de 4 a 10 de 4 a 8 |
| Anchura de los carriles de circulación: a. Carriles derechos b. Otros carriles | 3.90 m máximo 3.60 m mínimo 3.60 m máximo 3.30 m mínimo |
| Anchuras de los carriles de estacionamiento física o pintada | 3.60 m máximo 3.30 m mínimo |
| Anchura de la faja separadora central física o pintada | 10.00 m máximo 6.00 m mínimo |
| Nota: en casos especiales por limitación del derecho de vía se podrá dar un mínimo de 4.50 m. | |
| Anchura de las fajas separadoras laterales | 10.00 m máximo 6.00 m mínimo |
| Anchura de los carriles de aceleración, desaceleración y vuelta izquierda | 3.60 m máximo 3.30 m mínimo |

| Características operacionales y geométricas de las vías de acceso controlado | |
|--|----------------------------------|
| Anchura de las aceras (Ver recomendación sobre Aceras en Vías de Acceso Controlado). | 7.00 m máximo 2.40 m mínimo |
| Anchura de derecho de vía: | |
| a. Dos sentidos: | |
| 10 carriles | 60.60 m máximo 44.40 m mínimo |
| 8 carriles | 53.40 m máximo 37.80 m mínimo |
| 6 carriles | 46.20 m máximo 31.20 m mínimo |
| 4 carriles | 39.00 m máximo 24.60 m mínimo |
| b. Un sentido: | |
| 10 carriles | 43.40 m máximo 31.80 m mínimo |
| 8 carriles | 39.80 m máximo 28.50 m mínimo |
| 6 carriles | 36.20 m máximo 24.90 m mínimo |
| 5 carriles | 29.90 m máximo 18.60 m mínimo |
| 4 carriles | |

Fuente: Manual de proyecto geométrico para carreteras. (SCT)

Pendiente longitudinal máxima.

Para pendientes con menos de 150 m de longitud o de bajada, pueden tener 1% más de pendiente. En el **Tabla 5.9** se indica el grado de inclinación que deben tener las *vías principales* según su topografía.

Tabla 5.9 Características para la pendiente longitudinal.

| Topografía del Terreno | Velocidad del proyecto 80 km/h |
|------------------------|-----------------------------------|
| Plano (0 - 8%) | 6% |
| Lomerío (8.1 - 15%) | 7% |
| Montañoso (más de 15%) | 9% |

Fuente: Manual de proyecto geométrico para carreteras. (SCT)

Radio mínimo de curvatura.

El radio mínimo de curvatura en las intersecciones de las esquinas laterales con las calles transversales estará en función del número de carriles y del volumen de vehículos pesados por hora tal como se muestra en el **Tabla 5.10**.

Tabla 5.10 Características para la pendiente longitudinal.

| | Con dos carriles de entrada | Con un carril de entrada |
|---|--|-----------------------------|
| a) Con menos de 50 vehículos pesados por hora que dan vuelta. | 5.00 m | 6.00 m |
| b) Con más de 50 vehículos pesados por hora que dan vuelta. | 9.00 m mínimo, o con curva de tres radios de 30.00 m, 60.00 m y 30.00 m. La curva compuesta debe ser usada únicamente en zonas con bajos volúmenes de peatones. | |

Fuente: Manual de proyecto geométrico para carreteras. (SCT)

Ampliación en curvas.

Debe incluirse un sobre-ancho en las curvas de menos de 1.70 m de radio y carriles menores de 3.60 m. Para cálculo de ampliaciones ver el Manual de Proyecto Geométrico para Carreteras Secretaría de Comunicaciones y Transportes. México, D.F.

Espaciamiento de las intersecciones a desnivel.

Las intersecciones a desnivel de las vías con accesos controlados se recomienda que estén espaciadas en la forma aproximada siguiente:

Tabla 5.11 Espaciamiento de las intersecciones a desnivel.

| Área de la ciudad | Espaciamiento de las intersecciones a desnivel (m) |
|--------------------------------|--|
| Centro comercial | 200 – 400 |
| Perimetral al centro comercial | 400 – 800 |
| Suburbanos | 800 – 1,600 |

Fuente: Manual de proyecto geométrico para carreteras. (SCT)

Carriles para vueltas izquierda y derecha.

Se requieren carriles para vueltas, como los de vueltas izquierdas en fajas separadoras centrales, así como vueltas derechas en ciertos accesos a intersecciones importantes. Estos carriles mejoran la seguridad y el nivel de servicio en las intersecciones. Estos carriles se integran con una transición de aproximación, una transición de desaceleración y un tramo de almacenamiento.

Nota. Los carriles de aceleración en vías principales son recomendables, pero no usuales. En caso de incluirlos, ver la fórmula correspondiente en las normas de vías de acceso controlado.

