



UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

Incorporación No. 8727-15

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escuela de Ingeniería Civil

DISEÑO GEOMÉTRICO PARA LA INTERSECCIÓN VIAL DE LA CALZADA LA FUENTE Y EL LIBRAMIENTO ORIENTE EN URUAPAN, MICHUACÁN.

Tesis

que para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presentan:

Carlos Iván Corza Corza

Alfredo Hernández Saldivar

Asesor:

I.C. Sandra Natalia Parra Macías.

Uruapan, Michoacán, a 17 de Noviembre del 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

Introducción	1
Antecedentes.....	1
Planteamiento del problema.....	3
Objetivos.....	5
Pregunta de investigación.....	5
Justificación	6
Marco de referencia.....	7

CAPÍTULO 1.- ELEMENTOS DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO

1.1 Concepto de Ingeniería de tránsito.....	9
1.2 Factores que integran el tránsito.....	10
1.2.1 El camino.....	10
1.2.2 El usuario.....	14
1.2.3 Vehículo.....	17
1.3 Vehículo de proyecto	19
1.4 Velocidad.....	26
1.5 Velocidad de proyecto.....	26
1.6 Distancia de visibilidad.....	28
1.6.1 Distancia de parada.....	29
1.7 Volumen de tránsito	31
1.7.1 Volúmenes de tránsito horarios.....	31
1.7.2.- Volúmenes de tránsito promedio diarios.....	32
1.8.-Previsión del tránsito.....	33
1.9.- Densidad del tránsito	35
1.10.- Derecho de vía.....	36
1.11.- Nivel de servicio.....	38
1.12.- Capacidad y nivel de servicio.....	40
1.13.- Volumen de servicio.....	41

1.14.-Capacidad para condiciones de circulación continua	45
1.15.- Factores que afectan a la capacidad y los niveles de servicio.....	48

CAPÍTULO 2.- ELEMENTOS GEOMETRICOS EN VIALIDADES URBANAS

2.1 Alineamiento vertical.	50
2.2 Alineamiento horizontal.....	54
2.3.- Secciones Transversales.....	63
2.3.1.- Sección Sencilla.....	64
2.3.2.- Secciones Separadas	65
2.3.3.- Sección compuesta.....	67
2.4.- Elementos de Diseño.....	69
2.4.1.- Ancho de Arroyos carriles	70
2.4.2.- Ancho de Camellones.....	70
2.4.3.- Pendientes Transversales	71
2.4.4.- Espacio Libre Lateral.	71
2.5 Curvas horizontales.	72
2.5.1.- Tangentes.....	72
2.5.2.- Curvas circulares	73
2.6.- Guarniciones.....	77
2.7.- Banquetas.....	80

CAPITULO 3.- ELEMENTOS DE DISEÑO EN INTERSECCIONES

3.1 Intersecciones.....	86
3.1.1. Clasificación de intersecciones.	88
3.1.2. Tipo de intersecciones a nivel.....	92
3.1.3. Tipo de intersecciones a desnivel.	98
3.2 Intersección giratoria o glorieta.	107
3.2.1 Mini glorieta.....	111
3.3 Isletas y canalizaciones.	112
3.4. Carriles de cambio de velocidad.	116
3.5. Accesos y rampas a una intersección a desnivel.....	121

3.6. Maniobras de los vehículos en la intersección.....	125
3.7. Áreas de maniobra en la intersección.....	129

CAPÍTULO 4.- RESUMEN DE MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN.

4.1. Generalidades.....	134
4.1.1. Objetivo.....	135
4.1.2. Alcance del proyecto.....	135
4.2. Resumen ejecutivo.....	136
4.3. Entorno Geográfico.....	137
4.3.1 Macro y Micro localización.....	137
4.3.2 Geología regional y de la zona de estudio.....	140
4.3.3. Hidrología de la regional y de la zona de estudio.....	142
4.3.4. Uso de suelo regional y de la zona de estudio.....	144
4.4. Informe fotográfico.....	147
4.4.1. Problema de azolve.....	156
4.4.2. Estado físico actual.....	156
4.5. Alternativas de solución.....	157
4.5.1. Planteamiento de alternativas de solución.....	158

CAPITULO 5.- METODOLOGÍA

5.1 Método empleado.....	160
5.1.1 Método matemático.....	161
5.2 Enfoque de la investigación.....	161
5.2.1 Alcance de la investigación.....	162
5.3 Diseño de la investigación.....	163
5.4 Instrumentos de recopilación de datos.....	163
5.5 Descripción del proceso de investigación.....	164

CAPÍTULO 6.- CÁLCULOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

6.1 Aforo vehicular. 166
6.2 Parámetros de diseño. 167

CONCLUSIÓN 178

BIBLIOGRAFÍA 182

ANEXOS

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

En la actualidad el ser humano se encuentra en un proceso de urbanización, por ende, se tiene la necesidad de contar con medios de transporte que pueden ser por aire, agua y tierra.

El Ing. Carlos Crespo Villalaz indica que “los medios de comunicación son conocidos como motores de la vida social y poderosos instrumentos de la civilización”. (Crespo 1996:208)

En épocas pasadas surgió la necesidad de las tribus nómadas de transportarse de un sitio a otro principalmente en busca de alimentos. Cuando estos grupos se volvieron sedentarios, surgió una nueva necesidad, caminos peatonales con finalidades concretas. Esto quizá haya sido la causa por las cuales las ciudades antiguas evolucionaron cerca de márgenes de ríos y lagos.

Según M. en I., I. C. Fernando Olivera Bustamante (1986) “con la invención de la rueda, apareció la carreta jalada por personas o por bestias.” Así mismo, surgió la necesidad de mejorar y acondicionar los caminos, para que el tránsito fuera rápido, cómodo y seguro. Se tiene referencia de que los Espartanos y Fenicios fueron pioneros en la construcción de este tipo de caminos. Posteriormente los romanos los construyeron para ampliar su dominio en varios puntos de África, Europa y Asia.

Con las nuevas necesidades del ser humano el crecimiento de las vías terrestres se ha sujetado a cambios por la innovación en medios de transporte,

dándose cambios drásticos desde el paso del hombre, animales de carga, más tarde la aparición del ferrocarril y a finales del siglo XIX la aparición del automóvil, que ha tenido una rápida evolución y expansión, gracias al proceso de industrialización y avances tecnológicos.

Los caminos en México surgieron con la llegada de los españoles, ya que se dieron cuenta que los pobladores desconocían el uso de la rueda en vehículos de transporte; pero se encontraron que contaban con una considerable cantidad de caminos, senderos y calzadas de piedra.

Las primeras modificaciones a los caminos construidos por los indígenas tuvieron su origen ya que surgió la necesidad de transitar sobre ellos con animales de tiro, carga y carretas para transportar los productos de la Nueva España hacia los puertos marítimos de forma rápida y segura para poder ser enviados hacia España.

En México existen manuales para el diseño de vialidades emitidos por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y forma parte de un conjunto de manuales que son desarrollados con el fin de orientar a las instituciones responsables con procesos de solución de los problemas de vialidades. “Es importante señalar que estos manuales, a pesar de ser independientes entre sí, mantienen a la vez una estructura coherente como conjunto, dado que son piezas para utilizar integralmente para el logro de la meta central: el mejoramiento de la calidad de vida de las ciudades a través de uno de sus elementos esenciales en

vialidades” lo anterior corresponde a lo citado en el prefacio del Manual Normativo de Diseño Geométrico de Vialidades Tomo IV emitido por la SCT.

Existe una gran importancia en la construcción de distribuidores viales, pasos a desnivel, desgraciadamente sólo se pueden ver en las grandes ciudades donde se cuenta con el suficiente recurso para su infraestructura.

Con lo anterior, se señala que se ha investigado sobre el material existente en la biblioteca de la Universidad Don Vasco A.C. y se encontró una sola tesis exactamente del mismo problema que se está planteando titulada “Diseño geométrico del paso a desnivel en el libramiento oriente esquina calzada La Fuente en Uruapan Michoacán” elaborada por Ramiro Mendoza Zarate, a pesar de ello, el presente trabajo procura aportar nueva información y una nueva idea de solución al problema que se tiene en esa intersección vial.

Planteamiento del problema.

Las obras de ingeniería deben realizarse en las condiciones más económicas posibles, pero cumpliendo con las perspectivas para las que fueron proyectadas y se debe entender que una obra es económica cuando los costos de construcción, conservación y operación son mínimos en relación con otras alternativas, el concepto más importante y el que se debe de tomar en la obra, es el costo beneficio.

La definición anterior hace referencia y compara si es mejor el beneficio que el costo de la obra, tomando en cuenta que la obra es factible y tendrá un beneficio a la sociedad. La creciente utilización del vehículo en las vialidades ha llegado a niveles críticos.

El automóvil ofrece muchas ventajas, como los son; disponibilidad inmediata, acceso instantáneo, seguridad, y capacidad de transportamos para poder satisfacer los actuales hábitos de consumo. El hecho de que el automóvil pueda ser adquirido con una gran facilidad por el usuario, y el hecho de que la mayoría de la población cuente con un medio propio de transporte, provoca que sean menores las ventajas en intersecciones y cruces, esto nos dice que se tiene una gran posibilidad de sufrir retrasos y estancamiento vehicular.

Esta tesis plantea darle una solución al problema de tránsito vehicular existente en la intersección vial de la Calzada La Fuente y libramiento Oriente en la ciudad de Uruapan, Michoacán, ya que en ciertas horas del día se tiene un estancamiento vehicular, debido a que es la única vía alterna que se tiene para que los prestadores del servicio pesado puedan atravesar la ciudad de sur a norte y de igual manera en sentido contrario para poder tomar la carretera libre Uruapan-Apatzingán. Y también tómesese en cuenta que es un punto principal de acceso a la zona suburbana del poniente de la ciudad, y es la principal arteria que comunica con el centro de la ciudad. Por consecuencia, ocasiona una gran pérdida de tiempo para los automovilistas que circulan por la intersección, se tiene el reporte de que es una zona con un alto índice de accidentes viales.

Esta intersección vial es la única que cuenta con 4 semáforos. La problemática que existe en esta intersección es que ha sido superada por la demanda de la población. Y se requiere darle una solución al problema de tráfico de esta zona urbana, para darle una mayor fluidez a la intersección.

Objetivos.

Objetivo general:

Realizar el diseño geométrico para la intersección vial de la Calzada La Fuente y el Libramiento Oriente, para tratar de darle una solución al problema de congestamiento vehicular y eliminar la posibilidad de colisión, de la intersección vial ubicada en el libramiento poniente y la calzada La Fuente, enfocándose en el diseño geométrico y estructural para una intersección a nivel y un paso a desnivel inferior en dicha intersección.

Proporcionar un diseño eficiente, seguro y económico. Además de diseñar y proyectar dicho desnivel, se ubicará todo tipo de señalamiento en el lugar y así se verán beneficiados los pobladores y visitantes de la ciudad de Uruapan.

Objetivos específicos:

1. Definir el concepto de proyecto geométrico.
2. Mencionar los elementos de ingeniería de tránsito.
3. Mencionar los elementos geométricos en vialidades.
4. Definir qué es una intersección.
5. Identificar el sitio de estudio.
6. Obtener el diseño geométrico de intersección vial a nivel y un paso a desnivel inferior del sitio en estudio.

Pregunta de investigación.

Con la presente investigación del paso a desnivel y la intersección a nivel y teniendo los objetivos ya definidos, se da la necesidad de plantear la pregunta de investigación principal, que guiará a responder una definición concreta al diseño de la intersección vial.

¿Cuál es el diseño geométrico ideal para la intersección vial de La Calzada la Fuente y Libramiento Oriente en Uruapan Michoacán?

Justificación

Este tipo de estudio busca enfocarse en la intersección vial del Libramiento Oriente y Calzada La Fuente, que optimice las exigencias presentadas por la gran problemática del congestionamiento vehicular, además de que cuente con el objetivo principal de determinar un diseño eficiente, seguro y económico que se encuentre acorde a los recursos disponibles del municipio, teniendo en cuenta para dicho proyecto tanto una intersección a nivel como una a desnivel, las cuales se encuentran dentro de los lineamientos que marca la SCT. Esto es con el fin de que sea en forma apropiada, y acorde a los requerimientos.

La posibilidad potencial de esta mejora será, el notable movimiento que tendrá el peatón, economías en la operación vehicular, reducir índices de accidentalidad, disminución de las congestiones vehiculares, de tal forma que el transporte se vuelva más rápido y eficaz, de esta manera se incrementará el beneficio hacia la población que se verá reflejada en menor tiempo de transporte.

Se encuentran dos factores importantes que determinan la necesidad de la intersección vial: uno de estos destaca la evidencia de congestionamiento de tráfico, y el segundo indica que es un cruce de suma importancia en el Libramiento Oriente, ya que es por donde se tiene el principal acceso a la zona suburbana del poniente de la ciudad y es una arteria principal que comunica con la zona centro.

Acorde a lo anterior y debido a que el tiempo ha ido incorporando la infraestructura suburbana con la urbana, es importante y además estratégico considerar el diseño de la intersección.

Por otra parte, el índice de seguridad vial, la tasa de accidentalidad ha aumentado, no sólo en el número de accidentes sino en el número de vehículos implicados, además que es un cruce donde se aumenta el índice de mortalidad de los transeúntes, aunque se han implementado medidas de seguridad preventivas como lo son: el uso del cinturón de seguridad, límites de velocidad, uso de casco para motocicletas, señalamientos, etc.... ya que actualmente no se cuenta con el recurso para darle una solución a la intersección, se han implementado estas medidas de seguridad.

Marco de referencia.

En la elaboración de la presente investigación, se adoptó el proyecto de una intersección vial, la cual es una de las más importantes de la ciudad de Uruapan, en la cual confluyen un alto número de vehículos, los cuales se componen desde camiones de carga hasta motocicletas, ya que es un cruce importante de acceso para comunicar las colonias aledañas al oriente de la ciudad.

El sitio en estudio mencionado se encuentra en el Libramiento Oriente, haciendo cruce con la Calzada La Fuente y la calle Gabriel Cervera, en el sitio se observa que se encuentra con negocios aledaños al perímetro del cruce, como los son:

- Vulcanizadora
- Torno

- Farmacia
- Tienda de empeño
- Expendio de cerveza
- Bodega de materiales
- Refaccionaria
- Taller de mecánica
- Venta de barnices
- Hielera

Cabe destacar que en la parte sureste se encuentran los terrenos del aeropuerto. En las zonas cercanas al cruce vial se puede encontrar un jardín de niños, escuela primaria, estación de gasolina, bares y centros nocturnos. Lo anterior podemos citar que se encuentra con una gran diversidad de negocios de todo tipo, por otra parte, se localizan terrenos baldíos y casa-habitación.

CAPÍTULO 1

ELEMENTOS DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO

En este capítulo se habla de todos los elementos de ingeniería que integran el tránsito, en lo cual se definirá y comprenderá cada una de sus partes. El transporte automotor ha facilitado la vida del hombre e influye notablemente en sus actividades sociales y económicas, los elementos de tránsito influyen sobre el movimiento de personas, vehículos en los caminos, cuando se habla de elementos de ingeniería en un camino se refiere a la planificación, diseño y la operación de tráfico en las calles, carreteras y autopistas sobre las redes de ellas mismas, infraestructura de las tierras colindantes y su relación con diferentes tipos de transporte para lo cual consiguiendo una movilidad segura, eficiente y conveniente tanto de personas de mercancías.

A continuación, se darán algunas variables sobre los elementos que integran a la ingeniería de tránsito.

1.1 Concepto de Ingeniería de tránsito.

Es la rama de la ingeniería civil, que tiene que ver con la planeación de proyectos geométricos, la operación de tránsito por calles y carreteras, y la obtención de datos relacionados a los elementos que integran el tránsito en algún punto específico. Se puede realizar en intersecciones, redes viales, puentes, casetas, túneles viales, etc.

1.2 Factores que integran el tránsito.

Se asume que los elementos básicos que integran el tránsito son:

- 1) El camino.
- 2) El usuario.
- 3) El vehículo.

Uno de los principales factores que intervienen en los problemas de tránsito, en cualquier zona urbana son; los diferentes tipos de vehículos sobre el camino, como lo pueden ser, camiones, bicicletas, automóviles, etc.

Teniendo en cuenta que “otros factores son inadecuadas que incluyen trazos urbanos anacrónico, calles y caminos angostos, torcidos y con fuertes pendientes y banquetas insuficientes”. (Mier: 1987: 21). Esto indica que se carece de una falta de planificación en el crecimiento demográfico de las ciudades, ya que la falta de planificación también afecta el tránsito de los usuarios en un camino, donde existen calles, puentes, intersecciones con una nula planificación en el tránsito, ya que algunas de ellas son obsoletas y anticuadas. Se entiende que la “falta de educación vial y ausencia de leyes y reglamentos de tránsito que se adapten a las necesidades del usuario”. (Mier: 1987: 21), lo que da a entender, que estos factores propician las pérdidas de tiempo, y en casos extremos las pérdidas de vidas humanas

1.2.1 El camino.

Se define como camino a la franja de terreno acondicionada para el tránsito del vehículo, su denominación es incluida a nivel rural como carreteras y a nivel urbano como calles de la ciudad. El sistema vial es uno de los patrimonios más

valiosos de infraestructura que cuenta cualquier país, por lo que su calidad representa uno de los indicadores de desarrollo.

Se tiene conocimiento de que el inicio de la construcción de caminos para automotores en México se inició en 1925, con una ley que promulgó el presidente Plutarco Elías Calles quien fue el que creó la Comisión Nacional de Caminos, y fue él mismo quien asignó el primer presupuesto.

Su clasificación funcional dentro del criterio de planeación, la red rural como urbana se clasifica de tal manera que se fijan funciones específicas a las diferentes carreteras y calles, para atender la necesidad del usuario y mercancías de una manera rápida, cómoda y segura. Para facilitar la movilidad se necesita disponer de carreteras y calles rápidas.

En términos generales las calles y carreteras pueden clasificarse en tres grandes grupos: principales (arteria), secundaria (colector), locales:

a) Calles principales: son las que permiten el movimiento del tránsito en áreas o partes de la ciudad. Dan servicio directo y generalmente conectan con el sistema de autopistas o vías rápidas.

b) Calle secundaria: éstas ligan las calles principales con las locales, creando acceso a las propiedades.

c) Calle local: proporciona acceso directo a las propiedades, pueden ser residencias, comerciales o de algún otro uso, además facilitan el tránsito local y se conectan directamente con las calles secundarias y calles principales.

La vía rápida, son las que facilitan el movimiento de grandes volúmenes de tránsito entre áreas urbanas, una autopista tiene separación total de los flujos de conflicto, en tanto una vía rápida, puede o no tener algunas intersecciones a desnivel. Estos tipos de arterias forman parte del sistema de la red vial primaria.

Su clasificación es importante en el proceso de planeación del transporte, ya que agrupa las calles y carreteras de acuerdo con el servicio que se espera que se presente.

La clasificación contribuye a la solución de problemas mediante:

1. Determinación de la importancia relativa de las calles y carreteras.
2. Evaluación de deficiencias, comparando la geometría actual y niveles de servicio especificados del proyecto.
3. Determinación de necesidades resultantes.
4. Estimación de costo beneficio de la mejora.
5. Determinación de las bases específicas del proyecto.

Los caminos en México pueden tener varias clasificaciones del tipo de camino:

1. Clasificación de transitabilidad:

En general corresponde a las etapas de construcción.

- Camino de tierra: sólo es transitable en tiempo de secas.
- Camino revestido: transitable todo el tiempo.
- Camino pavimentado: tratamiento superficial, asfalto o concreto.

2. Clasificación administrativa:

Es independiente de características técnicas del camino. Hay divisiones según la dependencia del gobierno que tienen a su cargo la construcción y conservación.

- Camino federal: directamente a cargo de federación.
- Camino estatal: a cargo de las juntas locales de caminos.
- Camino vecinal: construido por la cooperación, de los beneficiados.
- Camino de cuota: a cargo de Caminos y Puentes Federales, la inversión es recuperable a través del pago de cuotas de paso.

3. Clasificación técnica:

Permite distinguir la categoría física del camino, tomando en cuenta el volumen de tránsito sobre el camino y especificaciones geométricas. Por lo general esta asignación de categorías es emitida por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, en sus Normas de Servicios Técnicos.

- Tipo especial: para un tránsito diario promedio anual de 5000 a 20000.
- Tipo A: para un tránsito diario promedio anual de 3000 a 5000.
- Tipo B: para un tránsito diario promedio anual de 1500 a 3000.
- Tipo C: para un tránsito diario promedio anual de 500 a 1500.
- Tipo D: para un tránsito diario promedio anual de 50 a 500.
- Tipo E: para un tránsito diario promedio anual menor a 50.

1.2.2 El usuario.

Uno de los elementos básicos de la ingeniería de tránsito es el usuario y está relacionado con peatones y conductores, estos son los elementos principales que transitan por las calles y carreteras. El comportamiento del usuario es con frecuencia uno de los principales factores que integran el flujo del tránsito.

Por otra parte, se considera peatón a la población en general, desde personas de un año hasta a personas de cien. El peatón es la persona que transita por sus propios medios sobre un camino de uso público o privado, el peatón se caracteriza por tener gran capacidad de movimiento y es capaz de adaptarse a las condiciones de cualquier camino. Por sus características es el más vulnerable a sufrir accidentes de tránsito según estadísticas se tiene una cifra muy alta de muertes en accidentes de tránsito donde está implicado el peatón.

Se puede afirmar que el peatón está inadaptado a la evolución motorizada, ya que desconoce las restricciones físicas del camino, no cruza en zonas indicadas, falta de señalizaciones, falta de cortesía de los conductores. Así mismo el conductor es el humano que controla el desplazamiento del vehículo, siendo responsable de su manejo, por lo general el que conduce el vehículo sabe el mecanismo con el que se opera, pero desconoce las limitaciones mecánicas del mismo en algunos casos carece de destreza para mezclarlo con el tránsito.

Se define que “en esta forma el vehículo puede transformarse en un objeto de primera necesidad, determinante para el progreso, en un arma homicida que, con el leve movimiento de un pedal, puede acabar con la vida de muchas personas”. (Mier: 1987: 23)

La visibilidad es un factor muy importante para la buena conducción y siempre debe ser tomada en cuenta en el proyecto. La visibilidad del conductor está limitada por los defectos de visión los cuales son: miopía, presbicia, astigmatismo, estrabismo, etc., son corregidas mediante intervención quirúrgicas o adaptación de lentes.

La visión normal de un conductor viendo hacia enfrente abarca una visión de 180°, casi la mayoría de los usuarios percibe lo que sucede a 180° pero no distinguen detalles, esto solamente se distingue en un ángulo más cerrado que varía entre los 120° y 160°. Hay personas que padecen del defecto de visión de túnel, no distingue nada fuera de cierto cono de visión. Algo semejante a la visión de túnel ocurre a todos los conductores a alta velocidad, a medida que el automóvil aumenta velocidad el conductor sufre visión de túnel. Esto es importante, ya que a cierta velocidad la lectura de textos sobre señales solo pueden realizarse sobre cierto ángulo de visibilidad.

Existen dos tipos de reacciones en el individuo, la reacción física y la reacción psicológica. La reacción física está relacionada con el conductor que desarrolla ciertos hábitos. En referencia a ingeniería de tránsito “Las personas que están acostumbradas a utilizar cierta ruta especial, determinada carretera o calle, se les desarrolla un hábito que se convierte en destreza. Pueden llegar a cierto cruce y prever el peligro.” (Rafael Cal y Mayor: p. 50). Se determina que la persona desarrolla una cierta habilidad y una reacción condicional. El hábito o experiencia que adquiere un conductor puede ser una de las mejores defensas que tiene para prever accidentes.

La reacción psicológica es el proceso intelectual que termina en juicio o decisión, estímulos percibidos y mandados de forma simultánea al cerebro que toma decisión para actuar. Por cualquier emergencia que se presente en el camino como lo pueden ser: un peatón, animales en el camino, señalización, desviación o cualquier obstáculo que se presente.

Una vez al volante de su automóvil el conductor tiene una gran libertad de acción, pero no absoluta. Los factores que pueden alterar las facultades del individuo en el control del automóvil pueden ser factores internos y factores externos.

Factores internos:

1. Psicológicos:

- Motivación
- Experiencia
- Personalidad
- Estado de ánimo

2. Físicos

- Vista
- Adaptación lumínica
- Otros sentidos

3. Psicosomáticos:

- Cansancio
- Sexo
- Edad

Factores externos:

- 1.- Tiempo (meteorológico)
- 2.- Uso de suelo
- 3.- Tráfico
- 4.- Características del camino
- 5.- Estado del camino

1.2.3 Vehículo

El vehículo es el instrumento mecánico con el que cuenta el conductor, por lo que el estudio de sus características, dimensiones y comportamiento es importante para el estudio que se llevará a cabo. Los vehículos en la actualidad están destinados para distintos usos, por lo que sus características varían dentro de una gama de formas, medidas y peso.

Los vehículos se clasifican en cuatro grandes grupos:

1.- Biciclos: motocicletas y bicicletas conforman este tipo de vehículos, que se caracterizan por sus reducidas dimensiones y por su gran movilidad. Este medio los hace vulnerables a factores como la accidentalidad producida por la cercana interacción con vehículos automotores, se desplazan con facilidad sobre caminos exclusivos para el tránsito vehicular o peatonal y medio ambiente adverso.

2.- Ligeros: a este grupo pertenecen los vehículos de cuatro ruedas destinados al transporte de entre una y siete personas o de mercancías ligeras, popularmente se conoce como coches. También se incluye dentro de este grupo

al vehículo utilizado para el transporte de mercancías no muy voluminosas, como camiones pequeños o furgonetas.

Este vehículo es muy importante viéndolo del punto de vista cuantitativo, ya que su participación en el tránsito normalmente es más alta a las de los demás vehículos. Por esta razón, sus características condicionan los elementos relacionados con la geometría de la vía y la regulación del tráfico.

3.- Pesados: los vehículos de este tipo pueden ser camiones de carga y autobuses, pero pueden integrarse otro tipo de vehículos en esta clasificación, que son todos aquellos que tengan dos o más ejes y seis o más llantas, este grupo contribuye una parte importante, aunque no mayoritaria, del tráfico.

Una de las principales características que hace que se tome una gran importancia a este grupo en cualquier diseño de algún camino, son sus elevados pesos y dimensiones, que condicionan el borde para el cálculo de los elementos del camino.

Los vehículos que conforman este grupo son:

- Camiones con remolque, semirremolque o sin el
- Autobuses
- Tranvías y trolebuses

4.-Especiales: son los vehículos que se encuentran de manera significativa dentro del tráfico, pero si lo condicionan debido a sus grandes dimensiones y a su lentitud de movimiento.

A este grupo pertenecen:

- Vehículos agrícolas
- Maquinaria de obra
- Carretas
- Remolque para maquinaria pesada
- Algunos autos deportivos

Generalmente no son tenidos en cuenta en el diseño del camino. Solamente en determinadas zonas donde su presencia se dé mayor importancia.

Existen normas que rigen los proyectos de las calles y carreteras las cuales se fundamentan en gran parte de las dimensiones y características de operación de los vehículos.

1.3 Vehículo de proyecto.

El vehículo de proyecto es el vehículo hipotético, cuyo peso, dimensiones y características de operación son utilizadas para establecer los lineamientos que ayudarán al proyecto geométrico de las carreteras, calles e intersecciones, de tal manera que puedan incorporarse de manera adecuada al camino. Se consideran dos tipos de vehículos: los vehículos ligeros y los vehículos pesados. Se entiende que “para su clasificación están referidas al radio mínimo de giro y aquellas que determinen las ampliaciones o sobre achos necesarios en las curvas horizontales, tales como distancia entre ejes extremos, ancho total de la huella y vuelos delanteros y traseros”. (Rafael Cal y Mayor: s/f : 81).

Tiene un importante punto de referencia en el diseño geométrico vial para apoyo en la ejecución y costo vial, el uso de vehículos de proyecto más grandes

implica un diseño con mejor circulación y características de seguridad, mientras que el uso de vehículos de proyecto más pequeños nos da un resultado de dimensiones menores en el diseño geométrico. Es importante considerar las consecuencias al escoger un vehículo demasiado pequeño. No es aceptable proyectar calles locales o secundarias con dimensiones inadecuadas, un ejemplo claro sería para transitabilidad de carros de bomberos, aunque se espere que el camino sea utilizado por este tipo de vehículos, aunque no sea muy frecuente, de la misma forma será peligroso proyectar una vía regional con dimensiones inadecuadas, para el vehículo más grande que pueda usarla.

El método más común para definir el flujo del tránsito en México es definido por la SCT tomando en cuenta, los nueve tipos de vehículos, basado en el porcentaje típico de estos nueve vehículos, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes ha desarrollado 6 vehículos de proyecto, así como sus principales características, para ser usados en proyectos de vías rápidas.

La clasificación de los vehículos según la norma: NOM-012-SCT-2-2008, Para los fines de la norma anterior los vehículos se clasifican en:

1. Atendiendo su clase:

	CLASE	NOMENCLATURA
AUTOBÚS		B
CAMIÓN UNITARIO		C
CAMIÓN REMOLQUE		C-R
TRACTOCAMIÓN ARTICULADO		T-S
TRACTOCAMIÓN DOBLEMENTE ARTICULADO		T-S-R y T-S-S

Tabla 1.1.- Representación de la clasificación de los vehículos.

Fuente: SCT NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-012-SCT-2-2008;13)

2. Atendiendo a su nomenclatura:

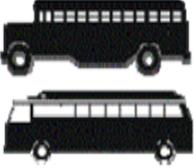
AUTOBÚS (B)			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	CONFIGURACIÓN DEL VEHÍCULO
B2	2	6	
B3	3	8 ó 10	
B4	4	10	

Tabla 1.2.- Representación de los autobuses.

Fuente: SCT NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-012-SCT-2-2008;13).

CAMIÓN UNITARIO (C)			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	CONFIGURACIÓN DEL VEHÍCULO
C2	2	6	
C3	3	8-10	

Tabla 1.3.- Representación de camión unitario.

Fuente: SCT NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-012-SCT-2-2008;14)

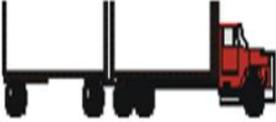
CAMIÓN - REMOLQUE (C - R)			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	CONFIGURACIÓN DEL VEHÍCULO
C2-R2	4	14	
C3-R2	5	18	
C2-R3	5	18	
C3-R3	6	22	

Tabla 1.4.- Representación de camión remolque.

Fuente: SCT NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-012-SCT-2-2008;14)

TRACTOCAMIÓN ARTICULADO			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	CONFIGURACIÓN DEL VEHÍCULO
T2-S1	3	10	
T2-S2	4	14	
T2-S3	5	18	
T3-S1	4	14	
T3-S2	5	18	
T3-S3	6	22	

Tabla 1.5.- Representación de tractocamión articulado.

Fuente: SCT NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-012-SCT-2-2008;15)

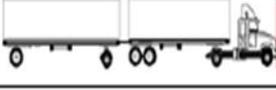
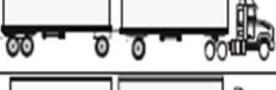
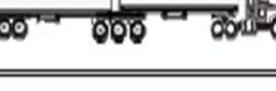
TRACTOCAMION SEMIRREMOLQUE-REMOLQUE (T-S-R)			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	CONFIGURACIÓN DEL VEHÍCULO
T2-S1-R2	5	18	
T2-S2-R2	6	22	
T2-S1-R3	6	22	
T3-S1-R2	6	22	
T3-S1-R3	7	26	
T3-S2-R2 ⁽¹⁾	7	26	
T3-S2-R3	8	30	
T3-S2-R4 ⁽¹⁾	9	34	
T2-S2-S2	6	22	
T3-S2-S2	7	26	
T3-S3-S2	8	30	

Tabla 1.6.- Representación de tractocamión doblemente articulado.