5.4.3. Calles colectoras.

Las calles colectoras sirven para distribuir el tránsito entre las vías principales y las calles locales. El sistema de calles colectoras se destina para movimientos de tránsito de paso dentro de un área local y dar acceso a las propiedades. (SEMOVI, 2014)

Tabla 5.12 Características operacionales y geométricas de las calles colectoras.

| Clasificación del terreno | Plano | Lomerío | Montañoso |
|---|-------|---------|-----------|
| Separación mínima a lo largo de la vía principal (m). | 400 | 400 | 400 |
| Número de carriles de circulación. Se recomiendan carriles de un sentido. | 4 | 4 | 4 |
| Anchura de los carriles de circulación: | | | |
| a. Carriles de estacionamiento en cordón (m). | 2.50 | 2.50 | 2.50 |

| Clasificación del terreno | Plano | Lomerío | Montañoso |
|---|-------|---------|-----------|
| b. Demás carriles (m). | 3.50 | 3.50 | 3.50 |
| Distancia del paramento a la guarnición (m). | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| Anchura mínima de las aceras (m) ¹² | 1.80 | 1.80 | 1.80 |
| Anchura del derecho de vía (m). | 21.60 | 21.60 | 21.60 |
| Rampas para minusválidos. | | | |
| a. Pendientes. | 8% | 8% | 8% |
| b. Anchura mínima de rampa (m). | 1.20 | 1.20 | 1.20 |
| Pendiente longitudinal máxima | 4% | 8% | 12% |
| Radios mínimos en curvas (m). | 105 | 75 | 53 |
| Radios de giro mínimos en las esquinas de las intersecciones (m). | 5 | 5 | 5 |
| Distancia mínima de visibilidad de parada (m). | 75 | 60 | 45 |

Fuente: Manual de proyecto geométrico para carreteras. (SCT)

5.4.4. Calles locales.

Las calles locales se utilizan para el acceso directo a las propiedades y deben estar conectadas con el sistema de calles colectoras. No deben alojar rutas de transporte público, ni de pasajeros ni de carga. (SEMOVI, 2014)

El movimiento de paso debe evitarse por estas calles, ya que de otra manera se demerita su función.

Características operacionales y geométricas de las calles locales:

Tabla 5.13 Características operacionales y geométricas de las calles locales.

| Clasificación del terreno | Plano | Lomerío | Montañoso |
|-------------------------------|-------|---------|-----------|
| Velocidad de proyecto (km/h). | 55 | 50 | 40 |

¹² Remite la circulación de coches de niños, bicicletas de niños y sillas de minusválidos, además de los peatones.

| Clasificación del terreno | Plano | Lomerío | Montañoso |
|--|-------|---------|-----------|
| Número de carriles de circulación. Se recomiendan calles de un sentido | 4 | 4 | 4 |
| Anchura de los carriles de estacionamiento en cordón (m). | 2.50 | 2.50 | 2.50 |
| Anchura de los carriles de circulación. | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| Distancia del paramento a la guarnición (m). | 1.80 | 1.80 | 1.80 |
| Anchura mínima de las aceras (m). | 1.80 | 1.80 | 1.80 |
| Anchura del derecho de vía (m). | 18.20 | 18.20 | 18.20 |
| Rampas para minusválidos en las esquinas | | | |
| a. Pendientes. | 8% | 8% | 8% |
| b. Anchura mínima de rampa (m). | 1.20 | 1.20 | 1.20 |
| Pendiente longitudinal máxima. | 4% | 4% | 4% |
| Radios mínimos en curvas (m). | 70 | 50 | 30 |
| Radio de giro mínimo en las esquinas de las intersecciones (m). | 5 | 5 | 5 |
| Distancia mínima de visibilidad de parada (m). | 60 | 45 | 30 |
| Longitud máxima para calles cerradas (m). | 200 | 200 | 200 |
| Radio mínimo en calles cerradas (m). | 15 | 15 | 15 |

Fuente: Manual de proyecto geométrico para carreteras. (SCT)

5.4.5. Calles peatonales y ciclistas.

a. Calles peatonales.

Las calles peatonales han surgido principalmente por dos motivos que por sí mismos, casi constituyen los requisitos que deben ser cumplidos cuando se quieren convertir algunas calles a peatonales. El primero es que han sido calles angostas, de contra longitud y a veces sinuosas, en las que el tránsito vehicular ha sido poco importante en volumen. El otro motivo ha sido la presencia de grandes volúmenes de peatones que demandan más espacio para circular. Como combinación de los dos motivos en muchas ciudades se han

presentado conflictos entre vehículos y peatones, en esas calles específicas. Muchas ciudades del viejo y del nuevo continente han transformado ciertas calles del “centro viejo” a calles peatonales con gran éxito en el comercio y en la rehabilitación de fachadas y mobiliario urbano.

Por el origen citado de estas calles peatonales no hay muchas normas geométricas, ya que estas se ajustan generalmente a las situaciones existentes. Sin embargo ciertas normas mínimas deben ser consideradas para habilitar, más que construir, nuevas calles peatonales.