Fuente: SCT NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-012-SCT-2-2008;16)

1.4 Velocidad.

Es un factor fundamental para cualquier proyecto de un sistema vial. En general velocidad se define como la relación entre la distancia recorrida y el tiempo que tarda en recorrerse, se representa su relación de movimiento en (km/hr) para vehículos. Para el caso de los vehículos es una función lineal de distancia y tiempo, se expresa con la fórmula:

$$V= D/T$$

V= Velocidad (kilómetros hora)

D= Distancia recorrida (kilómetros)

T= Tiempo recorrido (horas)

1.5 Velocidad de proyecto.

Es la velocidad máxima que se puede mantener en una sección específica de una vía, siempre y cuando las condiciones atmosféricas y de tránsito sean favorables, cuando las características del proyecto geométrico de la vía rigen la circulación, una vez obtenido la velocidad máxima, todas las características pertinentes de la vía estarán relacionadas con la velocidad del proyecto para estar balanceado. Las características principales en las que están relacionadas directamente con la velocidad de proyecto son: alineamiento horizontal, vertical y transversal, la elevación, pendientes, ancho de carriles, acotamientos y la distancia de visibilidad.

La selección de la velocidad de proyecto es una de las decisiones más importantes, ya que influyen diversos factores al diseñar el volumen de proyecto tales como el costo financiero, la seguridad hacia los usuarios (peatones, conductores, ciclistas, etc.). Una vez seleccionada la velocidad de proyecto no se debe de modificar ya que esta velocidad va a estar dirigida a una sola instalación en la cual estará estandarizada con sus dichas normativas.

La velocidad de proyecto para vías urbanas depende de la categoría futura de la vía, de los volúmenes de tránsito, así como también de la topografía. Se debe de considerar el rango de velocidad máxima del proyecto dada en las normativas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), En la siguiente tabla se presentan los rangos de velocidades de proyecto ya existentes de la normativa de la SCT.

Clase	Topografía		
	Plano	Lomerio	Montaña
Regional	110	90	80
Subregional	90	80	70
Primaria (Centro)	50-65	50-65	50-65
Primaria (Periferia)	65-80	60-75	55-70
Secundaria	30-65	30-60	30-55
Local	30-50	30-50	30-50

Tabla 1.7.- Representación de la velocidad de proyecto por nivel funcional de vialidad (km/hr).

Fuente: SEDESOL (Tomo IV Manual de Diseño Geométrico de Vialidades;15)

Las velocidades de proyecto para vías primarias dependen de la topografía, del uso de la tierra de los alrededores y, de la demanda de tránsito. Para hacer el proyecto de velocidad se toma en cuenta sus limitantes las que rigen el proyecto en dicha vialidad en las cuales se incluye el número de intersecciones, el nivel de flujo de tránsito en un rango de 80 km/hr.

Es importante que una vez escogida una velocidad de proyecto se mantenga desde el principio hasta el final de una vía o serie de secciones. Los cambios deben permitirse solamente en zonas de transición adecuadas.

La velocidad de operación es la velocidad real con la que transitan los vehículos sobre la vía, es la velocidad mantenida de en un tramo a lo largo de un camino mientras el vehículo esté en movimiento; dicha velocidad se ve notablemente afectada por el volumen de tránsito que circula por el camino, el proyecto debe realizarse para que se opere satisfactoriamente con velocidades de operación.

1.6 Distancia de visibilidad.

Es la longitud visible de la vía para el conductor. La distancia mínima visible disponible en una vía debe ser suficientemente larga para permitirle al vehículo viajar a la velocidad de proyecto y parar antes de alcanzar un objeto estacionado en su ruta. La distancia de visibilidad debe de estar por lo menos a ciertos puntos a una distancia considerable de la vía para que el conductor pare antes de dicha distancia.

1.6.1 Distancia de parada.

La distancia de parada es muy importante ya que en ésta se considera el tiempo que el vehículo tardará en hacer un alto total, esta distancia de visibilidad de parada está determinada por el factor de la distancia de visibilidad y se determina de la siguiente manera, la suma de dos distancias: la distancia recorrida por el vehículo desde el instante que el conductor ve un objeto necesitando parar aplicando los frenos y, la distancia requerida para detener el vehículo desde el instante que se empiezan a aplicar los frenos.

Se refiere específicamente a la relación que hay entre una distancia de reacción de los frenos y, la distancia de frenado, respectivamente. El estudio para determinar el tiempo de frenado, así como la velocidad que debe de llevar el vehículo está basado en estudios de los hábitos de los conductores, se usa en este manual un tiempo de reacción de frenos de 2.5 segundos.

Se presenta a continuación el segmento de fórmulas para el cálculo de distancia de visibilidad de parada en las cuales están determinadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT).

dvp = distancia de visibilidad de parada, en metros

$$= drv + dfv$$

drv = distancia de reacción (en metros) para velocidad de proyecto v (en km/h)

$$= 2.5 v / 3.6$$

dfv = distancia de frenado (en metros) para velocidad de proyecto v (en km/h)

$$= v^2 / \{254 (fv + p)\}$$

En donde:

f_v = coeficiente de fricción para velocidad de proyecto v

p = la pendiente vertical, $0 < p < 1$. Nótese que p es positivo en el sentido ascendente y negativo en el sentido descendente.

Los valores de coeficiente de fricción para velocidad de proyecto (f_v) están determinados empíricamente basados en muchos estudios de interacción entre llantas/pavimento. Los valores para usarse en cada velocidad de proyecto se indican en la siguiente tabla:

Velocidad de Proyecto Km/hr	Tiempo de Reacción Seg.	Distancia M	Coef. de Fricción	Distancia de Frenado m	Distancia de Visibilidad de Parada m
30	2.5	20.8	0.400	8.86	29.7
40	2.5	27.8	0.380	16.58	44.4
50	2.5	34.7	0.360	27.34	62.1
60	2.5	41.7	0.340	41.69	83.4
70	2.5	48.6	0.325	59.36	108.0
80	2.5	55.6	0.310	81.28	136.8
90	2.5	62.5	0.305	104.56	167.1
100	2.5	69.4	0.300	131.23	200.7
110	2.5	76.4	0.295	161.48	237.9

Tabla. - 1.8 Representación de la distancia de visibilidad de parada en terreno plano (pendiente=0).

Fuente: SEDESOL (Tomo IV Manual de Diseño Geométrico de Vialidades;17)

1.7 Volumen de tránsito.

Es el número de vehículos que transitan en una dirección específica del carril o calzada intersectada de la cual pasan por un mismo punto determinado del camino durante un periodo determinado. De acuerdo con Rafael Cal y Mayor R:154. Para el estudio del volumen de tránsito se deben considerar diversos factores como:

1.7.1 Volúmenes de tránsito horarios

Tomando como base las horas donde ocurre mayor volumen vehicular, se definen los siguientes parámetros de volumen los cuales se dan en vehículos por hora.

1.- Volumen Horario Máximo Anual (VHMA)

Es el volumen máximo horario que transita en un punto o en una sección del carril o de una calzada durante un año. Es decir, es la hora de mayor volumen de las 8,760 horas del año.

2.- Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)

Es el máximo número de vehículos que transitan en un punto o de una sección del carril o de la una calzada durante el periodo de 60 minutos consecutivos. En otros términos, es el periodo máximo de demanda que se pueden presentar durante un día en particular.

3.- Volumen Horario-decimo, vigésimo, trigésimo-anual (10VH, 20VH, 30VH)

Es el volumen que transita en una sección o en un punto del carril o de una calzada durante la determinación de un año, el cual se encuentra excedido por 9, 19 y 29 volúmenes horarios.

4.- Volumen Horario de Proyecto (VHP)

Se define como el volumen horario, el cual permitirá diseñar la proyección de las características geométricas de la vialidad.

El volumen de proyecto principalmente se diseña con un volumen pronosticado, en este horario no se toma en cuenta el máximo volumen de vehículos que se presenta dentro de un año determinado, esto se debe a que se exigiría inversiones demasiado cuantiosas, por lo tanto, se toma un volumen horario el cual se pueda en un número máximo de veces en el año.

1.7.2.- Volúmenes de tránsito promedio diarios

El Tránsito Promedio Diario (TPD), se define como el total de vehículos que pasan en una vialidad durante un periodo determinado el cual se determina en (días completos) el cual es igual o menor a un año o mayor que un día, dividiéndose entre los días del periodo.

1.- Tránsito promedio diario anual (TPDA)

Este promedio se define como el total de vehículos que pasan por una vialidad durante un periodo de un año, esto dividiéndose entre los 365 días del año.

$$TPDA = \left(\frac{TA}{365} \right)$$

2.- Tránsito Promedio Diario Mensual (TPDM)

Se define como el total de vehículos que pasan por la vialidad durante un periodo de una semana, esto dividiéndose entre los 30 días del mes

$$TPDM = \left(\frac{TM}{30} \right)$$

3.- Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS)

Se define con el promedio de vehículos que pasan por una vialidad durante un periodo de una semana, esto dividiéndose entre los 7 días de la semana

$$TPDS = \left(\frac{TS}{7} \right)$$

1.8.-Previsión del tránsito.

La previsión del tránsito no se determina básicamente por la aplicación de una fórmula matemática ya que existen varios factores que interfieren como el tránsito actual, aumento de tránsito y factor de previsión del tránsito, una vez obtenidos estos valores se determina un promedio de tránsito para obtener y proyectar la previsión del tránsito.

a) Tránsito actual.

Cuando un camino existente va a tener un mejoramiento su tránsito promedio se debe determinar con el tránsito diario promedio anual (TDPA)

existente más el TDPA de otros caminos que se van a incorporar al camino que va a ser mejorado.

b) Aumento del tránsito.

1.-Incremento del tránsito normal.

Este incremento de tránsito se genera principalmente por el aumento generado por los usuarios y vehículos que transitan en el camino, el incremento de tránsito se obtiene ajustando el tránsito diario promedio anual histórico del camino dándole a este un incremento para el camino en estudio y extrapolándola al año deseado. Este tipo de estudio de incremento de tránsito también se puede obtener mediante estudios comparativos entre el volumen de tránsito y el consumo de gasolina, el aumento de la población, el número de vehículos etc.

2.- Tránsito generado.

El tránsito generado se desarrolla principalmente por el primer y segundo año en el que está en servicio el nuevo o mejorado el nuevo camino. Este tipo de tránsito varía considerablemente, esto depende del grado de mejoramiento que tuvo el camino, del estado de los otros caminos y el uso de la tierra. Por lo tanto, el tránsito en un camino nuevo puede estar formado totalmente por tránsito generado.

3.- Tránsito resultante del mejoramiento.

El tránsito resultante se debe al mejoramiento de las tierras adyacentes al camino. Al mejorar un camino se indica que estas zonas se desarrollan más rápidamente, por efecto del tipo de suelo, las obras de infraestructura, las inversiones en el sector agropecuario, una vez determinado esto se hace el tránsito promedio anual diario del nuevo camino.

El método para establecer el desarrollo del tránsito es muy burdo y los volúmenes son aproximados, pero es importante tomarlo en cuenta en el tránsito futuro, esto explica por qué en algunos caminos es mayor el tránsito al que fue estimado.

c) Factor de previsión del tránsito.

Este factor es la relación del tránsito actual expresada en decimales, este valor se obtiene sumando la relación de los porcentajes en aumento del crecimiento del tránsito y relacionándolo con el tránsito actual, este factor se puede apreciar cuando se usa para estimar interrupciones o cambios bruscos del valor del tránsito actual.

1.9.- Densidad del tránsito.

La densidad de tránsito se determina por el número de vehículos que se encuentran en un tramo del camino un momento y hora determinada, la densidad de tránsito no es igual al volumen de tránsito ya que el volumen es el número de vehículos que pasan en la unidad de tiempo, de tal forma cuando un camino se encuentra congestionado el volumen llega a cero y en cuanto a la densidad de tránsito llega a ser muy alta.

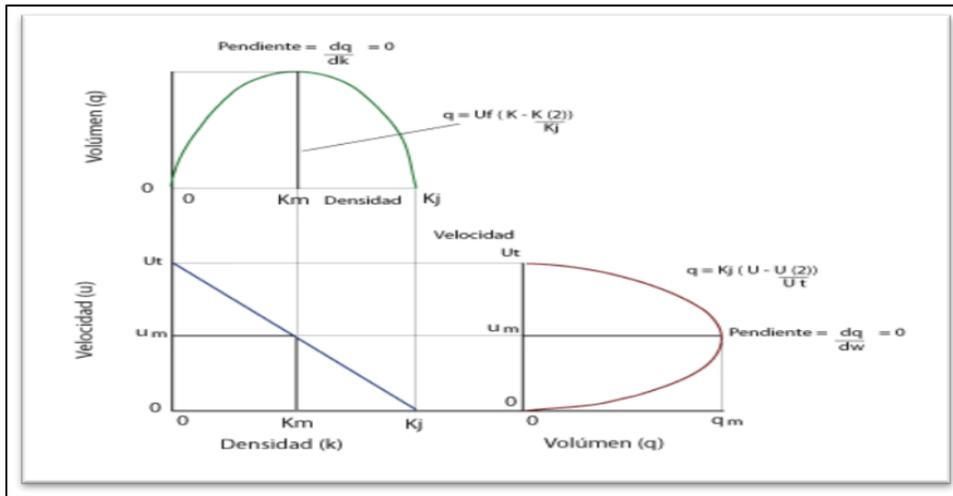


Imagen 1.1.- Representación entre la relación de la densidad de tránsito y volumen de tránsito.

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT).

1.10.- Derecho de vía.

Se le denomina derecho de vía a la franja del terreno y de un ancho suficiente, el cual se adquiere para alojar una vía de comunicación y que es parte integral de la misma. El sobre ancho del derecho de vía deberá establecerse al reglamento establecido en la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT), el cual menciona que debe de estar sujeta a las condiciones técnicas relacionadas con la seguridad, utilidad especial y eficiencia del servicio en la cual se debe satisfacer las vías de comunicación.

En México se ha establecido un derecho de vía con una amplitud de cuarenta metros, los cuales cuentan con veinte metros de cada sección del eje, en otros casos especiales el derecho de vía puede disminuir o aumentar, por ejemplo, cuando se trata de una autopista o de una brecha de un carril de circulación.

Una de las partes más importantes del derecho de vía es la adquisición de ella, en la república mexicana los procedimientos para la adquirir la propiedad del derecho de vía, varía por tipo de camino de que se trate, por ejemplo: si son federales, de cooperación bipartita o de cooperación tripartida.

1.- De acuerdo a los caminos federales se clasifican de la siguiente manera:

- a) Cuando en su totalidad o en su mayor parte el camino sea construido por la federación.
- b) Cuando los caminos se entronquen con alguna vía de país extranjero
- c) Cuando los caminos se comuniquen a dos o más entidades federativas entre sí.

2.- Clasificación de los caminos en cooperación bipartida:

- a) Los servicios auxiliares, obras, construcciones y demás dependencias y accesorios de estas.
- b) Los terrenos y aguas que sean necesarios para el derecho de vía y para todo el establecimiento de los servicios y obras que se refieran a la adquisición del derecho de vía.

3.- Clasificación de los caminos en cooperación tripartida:

Estos caminos hacen la cooperación de los particulares beneficios con la obra, este tipo de caminos se establece que en ningún caso se hará pago por la adquisición por el derecho de vía.

1.11.- Nivel de servicio.

El nivel de servicio se usa para evaluar la calidad del flujo ya que es una medida cualitativa proyecta las condiciones de operación de los vehículos o personas, estas condiciones se manifiestan en términos de factores de la velocidad y el tiempo de recorrido del vehículo, así como la libertad de maniobra, las interrupciones de circulación, la comodidad y la seguridad vial.

Las condiciones de operación de servicio se mencionarán enseguida:

- **NIVEL DE SERVICIO A:** El nivel A representa una circulación de flujo libre, los usuarios están considerados de forma individual, los cuales están virtualmente exentos de los efectos de las presencias de otros vehículos en la circulación, los vehículos poseen una gran libertad de seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro de la circulación, en general este nivel de servicio brinda una gran comodidad y convención para el motorista, pasajero o peatón
- **NIVEL DE SERVICIO B:** Este servicio está dentro del rango del flujo estable, aunque se empieza a notar la presencia de otros vehículos que se integran en la circulación, en la libertad de seguir seleccionando las velocidades no ha sido afectada relativamente, pero si se afecta la libertad de maniobra en comparación del nivel de servicio del nivel A, el nivel de comodidad y conveniencia si es afectado comparación del nivel mencionado anteriormente.
- **NIVEL DE SERVICIO C:** Este nivel pertenece al nivel de flujo estable, pero es notable el comienzo del dominio en el que la operación de los usuarios

individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios, la selección de velocidad se ve afectada de manera drástica por la presencia de más vehículos, así como también la libertad de maniobra comienza a ser muy restringida a comparación de los anteriores niveles de servicio mencionados.

- NIVEL DE SERVICIO D: Este nivel representa una circulación de densidad elevada, pero aún se encuentra estable, la velocidad y la libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, en este nivel el conductor y peatón experimentan un nivel general de comodidad y conveniencia muy baja, el pequeño incremento que se generó en este nivel se ocasionan problemas de funcionamiento.
- NIVEL DE SERVICIO E: En este nivel llega el camino al límite de su capacidad, la velocidad se ve reducida a un valor muy bajo de lo establecido, la libertad de maniobra para circular en este nivel es extremadamente difícil, el cual se consigue que el peatón o vehículo a ceder un paso, los niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos.
- NIVEL DE SERVICIO F: Representa condiciones de flujo muy forzado, este tipo de situación se produce cuando la cantidad de tránsito se acerca a un punto o calzada exceda la cantidad que pueda pasar por él, en estos lugares hace la aparición de las formas de colas de vehículos, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de paradas y arranque en condiciones extremadamente inestables

En las imágenes siguientes se dan a conocer las manifestaciones que presentan cada tipo de nivel de servicio que se mencionaron anteriormente.



Imagen 1.2.- Representación de los niveles de servicio.

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT).

1.12.- Capacidad y nivel de servicio.

El nivel de servicio son las condiciones de operación de un conductor las cuales experimenta durante un viaje, cuando los volúmenes de capacidad de un camino están por debajo, ya que el factor de la capacidad de un camino es uno de los tantos factores de nivelación de este. Así mismo el nivel de servicio es una medida cualitativa del efecto, ya que interfieren una serie de factores tales como

velocidad de camino, el tiempo de recorrido, las interrupciones del tránsito, la seguridad, comunidad y libertad de manejo, los costos de operación etc. El camino opera de varios niveles de servicio dependiendo de los volúmenes y composición del tránsito y de las velocidades que puedan alcanzar.

La capacidad se determina como el número máximo de vehículos que pueden circular por debajo de las condiciones proyectadas del tránsito y camino en un periodo de tiempo dado. La capacidad está ligada por la determinación del tiempo tales como, para periodos cortos de una hora o menos, la capacidad es el máximo tránsito sostenido para el tiempo determinado, cuando se consideran periodos largos de un día o de hasta un año, la capacidad dependerá de los deseos de los conductores ya que ellos son los que crean variaciones horarias diarias y estacionales. La capacidad de también se ve afectada por las condiciones ambientales como: claridad, frío, tormenta, calor, lluvia, smog, niebla, etc.

1.13.- Volumen de servicio.

El volumen de servicio se determina como el volumen de tránsito correspondiente a un determinado nivel de servicio, los caminos presentan diferentes características geométricas, las cuales se reflejan principalmente en las secciones transversales y en las pendientes, esto depende de la forma y tipo del terreno que cruzan de tal forma que afectan las características de operación de los vehículos, la capacidad del camino se debe de determinar por el vehículo más pesado por lo tanto se clasifican los siguientes caminos:

1. Camino de terreno plano. Este tipo de terreno permite mantener a los vehículos pesados una velocidad semejante a la de los ligeros.
2. Camino en lomerío. El camino lomerío se caracteriza principalmente porque obliga a los vehículos pesados a reducir su velocidad por debajo a lo establecido de los vehículos ligeros, en algunos tramos del camino.
3. Caminos de montaña. Este tipo de camino se caracteriza por que provoca que los vehículos pesados operen con velocidades muy bajas en distancias importantes y con bastante frecuencia.

El volumen de servicio es un parámetro importante en la construcción de un camino, en él se determina las condiciones del diseño tales como se presentan a continuación.

- Una de las condiciones es el ancho del carril del camino a proyectar.
- Obstrucción lateral: la obstrucción lateral son obstáculos del tipo psicológico porque no están en la calzada del camino, pero estos hacen disminuir la velocidad del tráfico.
- Pendientes: la pendiente sobre un camino influye de manera severa sobre el volumen de tránsito porque no es la mismo circular en un camino llano que uno con pendientes.
- Vehículos pesados: se determina un promedio estimado de cuantos son los vehículos pesados que van a transitar en dicho camino.

- Distribución por sentido: se debe verificar la cantidad de vehículos que circulan por sentido, se verifica si hay más cantidad de vehículos de un sentido que del otro, la idea es que pasen un 50% por sentido.
- Zonas de prohibición de paso: se debe de colocar las dobles líneas amarillas donde no se debe sobrepasar los vehículos unos sobre otros para tener un mejor manejo de tránsito en el camino.

El volumen de servicio es un elemento muy importante en la proyección del camino ya que en él se obtiene resultados tales como la velocidad, la pendiente del camino, la distribución por sentidos etc., como se presentó anteriormente.

En la tabla siguiente se muestra una clasificación de los carriles dependiendo del volumen de tránsito que se presenta en cada sentido o tipo de camino.

	Condición de operación	Velocidad de operación	Restricción de maniobra	Tránsito
N. Serv. A	Libre	Alta	Poca o ninguna	Sin restricciones
N. Serv. B	Estable	Ligeramente restringida	Ligeramente restringida	Sin apreciable congestión
N. Serv. C	Estable	Ligeramente restringida (+ que la ant.)	Ligeramente restringida (+ que la ant.)	Ligera congestión
N. Serv. D	Próxima a la inestabilidad	Restringida (+ que ant.)	Reducida	Medianamente congestionada
N. Serv. E	Inestable (Vel. < 0 = a la cap.)	Bajas (40 – 60 km/h)	Casi nula	Fuertemente congestionada
N. Serv. F	Forzada (Vel. < a la cap.)	Reducida en caso extremo	Nula	Congestión total

Tabla 1.10.- Representación de los niveles de servicio.

Fuente: Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT).

En la determinación del nivel de servicio del camino se puede concluir la capacidad de las vías, así como también los anchos de carril de acuerdo del tipo de vía que se presenta, es la siguiente tabla se establece la capacidad de las vías.

CAPACIDAD DE LAS VÍAS EN INTERSECCIONES A DESNIVEL		
Tipo de Vía	Ancho del Carril (metros)	Capacidad Práctica por carril (VI/hora)
Vía Principal	3,5 a 3,65	1500
Vía Secundaria	3,0	1 350
Vía de Enlace		1 200
Carril de Deceleración		1 200, siempre y cuando se anuncie mediante señal informativa ubicada mucho antes de llegar a la intersección (200 m).

Tabla 1.11.- Representación de las capacidades de las vías en intersecciones.

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT).

1.14.-Capacidad para condiciones de circulación continúa.

Las condiciones que presenta un camino para su capacidad se varia en la medida en que sus características geométricas y de operación que difieren en las condiciones ideales del camino.

Las condiciones ideales para un camino se pueden definir de la siguiente manera:

1.- Circulación continúa: La circulación continua se manifiesta en vías primarias del camino cuyas intersecciones generalmente son en pasos a desnivel en donde las entradas y salidas de los puntos específicos (accesos controlados) que cuentan con carriles de aceleración y desaceleración, donde en algunos casos cuentan calles laterales de servicio en ambos lados del camino donde también cuentan con camellones de separación.

2.- Únicamente vehículos ligeros: En esta lista se clasifican los vehículos que presentan un peso menor de las 3.5 toneladas de peso como se presentan en la siguiente lista.

- a) Bicicletas, Triciclos y Bicicletas adaptadas
- b) Bicimotos, Triciclos automotores y Tetramotos
- c) Motonetas y Motocicletas
- d) Automóviles
- e) Camionetas y Vagonetas
- f) Remolques y Semirremolques

3.-Carriles de 3.75m ya que en caminos de intersecciones varía la forma del número de carriles de manera que se ve afectado la capacidad y el nivel de servicio del camino, la normativa de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes fija un ancho de carril de 3,50m, aunque esto puede variar en la función del tipo de vía y las condiciones de la topografía y del entorno que lo rodea, así el abanico del ancho del carril va desde 2,50m hasta 3,65m.

Un ancho de 3,75m favorece a las maniobras de adelantamiento dentro del mismo carril, aparte de que el margen de movilidad del vehículo serán menos los errores de trayectorias de los vehículos, los carriles con esta anchura deben de contar con acotamientos adecuados y sin obstáculos laterales en una distancia de 1,80m a partir de la orilla de la calzada.

La tabla siguiente muestra las condiciones de anchura de los carriles en función de la vía a proyectar.

Anchura del carril en función del tipo de vía		
Tipo de vía	Condición	Anchura
Autopistas y autovías	$V_p > 100$	3,75 m
Carreteras convencionales y vías rápidas	$80 < V_p < 100$	3,50 m
Vías de escaso tráfico de vehículos	$V_p < 40$ $IMD < 2.000$	3,00 m
Carreteras de montaña	Requiere gran movimiento de tierras	
Vías arteriales y calles urbanas		
Vías locales urbanas de más de 2 carriles por sentido		2,75 m
Vías locales urbanas que sirvan a menos de 200 viviendas		2,50 m

Tabla 1.12.- Representación del ancho de carril en función del tipo de vía.

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT).

4.- Se debe contar con un alineamiento horizontal y vertical adecuado para velocidades del proyecto de 110 km/h o velocidades mayores y sin restricciones en la distancia de visibilidad de rebase del camino. La Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) determina la capacidad de una carretera de carriles múltiples, bajo condiciones ideales de 2000 vehículos ligeros por hora de ambos sentidos.

Se estiman los siguientes valores de la capacidad en las carreteras con condiciones de circulación continua y bajo condiciones ideales de circulación

- Carriles múltiples: en los carriles múltiples se estima un promedio de 2000 vehículos por sentido.
- Dos carriles, dos sentidos: se estima un promedio de 2000 vehículos que transitan en total de ambos carriles.
- Tres carriles, dos sentidos: en los triples carriles se estima un promedio de 4000 vehículos transitables de ambas direcciones.

1.15.- Factores que afectan a la capacidad y los niveles de servicio.

Las condiciones del camino determinan si se encuentra en condiciones ideales o no ideales, la capacidad o el nivel de servicio a un nivel dado son máximos y a medida a que las condiciones se alejan de las ideales la capacidad o el nivel de servicio se reducen de una manera que están llegan a ser condiciones no ideales. En los caminos ideales se tienen que aplicar una serie de ajustes a la capacidad o volumen de servicio en principio una condición es ideal cuando su mejora no produce incremento en la capacidad del camino.

La siguiente lista muestra las condiciones ideales para el mejoramiento del flujo vehicular del camino.

- Reparación del flujo vehicular por igual de ambos sentidos del camino
- Carriles con un acotamiento no menores de 3,75m de ambos sentidos.
- Una distancia de 1,8m entre el borde de la calzada exterior y los obstáculos u objetos adyacentes que interfieran a la vía o separador.
- Una velocidad de proyecto de 100 k/h para caminos de 2 carriles y de 110 k/h para vías de multicarril.

- Vías con flujo constituido únicamente para vehículos ligeros.
- Superficie de la carpeta asfáltica en condiciones óptimas.
- Visibilidad adecuada para adelantar.
- Señalización horizontal y vertical con condiciones óptimas.

En la mayoría de los casos las condiciones de los análisis difieren de las condiciones ideales, por lo tanto, se debe incluir correcciones que reflejan la existencia de las condiciones ideales.

CAPÍTULO 2

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN VIALIDADES URBANAS.

En este capítulo se describirán algunos elementos más importantes del proyecto, ya que los errores cometidos comúnmente en las siguientes etapas pueden ser corregidos de manera más fácil y económica si se le da la importancia necesaria a este estudio, ya que una falla en los procesos de cálculo y elección de la ruta adecuada influirá en una mala circulación vial y en algunos casos extremos con pérdidas humanas y económicas.

2.1 Alineamiento vertical.

Es la proyección del centro de la línea del camino sobre un plano vertical, se divide en dos elementos importantes que son las tangentes verticales y las curvas verticales.

a) Tangentes Verticales: son caracterizadas y definidas por su longitud y su pendiente, “la longitud de cualquier tramo del proyecto geométrico es la distancia horizontal entre sus extremos”, (Olivera Bustamante: 2006: 27)

La prolongación de la tangente en ambos sentidos da una longitud que es la distancia media respecto al horizonte entre el inicio de la curva siguiente y el fin de la curva anterior y su pendiente será la relación entre el desnivel y la distancia entre puntos. Al punto donde se intersectan dos tangentes consecutivas se le llama PIV (punto de inflexión vertical), cuyos elementos son el cadenamiento y la elevación. Para el proyecto del alineamiento vertical se definen tres tipos de pendientes de las tangentes verticales las cuales son:

1.- Pendiente Gobernadora: es la pendiente que teóricamente debe darse a la sub-rasante para asignar un desnivel en función de las características de tránsito y su configuración topográfica. Para definir la mejor pendiente gobernadora deberá ser la que permita obtener el menor costo de construcción, conservación y operación. Según las normas reguladoras omitas por las SCT para pendientes que se deban proyectar.

2.- Pendiente Máxima: es la pendiente mayor permitida en el proyecto y es determinada por el volumen y tipo de tránsito previsto y donde también influye la configuración topográfica, se emplea en ciertos obstáculos como fallas y zonas de inestabilidad siempre y cuando no sobrepase la longitud crítica “algunas ocasiones especiales como tramos sumamente cortos, rampas, entronques, etc.; es posible usar excepcionalmente pendientes hasta del 12%” (Mier Suarez: 1987: 143)

“La AASHTO nos recomienda para caminos principales las pendientes máximas no excedan a las dadas en la siguiente tabla, las cuales pueden incrementarse hasta en un 2% para el caso de caminos secundarios” (Mier Suárez: 1987: 143).

Velocidad de proyecto KPH	PENDIENTE MAXIMA EN %		
	Terreno Plano	Terreno en Lomerío	Terreno Montañoso
50	6	7	9
60	5	6	8
70	4	5	7
80	4	5	7
90	3	4	6
100	3	4	5
110	3	4	5

Tabla 2.1.- Pendientes máximas recomendadas por la AASHO para caminos principales.

Fuente: Mier Suárez (1987:157).

3.- Pendiente Mínima: es la que se fija para que el drenaje fluya de manera continua sin tener ninguna obstrucción por falta de elevación. En terraplenes puede ser nula y en cortes se recomienda como mínimo del 0.5% en algunos casos específicos de cortes y precipitación fluvial es recomendable ampliar esa pendiente mínima.

Se debe considerar la longitud crítica de la tangente del alineamiento vertical. “Es la longitud máxima en la que un camión cargado puede ascender sin reducir su velocidad más allá de un límite previamente establecido” (Mier Suárez: 1987: 143)

Los elementos que intervienen para determinar la longitud crítica de una tangente son:

1. El vehículo de proyecto.
2. Configuración topográfica.
3. Volumen de tránsito.
4. Usuario de la vía.

Si se trata de caminos con volumen de tránsito alto en cualquier tipo de terreno, ya sea terreno plano o lomerío suave, se considera la longitud crítica de cualquier pendiente es la que ocasiona una pérdida de velocidad de operación de 25 KPH.

También se considera dentro del alineamiento vertical la longitud máxima de pendiente. “La longitud máxima de pendiente se usa para indicar la longitud

máxima de una pendiente de subida sobre la que un camión cargado puede operar sin reducir en forma considerable su velocidad”, (Mier Suárez: 1987: 144)

Se establece para que el tránsito pesado no cause problemas, la reducción de velocidad máxima que se tolera es de 25 KPH con respecto a la velocidad de proyecto.