Tabla 5.14 Características operacionales y geométricas de las calles peatonales.

| Características operacionales y geométricas de las calles peatonales | |
|--|--|
| Circulación de vehículos. | Se recomienda prever la posible entrada de vehículos de emergencia (bomberos, ambulancia, etc.), y prever también la atención de servicios como la basura y el gas. En caso de existir comercios debe resolverse el abastecimiento y el reparto de mercancías. |
| Anchura mínima | Para las necesidades anteriores, dejar posible paso libre de 4.00 m de anchura, sin obstáculos y con cierres de calles removibles. |
| Pendientes | Se recomienda una pendiente máxima para peatones de 8%. En pendientes mayores se recomienda instalar escaleras. |
| Calles peatonales subterráneas | Se recomienda salida frecuentes para atender casos de emergencia, así como elevadores para minusválidos y ancianos. |
| Seguridad. | No son recomendables las calles peatonales en zonas aisladas, con bajos volúmenes de tránsito. |

Fuente: Secretaría de Transportes y Vialidad.

b) Ciclopistas y ciclopistas.

Ciclovía: Carril para la circulación de bicicletas, perteneciente al cuerpo de la vialidad, conjuntándose con el tránsito vehicular, pero sin mezclarse. Lo anterior, por medio de boyas (topes), señalamiento horizontal, líneas de división. (Cal y Mayor, 2007)

Ciclopista: Infraestructura para la circulación de bicicletas en un área urbana. Dotada con señalamiento horizontal y vertical, caracterizándose, por su implementación fuera de los cuerpos de la vialidad. (SEMOVI, 2014)¹³

¹³ <http://www.setravi.df.gob.mx/wb/stv/c.html>

La experiencia de países en los que tradicionalmente ha sido utilizada la bicicleta como medio de transporte indica dos factores muy de tomarse en cuenta:

- Las distancias que está dispuesto a recorrer diariamente un ciclista son cortas, dentro de los 5 a 8 km.
- Los accidentes a ciclistas aumentan en proporción a los volúmenes de tránsito vehicular.

Así en zonas de altos volúmenes vehiculares la frecuencia de accidentes a ciclistas es más alta que en zonas de menores volúmenes. Lo anterior indica que en las grandes ciudades, con largos viajes por recorrer no es probable que se popularice el uso de la bicicleta. Por otra parte la mezcla de la bicicleta con volúmenes importantes de otros vehículos en zonas y calles importantes de la ciudad, arrojará un elevado número de accidentes. Estas razones, más otras como el robo de bicicletas, el clima y ciertas actitudes de los conductores de vehículos hacia los ciclistas, deben hacer pensar al proyectista de ciclopistas antes de dar la solución final.

Tabla 5.15 Características operacionales y geométricas de las ciclopistas.

| Tipos de Ciclopistas | | |
|----------------------|-------------------------|---|
| Tipo I | Ciclopistas separadas: | No se mezclan con el tránsito general, salvo en intersecciones. |
| Tipo II | Ciclopistas Adyacentes: | Son pistas dentro del arroyo de circulación adyacentes al carril exterior. |
| Tipo III | Ciclopistas Integradas: | No hay parte alguna en el arroyo de circulación exclusiva para bicicletas. Solamente existe señalamiento indicado la presencia de bicicletas. |

Fuente: Secretaría de Transportes y Vialidad.

Ciclopistas de dos sentidos.

No se recomienda dos sentidos de circulación para el tipo II, por conflictos en las vueltas, en las transiciones de uno o dos sentidos y por el tránsito adyacente en sentido opuesto. En el tipo III sería imposible, puesto que no hay pistas exclusivas.

Tabla 5.16 Características operacionales y geométricas de las ciclopistas de dos sentidos.

| Gálibos en pasos a desnivel | | |
|---|--------------------|--------------|
| Altura libre vertical (m): | Máxima: Mínima: | 3.00 2.50 |
| Distancia libre a objetos fijos (m): | Máxima: Mínima: | 0.6 0.2 |
| Ciclistas mezclados con peatones. Distancia entre ambos (m). | Máxima: Mínima: | 0.8 0.5 |
| Anchura de ciclopistas: | | |
| Tipo I, de los sentidos (m) | Máxima: Mínima: | 2.40 2.10 |
| Tipo II, de un sentido, a partir de la guarnición (m): | Máxima: Mínima: | 1.5 1.2 |
| Tipo III, un sentido, inmediata a una fila de autos estacionados. Anchura de estacionamientos más la ciclopista, a partir de la guarnición (m): | Máxima: Mínima: | 4.3 4.0 |
| Pendientes: En tramos largos | Máximo: | 5% |

Fuente: Manual de proyecto geométrico para carreteras. (SCT)

Radio de curvatura.

Generalmente el alineamiento horizontal coincidirá con el de la vialidad general, por lo que los radios tendrán la dimensión suficiente.

Tabla 5.17 Radio de curvatura.

| Velocidad de proyecto (km/h) | Radio mínimo (m) |
|---------------------------------|---------------------|
| 15 | 5 |
| 25 | 10 |
| 30 | 20 |
| 40 | 30 |

Fuente: Manual de proyecto geométrico para carreteras. (SCT)

En las curvas más cerradas se recomienda una sobre-elevación de 0.2% m.

Distancia de visibilidad de parada.

Tabla 5.18 Distancia de visibilidad de parada.

| Velocidad de proyecto | Pendientes de bajada (%) | | | |
|-----------------------|--------------------------|------|------|------|
| | 0% | 5% | 10% | 15% |
| 15 | 15 m | 15 m | 10 m | 12 m |
| 25 | 25 m | 27 m | 30 m | 40 m |
| 30 | 40 m | 40 m | 50 m | 60 m |
| 40 | 52 m | 60 m | 70 m | 90 m |

Fuente: Manual de proyecto geométrico para carreteras. (SCT)

Intersecciones.

Para disminuir el riesgo de accidentes se debe proyectar el señalamiento adecuado. En algunos casos se requerirá de semáforos especiales que separen los movimientos.

Conclusiones:

Mediante el desarrollo de la presente tesis se cumplió con los objetivos propuestos de la siguiente manera:

Se elaboró una Guía Metodológica para la Realización de Planes de Movilidad Urbana que será de gran utilidad para todas y cada una de las personas interesadas y que se dedican como tal, a estudios de Ingeniería de Tránsito y Transporte.

Para el estudio de caso se consideró una sola intersección (Periférico Ecológico y Blvd. Valsequillo), localizada en la ciudad de Puebla, debido a que la realización de un estudio completo implica dos factores muy importantes a reflexionar: Tiempo y Dinero.

La intersección presenta una buena sección transversal para albergar tres carriles por sentido con sus vueltas derechas protegidas y en su acceso oriente posee un carril de almacenamiento para las vueltas izquierdas.

Su señalamiento horizontal se encuentra en malas condiciones mientras que el vertical es escaso y de igual manera se encuentra en malas condiciones por lo que será necesario reforzar el señalamiento “vertical bajo”,

De los inventarios físicos realizados se observa la carencia de equipamiento urbano en la infraestructura vial para personas con capacidades diferentes, siendo esta una prioridad en todo proyecto urbano.

Los semáforos satisfacen la demanda vehicular, sin embargo es preciso mencionar que se encuentran en condiciones regulares, existen algunos en los cuales no hay como distinguir su color en especial en días con bastante radiación solar.

Las condiciones de pavimento son de buenas a regulares por lo que dentro de las alternativas de solución se establece la repavimentación de la misma.

Actualmente presenta problemas en los estacionamientos, esto debido a la imprudencia de los conductores, que a pesar que existe señalamiento de prohibición no lo respetan.

En relación a la hipótesis: La implementación de la presente metodología para estudios de movilidad urbana, que aplica para cualquier ciudad, traerá como resultado la disminución en su tiempo de realización y el subsecuente ahorro de dinero que esto conlleva, todo esto debido a que no es lo mismo contar con un documento que indique al técnico a elaborar su informe a que tenga que improvisar y hacerlo desde cero y, en ciertos casos sin cumplir con los parámetros necesarios.

Una correcta metodología nos proporciona las herramientas para desarrollar los planes movilidad urbana para cualquier ciudad, los mismos se realizarán en menor tiempo y por ende los costos generalizados que esto conlleva disminuirán.

Finalmente hay que destacar que, aunque actualmente no se cuenta con una metodología avalada por las autoridades competentes, el hecho de generar una guía que contempla todos y cada uno de los requisitos de movilidad, permite un mejor desarrollo de las ciudades, municipios y sus zonas conurbadas y con ello un beneficio para la población.

Recomendaciones:

Considerando como principal y fundamental parámetro para el desarrollo de planes de movilidad urbana, se recomienda a los técnicos e ingenieros utilizar la presente tesis que, como tal, les servirá de guía para el desarrollo de sus proyectos al mismo tiempo que cumplirán con todos los requisitos que este conlleva.

Como bien se menciona en la presente tesis, en todo estudio que implique la movilidad, el *peatón* y *ciclista* deberán ser el eje central, es decir, romper paradigmas antiguos en los cuales como pilar fundamental se encontraba el vehículo.

Una recomendación que se considera importante es la educación vial a todas las personas que conforman el sistema de red vial (peatón, ciclistas, transportistas, comerciantes), esto conllevará a tener prioridades y sobre todo que estos se respeten.

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.)

En relación a los accidentes de tránsito, se recomienda realizar un banco de datos que contemple los detalles del mismo como por ejemplo: hora del accidente, motivo, condiciones climáticas, consecuencias físicas y económicas, entre otras.