El perfil ideal de un camino es aquel que cumpla con el menor movimiento de tierra, que tenga pendientes largas con ajustes perfectos a las curvas verticales y horizontales del camino.

b) Curvas Verticales:

El trazo de curvas se emplea en la construcción de un camino para conectar dos líneas con diferente dirección y elevación. Estas son las curvas circulares o verticales, y son parábolas de eje vertical y se usa para calcular las curvas verticales en el camino.

Con el objeto de que no existan cambios bruscos en dirección vertical de los vehículos que se encuentren en movimiento, se conecta una curva en plano vertical y se le denomina curva vertical. Generalmente es el arco de una parábola, ya que se adapta al cambio gradual de dirección y nos permite un cálculo sobre la elevación de la curva.

Todas las distancias de las curvas verticales se miden horizontalmente y sus coordenadas desde la prolongación de la tangente a la curva. Cuando la

tangente es ascendente en la dirección del cadenamamiento, la pendiente es positiva y cuando la descendiente es negativa.

El diseño de curvas verticales en cresta y en columpio es una diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes que se intersectan, de la distancia de visibilidad de parada o de rebase y las cuales a su vez son funcionales con respecto de la velocidad de proyecto.

Solamente se proyectará una curva vertical cuando la diferencia algebraica, entre dos pendientes sea mayor del 5%, ya que, en ciertos casos con diferencia igual o menor a la indicada, el terreno es muy pequeño que se pierde en la construcción.

1.- Curva Vertical en Cresta:

La longitud mínima de estas curvas debe de satisfacer ciertas necesidades, como lo son la distancia de visibilidad de parada, la longitud mínima está en función de la velocidad de proyecto, de la diferencia algebraica en pendientes y la visibilidad de parada.

2.2 Alineamiento horizontal.

El alineamiento horizontal está definido como la proyección ejercida sobre un plano horizontal, la cual la integran diferentes factores llamadas tangentes, unidas por curvas circulares y curvas de transición.

a) Curvas circulares simples: las curvas circulares simples se usan para ligar dos tangentes consecutivas, al ser diseñadas las curvas circulares simples

deben de satisfacer la necesidad más importante, las condiciones de seguridad, en donde para determinar el factor de seguridad se emplean las siguientes características de las curvas:

1.- Grado de curvatura: el grado de curvatura está conformado con un ángulo subtendido y determinado por un arco de 20 metros y se encuentra representado con la letra (G_c) de acuerdo con la simbología (SCT), el valor del grado de la curvatura se obtiene en función de la circunferencia de la curva.

2.- Sobreelevación, velocidad de proyecto y curvatura: en el diseño de un camino es necesario tomar en cuenta las relaciones apropiadas que existen entre la sobreelevación, velocidad de proyecto y la curvatura, aunque en ellas exista relaciones geométricas y de diseño, se relacionan en leyes mecánicas ya que los valores reales que se usan en el proyecto del camino dependen de ciertos límites prácticos y factores determinados empíricamente

Para diseñar y calcular el alineamiento horizontal del camino se implementan diversas fórmulas las cuales se muestran a continuación:

Radio de curvatura: es el radio de la curva circular y de acuerdo con su simbología se representa (R_c) por lo tanto la fórmula se presenta de la siguiente forma:

$$R_c = \frac{1145.92}{G_c}$$

Ángulo central: el valor de las curvaturas circulares simples es igual a la deflexión entre las dos tangentes y se representa con el siguiente símbolo (Δ_c)

Longitud de curva: es la longitud de curva, medida desde la distancia de P.C hasta la intersección de P.T y su símbolo es (LC).

$$LC = \frac{20 \Delta c}{G_c}$$

Subtangente: se encuentra entre la distancia de P.I y el P.C o el P.T y su símbolo es:

$$ST = R_c \operatorname{tg} \frac{\Delta c}{2}$$

b) Curvas circulares compuestas: una de las definiciones más simples es cuando dos curvas circulares consecutivas constituyen a una curva compuesta en las cuales si estas se unen en un punto de tangencia, en el que ambas están al mismo lado de la tangente común. En otro caso si las curvas tienen diferente radio, pero se encuentran en el mismo lado se les denomina curvas compuesta directa. Y por consecuente si se encuentran en el mismo lado se de denominan curvas compuestas inversas.

Las curvas compuestas se utilizan de referencia en intersecciones ya que en este tipo de intersecciones del camino resulta demasiado peligro el cambio de curvatura que introduce. Es sugerirle que la relación entre dos radios consecutivos no sobrepase la cantidad de 2.0° para que la intersección no tenga una sobreelevación.

c) Curvas espirales de transición: se define como todo aquel vehículo de motor que sigue una trayectoria de transición cuando entra o sale de una curva circular horizontal. La ganancia o pérdidas de la fuerza centrífuga no se pueden

realizar instantáneamente por el cambio de dirección, el tipo de trayectoria varía dependiendo de la velocidad, radio de curva, sobreelevación y las maniobras que ejerce cada conductor sobre la curva espiral de transición.

Con una velocidad alta y una curva cerrada en la que somete a condiciones muy peligrosas ya que se puede recorrer solamente invadiendo materialmente los carriles adyacentes. Para proyectar un camino con características de seguridad, el alineamiento del camino debe estar muy bien proyectado de tal forma que un conductor circulando a la velocidad del proyecto, el vehículo no invada los carriles adyacentes, sino que también se sienta incitado a hacerlo así.

Las principales ventajas de las curvas de transición en el alineamiento horizontal son:

1.- Al ser proyectadas las curvas de transición correcta dan a los conductores una trayectoria segura la cual se pueda seguir natural y fácilmente, consiguiendo así que la fuerza centrífuga aumente y disminuye gradualmente conforme el vehículo entra o salga de la curva circular, esto disminuye las condiciones peligrosas de invadir los carriles adyacentes y aumenta la seguridad de los conductores.

2.- La longitud de la curva de transición proporciona una disposición conveniente sobre toda la sección sobre elevada en la curva y la pendiente transversal normal, este tipo de longitud se presta a un buen manejo ya que se ajusta perfectamente a la relación de velocidad-radio del vehículo que la recorre, y se puede hacer en todo lo largo de la longitud de la curva de transición.

3.- Cuando las secciones del pavimento se tienen que ser ampliadas en las curvas circular por motivos de requerimiento, la espiral facilita la transición para dar el ancho requerido. Y así disminuir las maniobras de peligro al invadir los carriles adyacentes y por resultado incrementa el factor de seguridad hacia los conductores que la transitan.

4.- Al mejorar la apariencia de un camino se puede hacer por medio de la aplicación de curvas espirales, en el transcurso del uso no son tan notables los quiebres que se presentan al inicio y fin de las curvas circulares en las que se pueden presentar con mayor incremento por la sobreelevación. Las espirales son un concepto muy importante para un alineamiento ya que se integra el factor de fluidez natural del camino y así se pueda ajustar correctamente a las condiciones del proyecto.

Se ha implementado un uso severo de las curvas espirales para así efectuar la transición de las curvas circulares, y para ello se emplea la espiral de Euler donde en la terminología matemática se le llama Clotoide, la aplicación de la espiral es relativamente simple ya que el grado de curvatura de la espiral varía desde cero de un extremo de la tangente al grado del arco circular así el otro extremo de la curva circular.

Nomenclatura de las curvas espirales

P. I. =Punto de inflexión de las tangentes de entrada y salida.

Δ = Deflexión total en el P.I.

θ = Ángulo central de la espiral desde el T.E a cualquier punto de ella.

θ_e = Ángulo total de la espiral.

ϕ = Deflexión a un punto cualquiera de la espiral desde el T.E.

ϕ_c = Deflexión al E.C.

T.E = punto de paso de la tangente a la espiral.

E.C = Punto de paso de la espiral a la curva circular.

C.E = Punto de paso de la curva circular a la espiral.

E.T = Punto de paso de la espiral a la tangente.

Δ_c = Angulo central de la curva circular.

Te = Distancia del P.I al T.E.

Rc = Radio de la curva circular.

L = Longitud total de la espiral.

C.L = Cuerda larga al E.C.

A = Punto de intersección de la tangente en el E.C con la tangente de entrada.

d) Referencias: este concepto tiene como objeto de poder retrasar la línea definitiva en cualquier momento y con cierta facilidad, se deben de tomar todos los puntos de referencia de la línea tales como: P.S.T, P.C, P.I, etc. Para que tengan

una mayor de efectividad el camino estas se deben de colocarse fuera del derecho de vía. Y que todos los ángulos proyectados se midan por cuadrantes y que sean tomados como origen el eje de la línea y procurando que su valor sea aproximadamente de 45°.

La numeración de todos los puntos de referencia denominados se hará invariablemente en el sentido de las manecillas del reloj y de adentro hacia afuera del camino y comenzando de la derecha del eje del camino y del sentido hacia donde tiene continuación el encadenamiento, para el trazo del camino se deberá de tomar puntos muy específicos tales que sean muy visibles y que se puedan identificar fácilmente tales como, rocas, troncos de árboles, aristas de construcción, o mojoneras de concreto. Las cuales se marcarán con uno circulo de color rojo o negro o bien con una tachuela o clavo.

e) Sobreelevación: la sobreelevación se define como la pendiente que configura a la corona y que se da hacia el centro de la curva, para disminuir parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehicula en las curvas del proyecto de alineamiento horizontal, cuando un vehículo se desplaza a lo largo del alineamiento horizontal de la curva se presenta un fenómeno llamado fuerza centrífuga la cual impide el deslizamiento transversal del vehículo. Al entrar en una curva se presenta el fenómeno de la fuerza centrífuga la cual origina dos peligros, para la estabilidad del vehículo en marcha llamado deslizamiento y peligro de vuelco, los cuales existe una solución para contrarrestar estos tipos de peligro, peraltando o sobre elevado la curva. En las curvas que tienen el grado de curvatura máxima corresponde a una sobreelevación máxima.

En las curvas con grado menor al máximo, se le puede proporcionar una sobreelevación necesaria considerando el máximo coeficiente de la fracción correspondiente de la velocidad de proyecto diseñada, se tienen distintas combinaciones de grado de velocidad en las que se presentan cuatro procedimientos para calcular la sobreelevación en curvas de grado menor al máximo, según Alfonso Mier (1987).

1.- Se calcula la sobreelevación proporcionalmente al grado de curvatura de manera que los coeficientes “s,g” sean igual a cero y $s = S_{max}$. Para $G = G_{max}$

2.- Se calcula la sobreelevación de manera que un vehículo circule a la velocidad de proyecto diseñado y se tenga toda la fuerza centrífuga contrarrestando la sobreelevación esto se sigue haciendo hasta que se llegue a la sobreelevación máxima con un grado menor al máximo, para unas curvas más agudas, se recurre al coeficiente de fricción para que junto la sobreelevación se contrarreste la fuerza centrífuga

3.- En este paso se calcula la sobreelevación en la misma forma que en el procedimiento dos, pero considerando la velocidad de marcha en vez de la velocidad de proyecto.

4.-La sobreelevación se calcula a través de una serie de relaciones parabólicas con valores obtenidos en los procedimientos anteriores de los incisos 1 y 2. La prueba AASHO recomienda el procedimiento cuatro de su manual y en la Secretaria de Obras Públicas (SOP) recomienda el procedimiento uno de su manual.

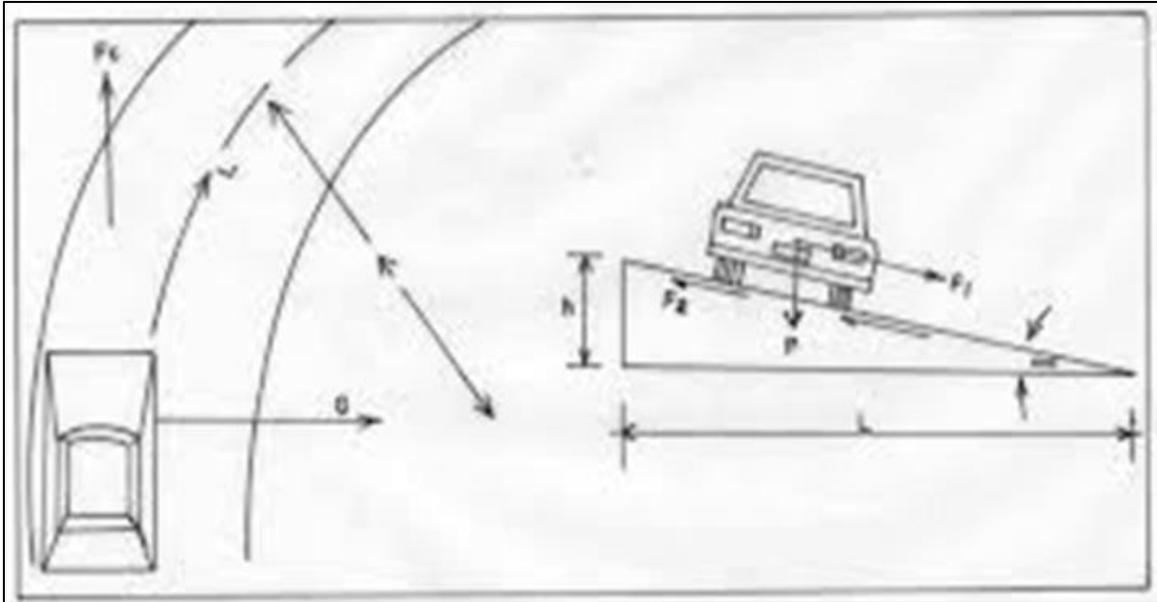


Imagen 2.2.- Representación de la sobreelevación.

Fuente: Introducción a la Ingeniería de Caminos: Mier Suárez (1987:169).

f) Transición de sobreelevación: se usa para designar el cambio de una sección con corona normal a la sección con sobreelevación, se deberá satisfacer requisitos de seguridad y confort la transición de la sobreelevación se deberá desarrollar uniformemente sobre una longitud adecuada para las velocidades de circulación que correspondan. En el alineamiento horizontal, al pasar de una sección en tangente a otra en curva, se requerirá cambiar la pendiente de la corona, desde el bombeo hasta la sobreelevación correspondiente, este cambio se hace gradualmente en toda la longitud de la espiral de transición o en la tangente de transición cuando no se emplea la espiral. En ambos casos la longitud de transición debe ser la misma y se calcula en igual forma.

La longitud de la espiral deberá ser de tal manera que permita hacer adecuadamente el cambio de pendiente transversal. Cuando la curva circular no

tiene espiral de transición la transición de la sobreelevación puede efectuarse sobre las tangentes continuas a la curva, a pesar de que, esta solución tiene el defecto que al dar la sobreelevación en las tangentes se obliga al conductor a mover el volante en sentido contrario al del sentido de la curva para no salirse del camino puede resultar molesta y peligrosa para el usuario.

g) Ampliación en curvas: se hace con el objetivo de hacer las condiciones de operación en las curvas comparables con las que se tiene en las tangentes, el ancho del pavimento deberá ampliarse. Esta ampliación se hace necesaria porque el vehículo a la hora de entrar en una curva ocupa un ancho mayor que en una recta, ya que las ruedas traseras no siguen exactamente las líneas de las delanteras, esto se debe a la rigidez de la base del vehículo y también a la relativa dificultad de conducir en las curvas.

Es un poco difícil determinar con exactitud la ampliación de la curva por ciertos factores que intervienen, se han desarrollado formulas, considerando principalmente la velocidad del proyecto, el tipo de vehículo y el grado de curvatura.

2.3.- Secciones Transversales.

La sección transversal de un camino tiene como objetivo una buena topografía del terreno, de una sección de 100 metros de ancho del terreno como mínimo, en ambos lados del camino de la línea preliminar. El ancho del camino dependerá de lo forma que se encuentre accidentada, siendo esta más ancha mientras más accidentada se encuentre.