Se deberá retirar todo tipo de obstáculos no necesarios (puestos, anuncios) que impidan el paso seguro de peatones y personas con capacidades diferentes.

La operación del tránsito se puede mejorar mediante la aplicación de algunas medidas tales como: implementación de señalamiento horizontal y vertical en tramos de vialidad y en las intersecciones.

Las alternativas propuestas en principio no deben requerir fuertes cambios o adecuaciones en la malla vial actual, obteniendo así ventajas sociales al aportar espacios que contribuyen al desarrollo ya que facilita y potencia el acceso a todos los tipos de usuarios.

Hay que dejar bastante claro que, para la ejecución de alternativas de solución que implican la modificación geométrica o implementación de nueva infraestructura (repavimentación, pasos deprimidos o elevados) se deberá realizar un anteproyecto y el proyecto ejecutivo del mismo.

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

Se recomienda solicitar a la Dirección de Tránsito la implantación de un dispositivo de vigilancia para hacer valer el respeto de la señalización, principalmente la utilización de las zonas de ascenso y descenso y las señales restrictivas de prohibición de estacionamiento en la vía pública.

Bibliografía

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

Ceder, A., 2007. *Public Transit Planning and Operation, Theory, modelling and practice*. primera ed. Jordan Hill: Elsevier Ltd..

INEGI, 2012, *Accidentes viales. México*.

ITDP, 2012, *Lineamientos para una movilidad urbana sustentable*. México

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

OLIVERA BUSTAMANTE, F., 2011. *Estructuración en vías terrestres*. s.l.:Grupo Editorial Patria.

Ortuzar, J. d. D. & Sánchez, O., 2004. *Métodos y modelos en la Planeación del Transporte*. Segunda ed. Toluca: UAEM.

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

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

VICHIC, V., 2005. *Planning, and Economics*. Ney Jersey: John Wiley & Sons.

VICHIC, V., 2005. *Urban Transit, Operations, Planning, and Economics*. Ney Jersey: John Wiley & Sons.

WILEY, 2011. *Ingeniería de carreteras*. México: Limusa S.A.