La topografía y la configuración de los accidentes naturales y artificiales del camino se representan por medio de curvas de nivel, las cuales son las intersecciones de los planos horizontales de las alturas consideradas en el terreno.

Para proyectar las secciones transversales de un camino se pueden encontrar tres tipos de secciones las cuales se mencionarán enseguida:

2.3.1.- Sección Sencilla.

La sección sencilla consiste en un carril de uno o dos sentidos de circulación con acotamientos o bien con banquetas de cada lado, la sección sencilla es una de las más comunes en las áreas urbanas, el ancho del carril de circulación puede variar su acotamiento de un rango de 5m a 40m.

Las ventajas que aporta la sección sencilla a comparación de las otras son las siguientes:

- Para un determinado de carriles sobre el terreno es una de las más angostas y por lo tanto ésta requiere menos de derecho de vía.
- Es una de las más manejables para el diseño de intersecciones
- A los vehículos les permite distribuirse libremente entre todos los carriles de circulación del camino y así aprovechar toda la capacidad potencial de la vía.
- En los casos que existen tramos de doble sentido y con flujos relativamente bajos, esta sección permite el acceso directo a las

propiedades colindantes desde ambos sentidos de la circulación y no son necesarios los retornos en U.

La principal desventaja que ofrece la sección sencilla es que, en caso de tramos con una alta velocidad de proyecto promedio o superior a los 50 km/h no ofrece ninguna protección contra los choques de frente.

2.3.2.- Secciones separadas.

La sección separada consiste básicamente en dos carriles de circulación de sentido único, el cual está separada por un camellón central y banquetas o bien acotamientos en dos lados, las ventajas que contribuyen a esta sección separada se mencionan en seguida.

- En los caminos que contienen tramos con alta velocidad de proyecto promedio a los 50 km/h o más, se debe de contar con un camellón central suficientemente ancho o con una barrera central, reduce drásticamente la posibilidad de choques de frente siempre y cuando se respeten los lineamientos sobre el espacio lateral libre y de visibilidad.
- En la colocación de camellones centrales da la posibilidad de contribuir carriles para retorno en U y las vueltas a la izquierda protegidos del tránsito de frente y así disminuir los choques por alcance de enfrente.

Las desventajas que pueden presentarse en las secciones separadas se mencionaran en seguida.

- La sección separada puede requerir un ancho de vía superior comparada con la sección sencilla, en caso de que la vialidad tenga

frecuentes intersecciones en los cuales incluya carriles exclusivos para vueltas a la izquierda, esto resulta igual el ancho necesario para una sección sencilla y no separada.

- Al restringir las entradas ala izquierda desde las propiedades que colindan y de las vías transversales, estas vueltas se trasforman en retornos en U, asiendo estas en las que pueden interferir mucho más en la capacidad y seguridad de la vialidad. Esta desventaja se referencia a vialidades que contengan un flujo en el volumen muy bajo, en caso contrario los altos volúmenes de tránsito de tal forma que estos impedirían las entradas de vuelta izquierda al igual que un camellón central, la desventaja principal causada por el desvió disminuye a manera que se proporcionan las aperturas para los retornos en U con mayor frecuencia.

Las secciones sencillas como las separadas contienen diversos factores los cuales influyen en la elección de su uso destinado en el camino los cuales se incluyen los siguientes factores.

- Si el derecho de vía adquirido es suficientemente ancho como para la creación de un camellón central.
- Si el tipo de acceso es suficientemente permitido a las propiedades colindantes y los posibles conflictos entre el tránsito de frente y las vueltas a la izquierda las calles puedan salir o entrar de tales propiedades.

2.3.3.- Sección compuesta.

Una sección compuesta transversal está compuesta por un corredor central bordeado por camellones laterales los cuales los separan de los carriles de flujo laterales, donde el corredor central puede ser un carril de doble sentido, o bien dos cuerpos de sentido único separados por un camellón central.

Son los diversos los factores por los cuales se llega a construir una vialidad de sección compuesta.

- La sección compuesta se construye para dar un mejor paso a los altos niveles de tránsito de tracción humana y animal, donde al mismo tiempo se embellece las ciudades con árboles y los jardines sembrados en los camellones centrales y laterales.
- Uno de los motivos más relevantes en la construcción de las secciones compuestas es el de separar el tránsito lento del tránsito rápido o de peso.
- La complementar los carriles laterales de acceso local a una carretera cuya construcción anticipa el desarrollo urbano de los terrenos colindantes, en muchas ocasiones los caminos abiertos se construyen con una rasante elevada con el fin de mejorar el desagüe de la base y sub-base del pavimento.

A menudo las vialidades se crean graves problemas de operación para el tránsito automotor, las cuales se puede tener un ejemplo en casi todas las

vialidades de cualquier país del mundo, las desventajas potenciales que afectan a este tipo de secciones separadas se mencionan continuación.

- En los cruces a nivel, la introducción de cuerpos laterales complica la operación del camino por añadir movimientos conflictivos y así crear nuevos puntos de conflicto en el camino en el cual alarga el tamaño de la sección y en el caso de secciones de intersecciones que cuente con semaforización aumenta el número de la proporción del tiempo perdido de cada ciclo del semáforo.
- En las entradas y salidas normalmente en corredor central se realizan a través de aperturas en camellones centrales lo cual esto ocasiona condiciones de alto riesgo y por lo tanto baja la capacidad.

En la tabla se mostrarán los tipos de secciones ya mencionados anteriormente, concordando con la clasificación del diseño geométrico de vialidades (SEDESOL).

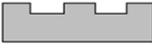
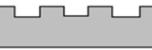
	a: Continua	b: Discontinua
1. Sencilla		
2. Separada		
3. Compuesta		
		

Imagen 2.3.- Representación de los tipos de sección transversal.

Fuente: Manual de Diseño de Vialidades. (SEDESOL: 2001:24).

En la figura se muestran los tipos de camellón mencionados anteriormente de acuerdo con la trayectoria de los vehículos:

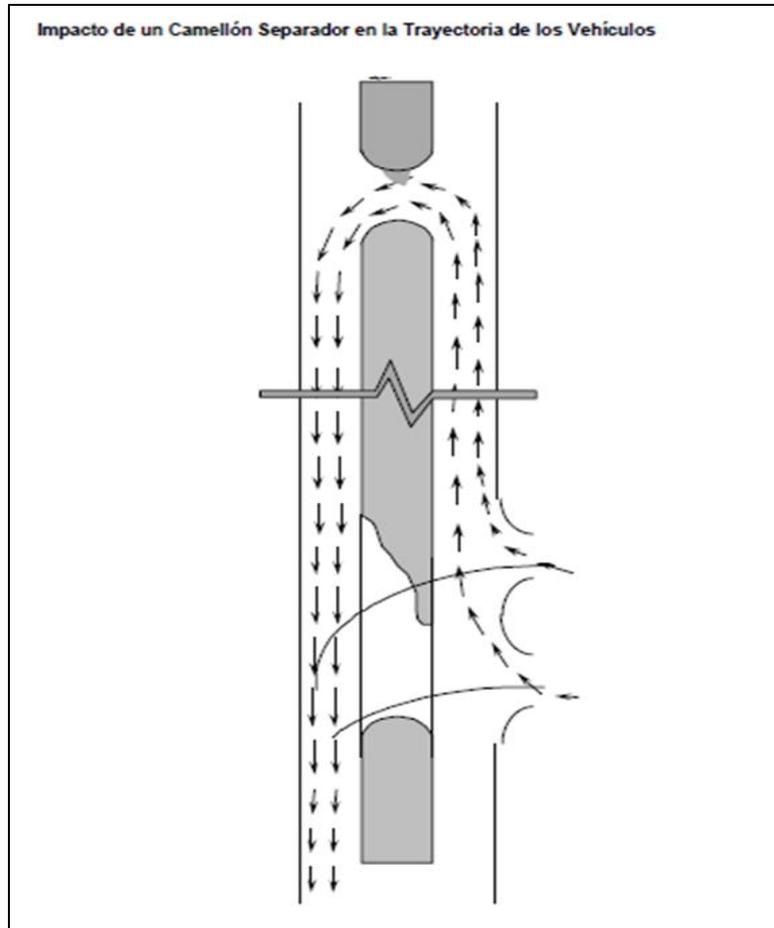


Imagen 2.4.- Representación de un camellón separador.

Fuente: Manual de Diseño de Vialidades: (SEDESOL:2001: 24).

2.4.- Elementos de diseño.

En los elementos de diseño de un proyecto se determina por lo valores deseables los cuales son los que llegan a regir en el diseño del nuevo proyecto, en los casos de mejoramiento en las cuales existen vialidades en las zonas urbanas, en muchas ocasiones no es posible conseguir el derecho de vía que está indicado

por los valores deseados en el proyecto, y por lo tanto se debe de diseñar con los valores mínimos.

2.4.1.- Ancho de arroyos carriles.

El ancho de carril de circulación mínimo en una vialidad urbanizada es de 3.2 m y el deseable es de 3.5 m para hacer todos los movimientos direccionales (frente y las vueltas a la izquierda y derecha). En caso de contar con carriles de estacionamiento el ancho mínimo de carriles es de 3.2 m, sin embargo, siempre que sea posible se debe de proporcionar un ancho de carril igual al de un carril de circulación con la probabilidad de que en un futuro se convierta en un carril de circulación.

El ancho mínimo de un arroyo de sentido único es de 5.0 m al igual al que el estacionamiento prohibido, ya que siempre se contara en que un vehículo quede descompuesto o temporalmente parado en el arroyo de circulación por cualquier otro motivo. El ancho mínimo con el que se cuenta un arroyo de sentido único con un carril de circulación y con uno de estacionamiento es de 6.4 m pero el deseable es de 7.0 m. el ancho de un arroyo de doble sentido y sin contar con estacionamiento puede ser en casos extremos reducido hasta 6.4 m siempre y cuando ya se cuente en la ciudad un programa eficaz de vigilancia.

2.4.2.- Ancho de camellones.

Para el diseño de un camellón central de una vialidad de circulación dependerá de sus funciones como se mencionarán enseguida.

- En la colocación de camellones centrales se pueden crear aperturas en U, si los volúmenes de tránsito en la dirección opuesta no fueran muy altos (no más de 300 vehículos/ hora), donde se puede considerar como una opción mínima en un ancho que permita el retorno entre el carril interior y exterior del sentido opuesto.
- Si se prohíben los retornos en U, pero se requieren los carriles protegidos para las vueltas a la izquierda, se cuenta con un ancho suficiente para acomodar un carril de 3.2 m con una faja separadora de no menos de 0.5m como mínimo o 0.8 m que es la medida deseable.
- Si se prohíben tanto las vueltas a la izquierda como los retornos en U el ancho mínimo deberá ser de 0.5 m y de 1.0 m deseable.

2.4.3.- Pendientes transversales.

Además de contar con la sobreelevación requerida para mantener la estabilidad del vehículo, es necesario contar también con una pendiente transversal mínima para garantizar el drenaje de las aguas pluviales del pavimento, esta pendiente de mínima de bombeo depende de la superficie de rodamiento.

2.4.4.- Espacio Libre Lateral.

Una colisión de una velocidad de 25 km/h entre un vehículo compacto y el tronco de un árbol de 10 cm de grueso puede matar a los ocupantes del automóvil, se debe de evitar la plantación de árboles dentro del área de espacio libre en los camellones separadores.

2.5.- Curvas horizontales.

Para la elaboración de las curvas horizontales se basa en las normativas de servicios técnicos de la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transporte), los cuales se mencionarán los elementos que básicos que conforman las cuervas horizontales.

2.5.1.- Tangentes.

Las tangentes de las curvas horizontales están compuestas por longitudes máximas, mínimas y su azimut.

1. Longitud mínima

- Entre dos curvas dos curvas circulares inversas con transición mixta deberán ser igual a la semisuma de las longitudes de las dichas transiciones.
- Entre los valores de dos curvas circulares inversas con espiral de transición podrá ser igual a cero
- En dos curvas circulares inversas cuando en una de ellas no tienen espiral de transición y la otra si cuenta con transición mixta, deberá ser igual a la mitad a la longitud mixta.
- Cuando dos curvas circulares del mismo sentido, la longitud mínima de tangente no tiene valor específico.

2. Longitud máxima: la longitud máxima de las curvas horizontales no tiene un límite específico.

3. Azimut: el valor del azimut definirá la dirección de las tangentes.

2.5.2.- Curvas circulares.

Las curvas circulares tienen influencia con las horizontales, ya que están definidas por su grado de curvatura y por su longitud, los elementos que la caracterizan se mencionan enseguida.

1. Grado máximo de curvatura. El valor del grado de curvatura máximo corresponde a cada velocidad de proyecto la cual está dada por la siguiente expresión.

$$G_{\max} = 146000 \frac{\mu + S_{\max}}{V^2}$$

En donde:

G_{\max} = Grado máximo de curvatura

μ = Coeficiente de fricción lateral

S_{\max} = Sobre elevación máxima de la curva en m/m

V = Velocidad de proyecto

En la tabla siguiente se muestran los valores máximos de curvatura con respecto a la velocidad de proyecto.

Velocidad de proyecto Km/h	Coefficiente de fricción lateral	Sobreelevación máxima m/m	Grado máximo de curvatura calculado grados	Grado máximo de curvatura para proyecto Grados
30	0.280	0.10	61.6444	60
40	0.230	0.10	30.1125	30
50	0.190	0.10	16.9360	17
60	0.165	0.10	10.7472	11
70	0.150	0.10	7.4489	7.5
80	0.140	0.10	5.4750	5.5
90	0.135	0.10	4.2358	4.25
100	0.130	0.10	3.3580	3.25
110	0.125	0.10	2.7149	2.75

Tabla 2.2.- Representación de los valores máximos de grado de curvatura.

Fuente: Secretaria de Comunicaciones y Transportes (1997;135)

2.- Longitud mínima.

El valor mínimo de la longitud de una curva circular con transiciones mixtas deberá ser igual a semisuma de las longitudes de esas transiciones.

En la curva circular con espirales de transición su longitud mínima podrá ser igual a cero.

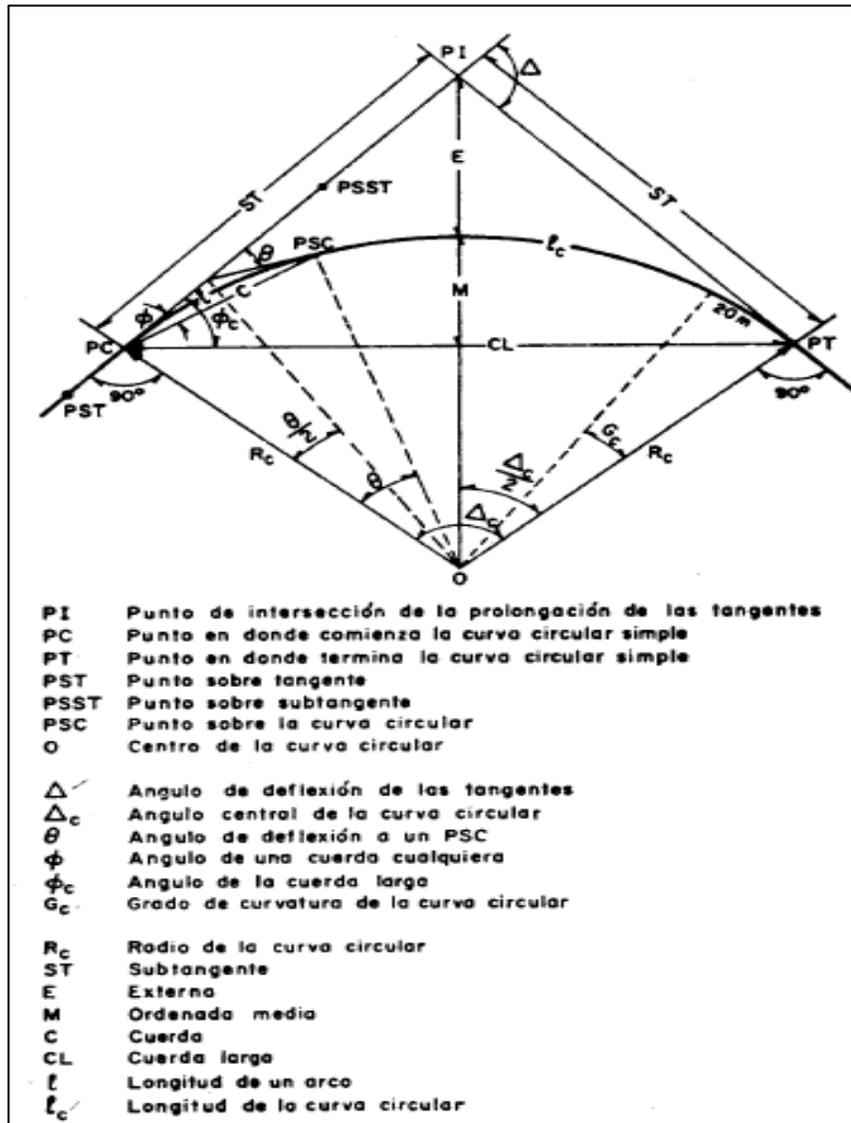


Imagen 2.5.- Representación de las curvas circulares.