ANEXO 1
RECORRIDO DE LA ZONA DE ESTUDIO Y LEVANTAMIENTO DE
LA INFORMACIÓN DE CAMPO



Ciclo y Fases Semafóricos

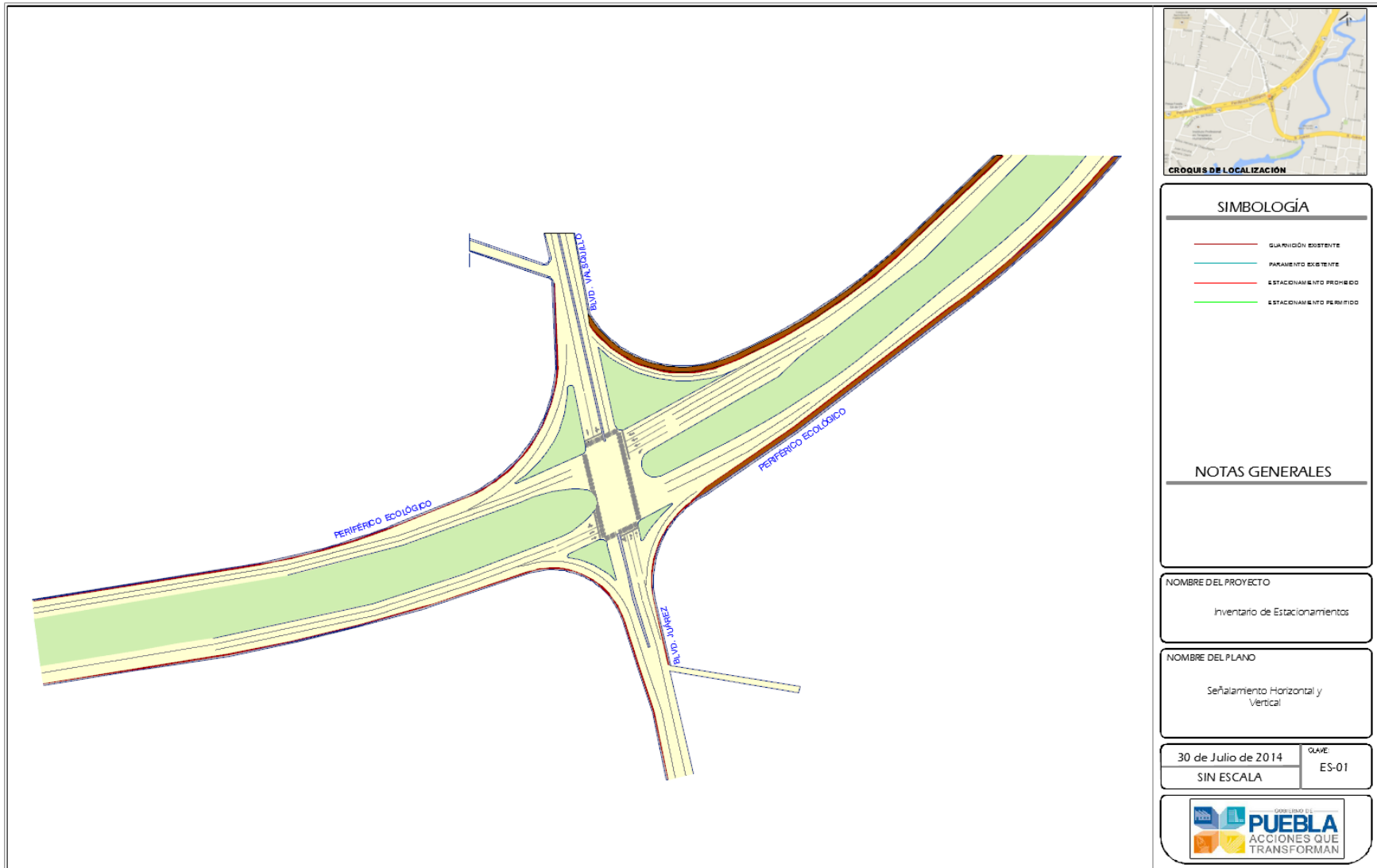


Secciones Transversales



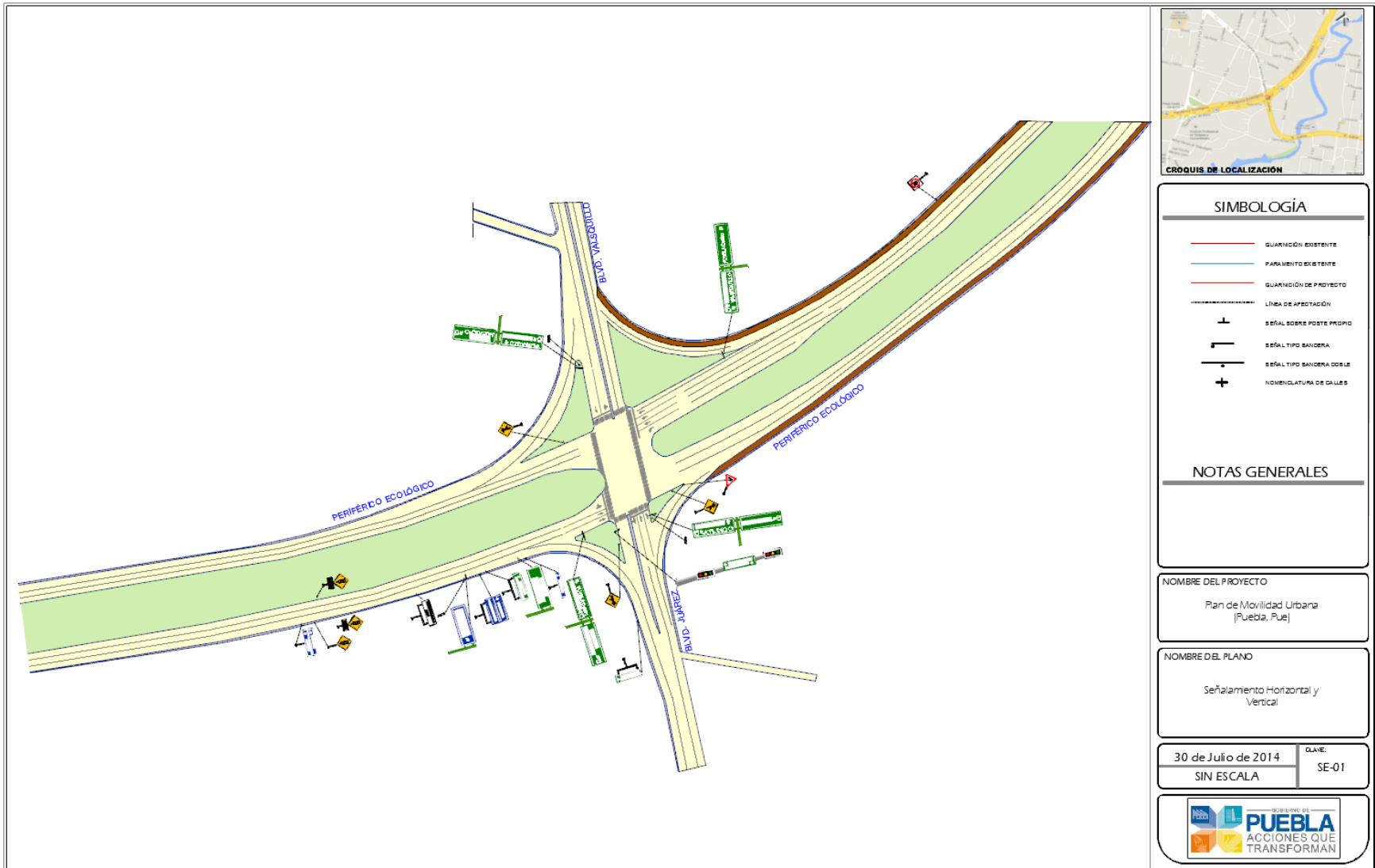
Señalamiento Vertical

ANEXO 2
INVENTARIO DE ESTACIONAMIENTOS

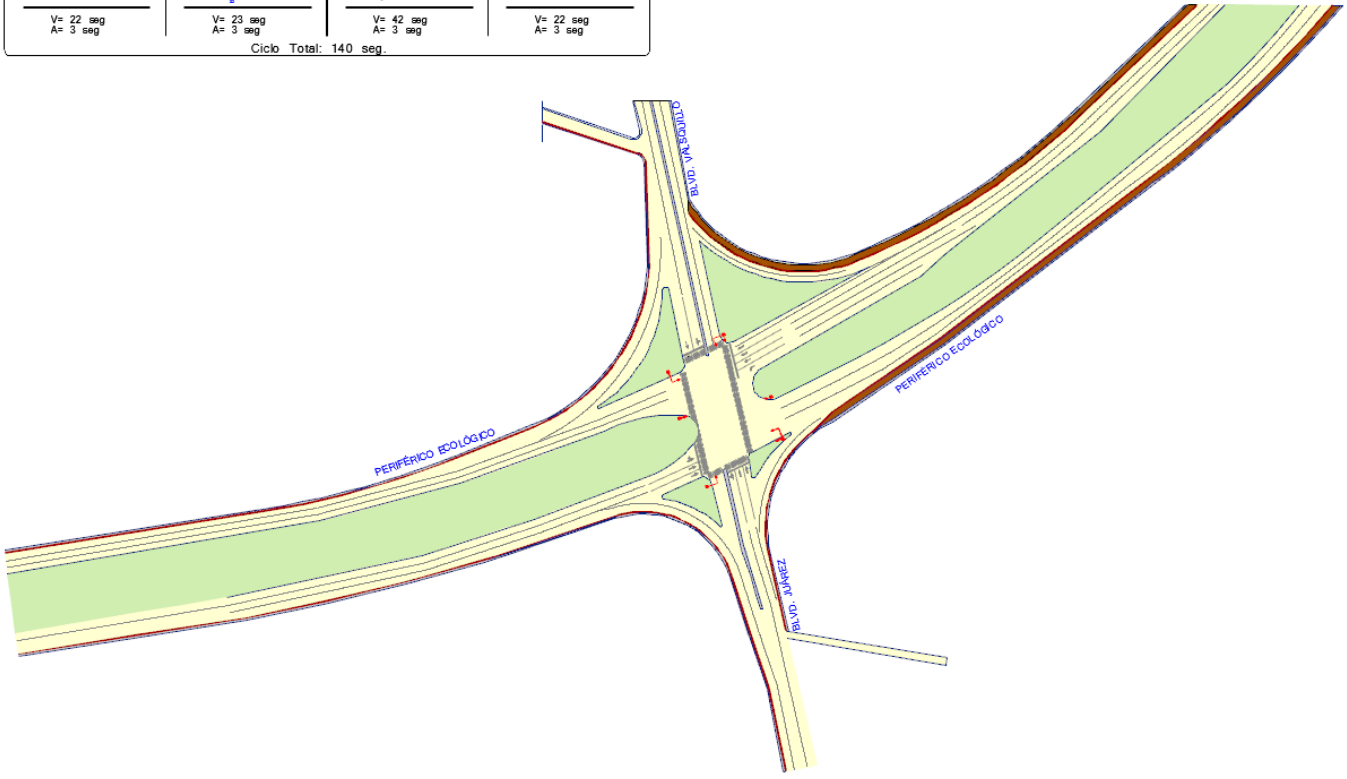
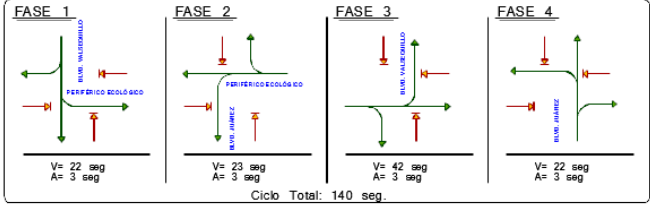


ANEXO 3

INVENTARIO DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL



ANEXO 4
INVENTARIO DE SEMÁFOROS (CICLOS Y FASES)