Fuente: Manual de Proyecto SOP (1971;299).

Para la proyección de las curvas horizontales se debe conocer las características que presentan las curvas circulares como se mencionó anteriormente, en las curvas horizontales se debe de conocer la visibilidad la distancia de visibilidad de parada, así como también la distancia de visibilidad de encuentro.

1.- Visibilidad

En general toda curva horizontal deberá satisfacer la distancia de visibilidad de parada para cada velocidad de proyecto y una curvatura dada, cuando existe un obstáculo en el lado interior de la curva la distancia “m” que debe de haber entre él y el eje del carril interior de la curvatura estarán dadas por las expresiones de la gráfica que se mencionara más adelante.

2.- Distancia de visibilidad de parada.

La distancia de parada para una curva horizontal es fundamental ya que con él se cuenta un alto nivel de control sobre la misma, con la cual se obtiene con las siguientes expresiones.

$$D_p = Vt + \frac{V^2}{254 f}$$

En donde:

D_p = Distancia de visibilidad de parada en metros.

V = Velocidad de marcha, en km/h.

t = Tiempo de reacción en segundos.

f = Coeficiente de fricción longitudinal.

En la tabla se muestran los valores de distancia de visibilidad de parada que correspondan a las velocidades de proyecto, la tabla muestra las velocidades de 30 hasta 110 km/h.

Velocidad de proyecto Km/h	Velocidad de marcha Km/h	Reacción		Coeficiente de fricción longitudinal	Distancia de frenado m	Distancia de visibilidad	
		Tiempo seg	Distancia mt			Calculada m	Para proyecto m
30	28	2.5	19.44	0.400	7.72	27.16	30
40	37	2.5	25.69	0.380	14.18	39.87	40
50	46	2.5	31.94	0.360	23.14	55.08	55
60	55	2.5	38.19	0.340	35.03	73.22	75
70	63	2.5	43.75	0.325	48.08	91.83	95
80	71	2.5	49.30	0.310	64.02	113.32	115
90	79	2.5	54.86	0.305	80.56	135.42	135
100	86	2.5	59.72	0.300	97.06	156.78	155
110	92	2.5	63.89	0.295	112.96	176.85	175

Imagen 2.6.- Representación de la distancia de visibilidad.

Fuente: Secretaria de Comunicación y Transportes (1997:138)

3.- Distancia de visibilidad de rebase.

La distancia de visibilidad de rebase en las curvas horizontales es una forma de seguridad para el vehículo y pasajero la cual se puede determinar por medio de la siguiente expresión.

$$D_r = 4.5v$$

En dónde.

D_r = Distancia de visibilidad de rebase, en metros.

V = Velocidad de proyecto en km/h.

4.- Trazo de la curva horizontal.

Para el cálculo de la curva horizontal es necesario hacer el trazo de las tangentes a la curva y determinar el ángulo de deflexión de la tangente (Δ), también es necesario el valor de la curvatura de la curva circular (G_c), el grado de curvatura se propone cuidando que el punto de donde comienza la curva y el punto donde termina la curva no se traslape con ninguna otra curva existente. En los esquemas se muestran la configuración de las curvas horizontales.

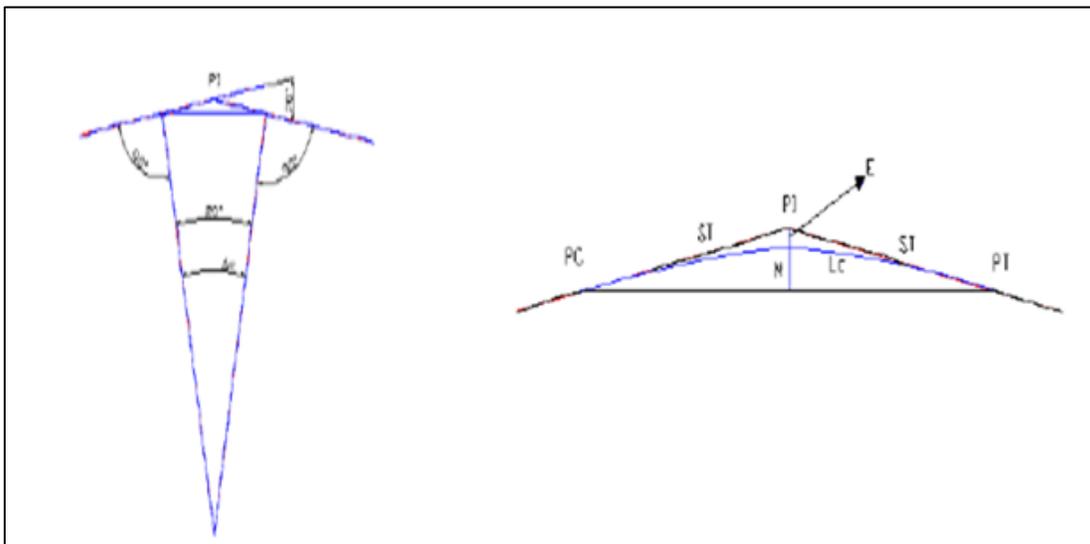


Imagen 2.7.- Representación del trazado de las curvas horizontales.

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (1997:141).

2.6.- Guarniciones

Las guarniciones están ligadas con el drenaje, aunque están no sean su objetivo principal, pues están canalizan el agua escure en la superficie de rodamiento de la carretera, guiándola hacia salidas especialmente dispuestas a drenar el agua.

Las guarniciones que tiene forma trapecial tiene mayor disponibilidad para dar mayor resistencia a la sección al vuelco, en el cual se busca la esbeltez de la sección, donde esta permite un empotramiento conveniente a la misma, las guarniciones se construyen usualmente de concreto, la piedra pudiera ser conveniente si existe en abundancia o a la mano este material, en la construcción de esta presenta el problema del curado donde será molesto esta tarea, y a veces se encuentra muy difícil y costosa en las zonas donde el agua es parcialmente escasa, en donde esta requieren de 6 riegos al día.

Los tipos de guarniciones y sus localizaciones afectan los patrones de comportamiento del conductor, en los cuales en los movimientos de vueltas se ve afectado la seguridad y la utilidad de la vialidad. La principal función de una guarnición es para controlar el drenaje, para protección de los peatones, para prevenir la salida de vehículos de la vía hacia los puntos peligrosos, sirven para delinear la orilla de la calzada y para el desarrollo ordenado de las áreas adyacentes.

Cuando se tiene en la vialidad flujos muy altos de peatones se debe de considerar en el proyecto elementos para su protección, en las calles con poco flujo vehicular y de baja velocidad basta con una guarnición vertical en la orilla de la banqueta es usualmente suficiente para proteger el peatón del tránsito vehicular. En el caso de los túneles y puentes, en la calzada de circulación no se consideran acotamientos, en este caso se deberá proyectar una banqueta de seguridad con guarnición vertical.

Existen dos tipos de guarniciones básicas, verticales y achaflanadas. La guarnición de tipo vertical sirve para separar el arroyo de circulación vehicular de la banqueta, mientras que la guarnición de tipo achaflanada permite que los vehículos suban a la guarnición fácilmente. En ocasiones si la orilla del arroyo de circulación consiste en una banqueta (zona peatonal) o en un área de plantación de arbustos o flores, se debe de colocar una guarnición de tipo vertical para su protección contra la intrusión de vehículos. La única ocasión en que se debe de usarse una guarnición achaflanada es cuando quiere definirse las orillas de isletas de canalización.

Se muestran los dos tipos de guarniciones básicas que se mencionaron anteriormente, estas guarniciones están diseñadas conforme al manual de diseño geométrico de carreteras de la Secretaría de Comunicación y Transporte (SCT).

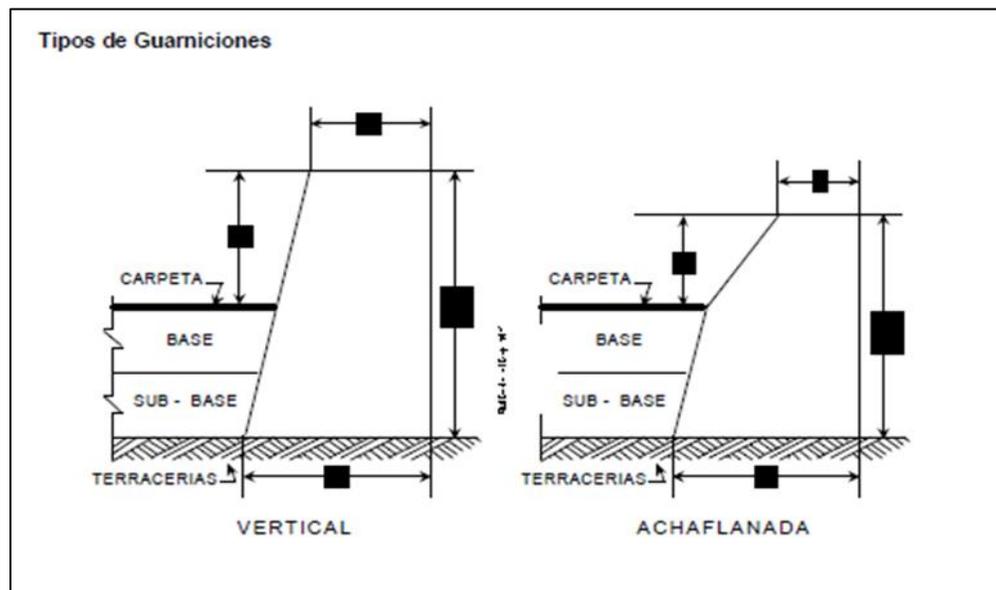


Imagen 2.8.- Representación de los tipos de guarniciones.

Fuente: Manual de Proyectos Geométricos de Carreteras SCT. (199:123).

2.7.- Banquetas.

Las banquetas son franjas las cuales están destinadas a la circulación de peatones, las cuales se encuentran ubicadas a un nivel superior al de la corona de la carpeta de rodamiento y de uno o ambos lados de ella. En las zonas urbanas o suburbanas la banqueta se vuelve parte integral de la vialidad en cambio en las zonas rurales rara vez son necesarias.

El diseño de una banqueta está integrada de 1 a 3 franjas paralelas a la vialidad más la guarnición de que la conforma.

1.- Franja de circulación peatonal: esta franja de la banqueta es el espacio requerido para el movimiento peatonal libre de cualquier obstáculo, con un ancho mínimo a 1.20m. en banquetas de igual o menor a 1.20m su ancho mínimo será de 0.90m

2.- Franja de equipamiento y mobiliario urbano: esta franja es el espacio destinado para colocar el mobiliario, señalización, vegetación y equipamiento.

3.- Franja de fachada: es el espacio para la permanencia momentánea del peatón.

El ancho mínimo de una banqueta es igual a la franja de circulación peatonal más la guarnición, a estas se le irán añadiendo las otras franjas dependiendo de los tipos de actividades que se desarrollarán en el lugar. En seguida se muestra un esquema detallado de las franjas que componen a una banqueta.

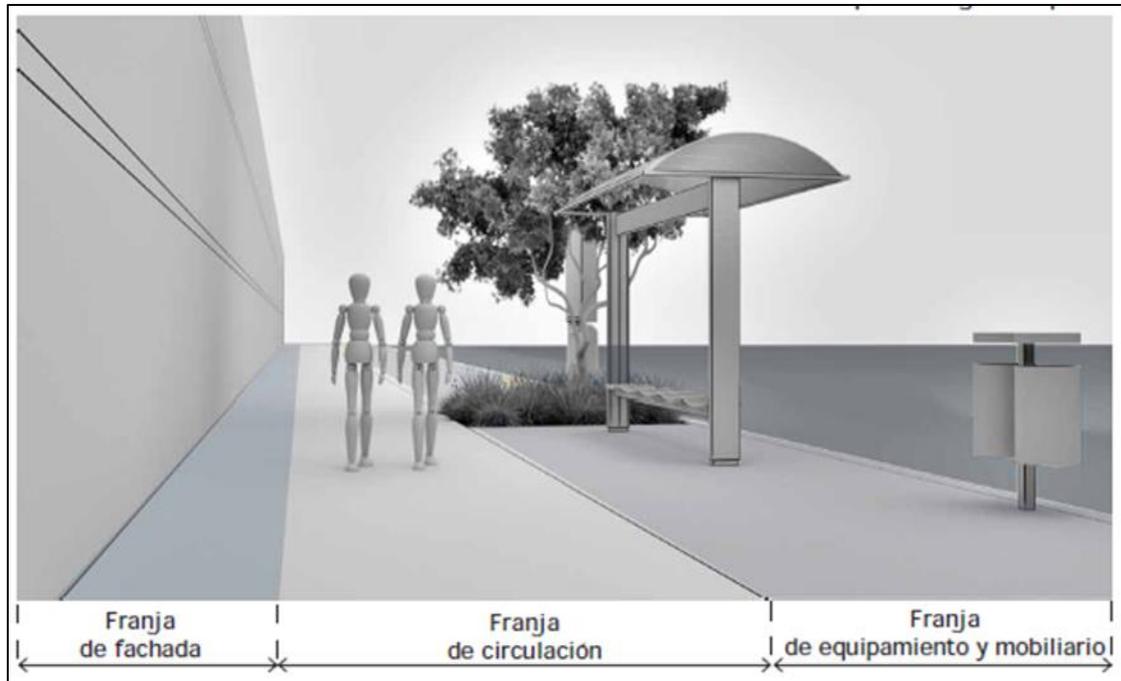


Imagen 2.9.- Representación del ancho de banquetas.

Fuente: Secretaria de Desarrollo Urbano y Vivienda; (2015:05).

Se recomienda que las banquetas sean construidas con pavimentos modulados con una dimensión mínima de 0.40x0.40m. el acabado de una banqueta debe de ser.

- Continuo, nunca con piezas sueltas o con irregularidades
- Compacto
- Contar con antideslizante en seco y mojado
- Sin desniveles ni resaltes

En la tabla siguiente se muestran las dimensiones de las banquetas con sus componentes de anchos de franjas:

Ancho de banqueta	Franja peatonal (fp)	Franja de equipamiento y mobiliario urbano	Franja de fachada (ff)
A	0.90 a 2.00	X	X
B	mín. 1.20	0.80	X
		1.60	
		3.20	
C	mín. 1.20	0.80	0.80 m
		1.60	
		3.20	
D	mín. 1.20	0.80	1.60
		1.60	
		3.20	
E	mín. 1.20	0.80	3.20
		1.60	
		3.20	

Imagen 2.10.- Representación de las dimensiones de las aceras con sus respectivas franjas.

Fuente: Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015:07)

Las aceras deben contar con una zona de seguridad la cual cuenta con área de banqueta, esquinas o plazas libre de obstáculos, señalización vertical, equipamiento y mobiliario urbano, cuyo objetivo es mejorar la visibilidad de los peatones y conductores, así como mejorar la circulación peatonal.

En la zona de seguridad mínima en esquinas, es la suma del área de espera en un cruce peatonal más el área de transición. El área de espera es el espacio en el que se ubican los peatones para cruzar la vía mientras aguardan el ceda el paso o que el semáforo lo indique. El área de transición se entiende como el espacio comprendido entre el límite del área de espera y el are resultante del trazo de una distancia mínima a los 3.10m.