SIMBOLOGÍA

- GUARCIÓN EXISTENTE
- PARALELO EXISTENTE
- GUARCIÓN DE PROYECTO

NOTAS GENERALES

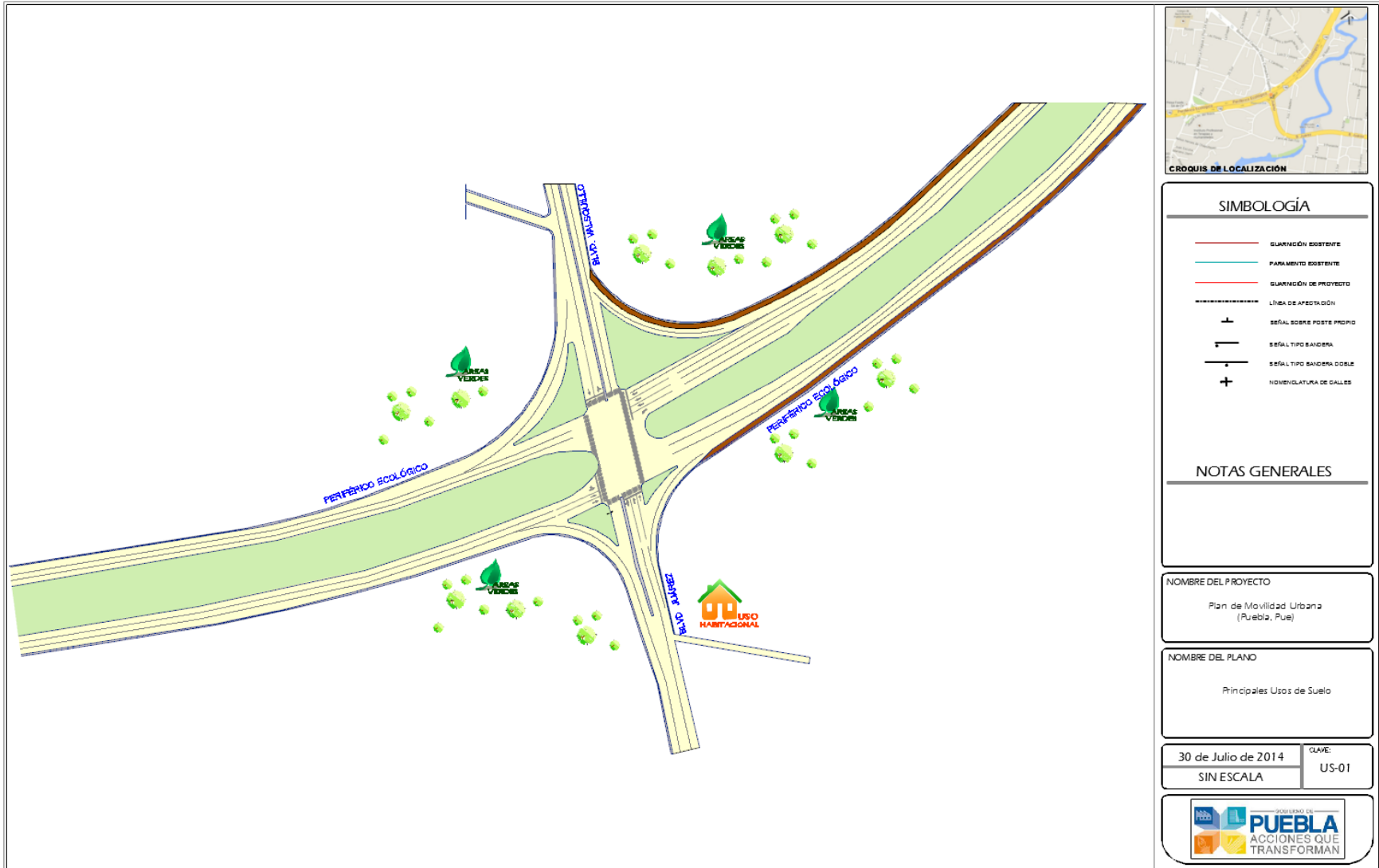
NOMBRE DEL PROYECTO
Plan de Movilidad Urbana (Puebla, Pue)

NOMBRE DEL PLANO
Inventario de Semáforos

| | |
|---------------------|--------|
| 30 de Julio de 2014 | CLAVE: |
| SIN ESCALA | IS-01 |



ANEXO 5
INVENTARIO DE USOS DE SUELO



| SIMBOLOGÍA | |
|------------|--------------------------|
| | GLARIÓN EXISTENTE |
| | PARANITO EXISTENTE |
| | GLARIÓN DE PROYECTO |
| | LÍNEA DE APECTACIÓN |
| | SEÑAL SOBRE POSTE PROPIO |
| | SEÑAL TIPO BANDERA |
| | SEÑAL TIPO BANDERA DOBLE |
| | NOMENCLATURA DE CALLES |

| NOTAS GENERALES | |
|--|--|
| NOMBRE DEL PROYECTO | |
| Plan de Movilidad Urbana (Puebla, Pue) | |
| NOMBRE DEL PLANO | |
| Principales Usos de Suelo | |

| | |
|---------------------|--------|
| 30 de Julio de 2014 | CLAVE: |
| SIN ESCALA | US-01 |