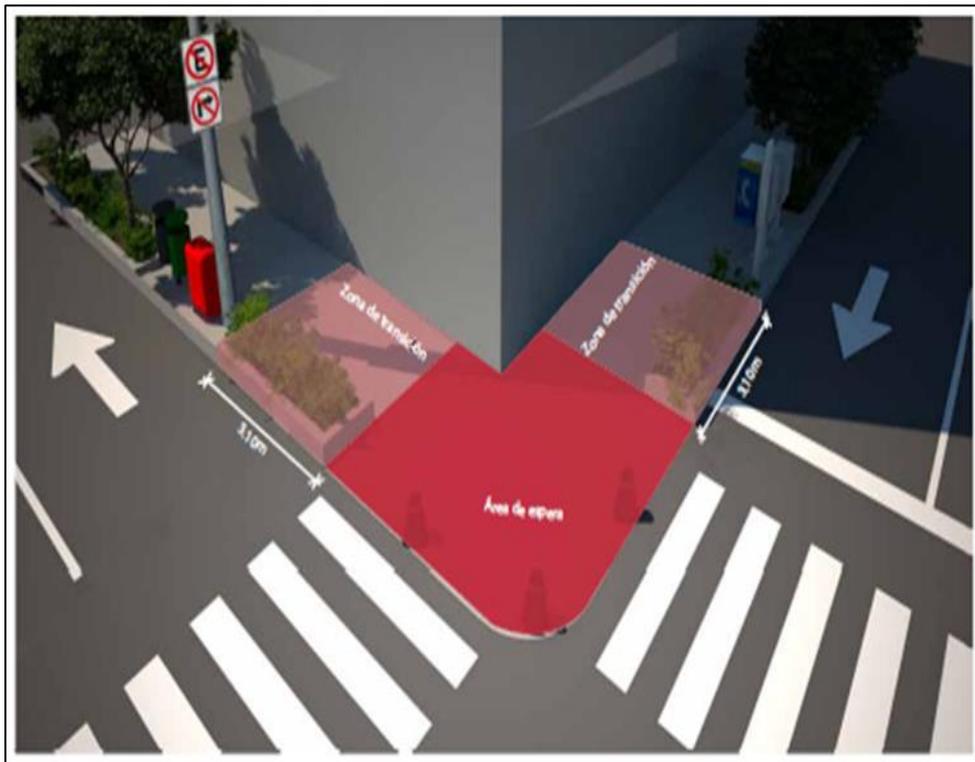


Imagen 2.11.- Representación de las áreas seguras de las banquetas.

Fuente: Secretaria de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015:10).

Las banquetas que se coloquen en un paso a desnivel deberán contar con la siguiente adecuación.

- Al centro de paso a nivel se colocarán bolardos, dejando una separación de 1.5m entre ellos.
- El ancho mínimo será de 2.5m.
- El camellón será interrumpido a lo largo del ancho del paso peatonal.

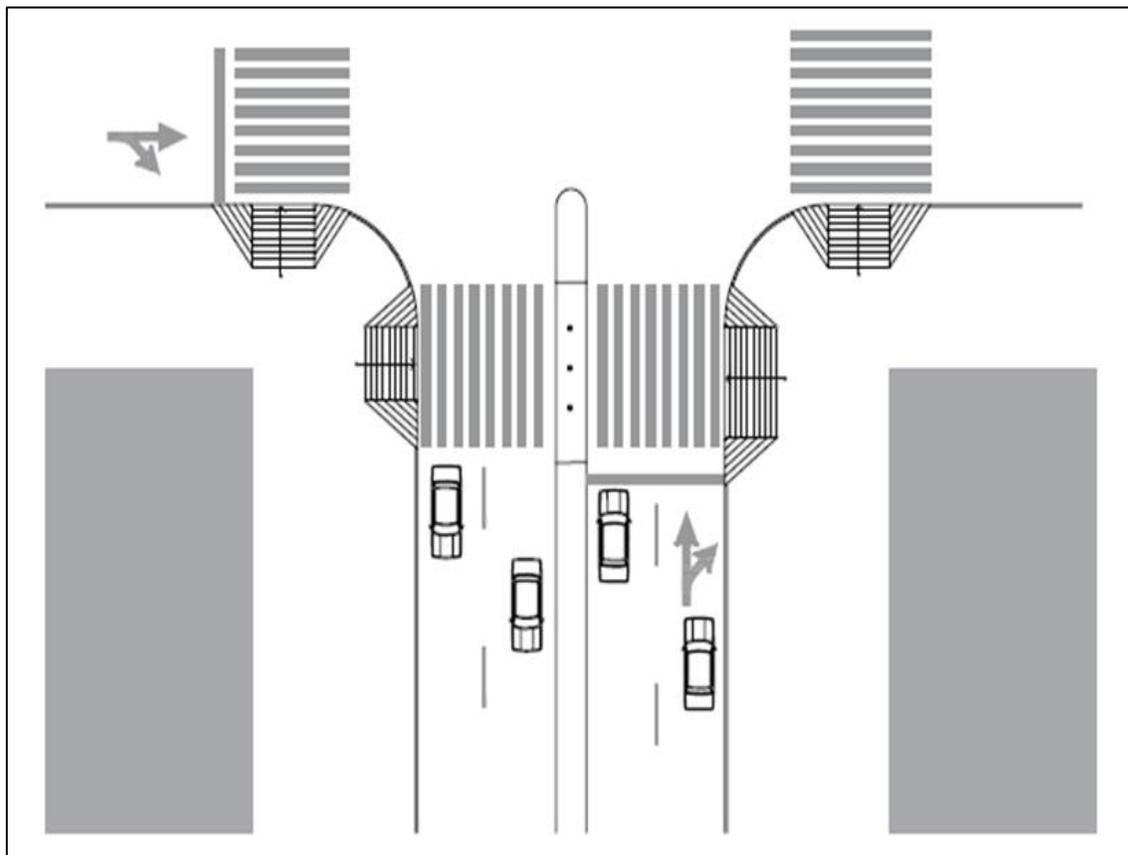


Imagen 2.12.- Representación de las banquetas en un paso a desnivel.

Fuente: Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015:14).

Los radios de giro en las banquetas en una adecuación geométrica muy importante las cuales se mencionan enseguida.

- Cuando exista vuelta vial y transiten vehículos pesados, autobuses urbanos y de grandes dimensiones, el radio de giro será de 8.00m
- Cuando no exista vuelta vial o no exista un carril exclusivo aunado a la banqueta el radio de giro será de 1.00m
- Cuando exista vuelta y solo transiten vehículos ligeros el radio de giro será de 5.00m

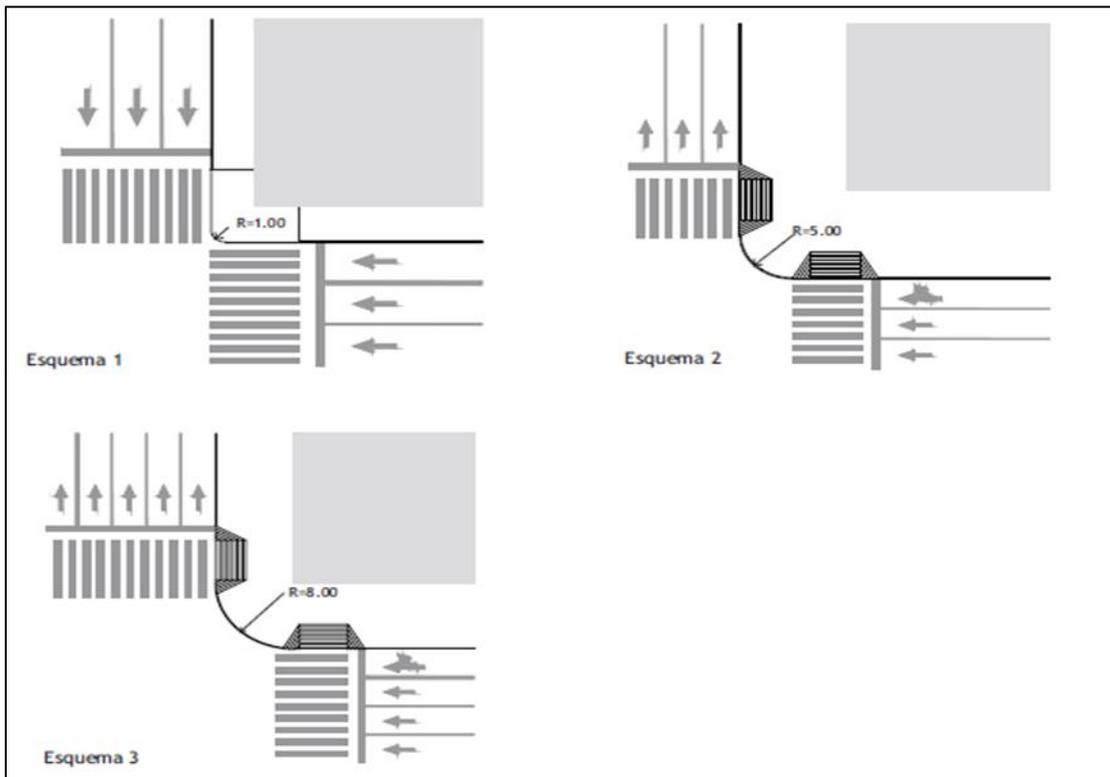


Imagen 2.13.- Representación de los radios de giro en las banquetas.

Fuente: Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015:15).

CAPÍTULO 3

ELEMENTOS DE DISEÑO EN INTERSECCIONES.

Este capítulo describirá lo relacionado con las intersecciones que, como una solución, al problema que surge en el cruce o unión de dos o más caminos, siendo allí donde existen más puntos de conflicto para los usuarios. Estos puntos son críticos, ya que limita las condiciones de comportamiento y movimiento de los usuarios.

3.1 Intersecciones.

Es el área que es compartida por dos o más caminos, que se encuentran o se cortan en ella se incluyen plataformas que son utilizadas por los vehículos, para desarrollar todos los movimientos posibles, cuya función es posibilitar de manera adecuada el cambio de dirección en la ruta. "Una intersección es la unión o cruce de dos o más caminos, a la misma elevación o elevaciones diferentes. (Frederick S. Merrit: 1999:16.51)

Las intersecciones también son conocidas como:

- Entronques.
- intercambio.
- Enlaces.
- Pasos.

Una diferencia fundamental entre intersección y enlace se fundamenta en la coincidencia o no de los planos de circulación de las vías que concurren. En la

intersección el cruce realiza a nivel, esto nos da a entender que los ejes de las vías se cortan en un punto; en cambio el enlace es el cruce que se realiza a distinto nivel, donde sólo se intersecan las proyecciones de los ejes del camino horizontal.

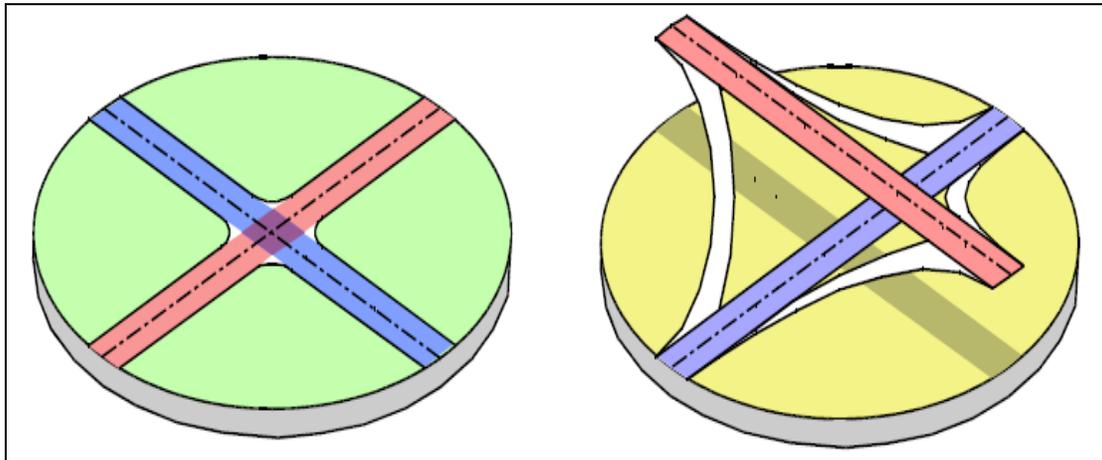


Imagen 3.1.- Representación esquemática de intersección y enlace.

Fuente: Manual de Carreteras. (2015:105).

En la siguiente lista se muestra una serie de ventajas e inconvenientes entre una intersección y un enlace.

Intersección, ventajas:

- Mayor facilidad de proyecto y construcción.
- Requiere una menor superficie.
- Generalmente son más económicos.

Intersección, inconveniente:

- Menor capacidad de tráfico.
- Obligan a reducir las velocidades, e incluso parar.

- Condicionadas por la visibilidad.

Enlace, ventajas:

- Favorece la circulación fluida de los vehículos.
- Son más cómodas para el conductor.
- Son más seguras y previene accidentes.

Enlace, inconveniente:

- Su proyecto resulta más complejo.
- Requieren grandes superficies de terreno.
- Precisan un mayor movimiento de tierras.

Normalmente las intersecciones son las que nos definen la capacidad del camino, ya que se encuentran puntos de conflicto comunes y deben de dar paso alternado a los movimientos de conflicto. Esto da como resultado a que las intersecciones se congestionen y pasen a ser restricciones operacionales del camino.

3.1.1. Clasificación de intersecciones.

Existen numerosas formas de intersección que a continuación se describirán, los diferentes tipos de ellas tanto a nivel como a desnivel que se pueden encontrar. Ya que varían en complejidad las podemos encontrar desde un simple cruce, con dos caminos que se cruzan entre sí, hasta intersecciones más complejas.

Cada camino de una intersección se conoce como ramal, el cual enlaza cada uno de los tramos que se interconectan. "No se recomiendan las intersecciones con más de cuatro ramales"(Frederick S. Merrit: 1999:16.52). Se considera que cada vía produce de manera natural tres tipos de giros:

- Paso a través.
 - Giro a la derecha.
 - Giro a la izquierda.
1. Intersecciones a Nivel: este tipo de intersecciones no distribuyen el flujo vehicular a distintos niveles, esto genera conflictos entre los vehículos que cruzan. En las intersecciones a nivel, concorde al encuentro de los ramales se distinguen las siguientes.
- Intersecciones a nivel simples: la importancia del tránsito no amerita ningún tipo de proyecto especial, solo se necesita nivelar el terreno, redondear las esquinas, facilitar la visibilidad para permitir que los vehículos pasen de un lado a otro.
 - Intersecciones a nivel canalizadas: este método permite canalizar al tránsito, "creación de trayectorias definidas para el recorrido de los vehículos" (Frederick S. Merrit:1999:16.52). Esto permite que al usuario no se le presenten varias decisiones al mismo tiempo, situaciones imprevistas como cambio brusco, para dar lugar a un flujo continuo, seguro y ordenado. Mediante la construcción de isletas para control de tránsito o marcas en el pavimento. "La canalización debe usarse con prudencia; el uso excesivo de canalizaciones puede empeorar, en lugar de mejorar, las condiciones de

una intersección. "(Frederick S. Merrit: 1999:16.52). Algunos de los factores que influyen en el diseño de una intersección canalizada son: tipo de vehículo, la velocidad de proyecto, las secciones de cruce, el volumen de tráfico vehicular, ubicación de paradas de autobuses y ubicación de aparatos para control de tránsito.

- Intersecciones a nivel rotatoria: también denominadas comúnmente glorietas o rotondas. Está constituida por un círculo o un ovalo en la parte del centro de la intersección en forma de isleta que suministra un patrón circular al flujo vehicular, con una reducción apreciable de los puntos de conflicto en el cruce. La mayoría de los trayectos vehiculares convergen y divergen.
 - Intersecciones a nivel semaforizadas: los semáforos pueden emplearse para la demora del flujo vehicular en todos los sentidos, ya que esto conduce a eliminar muchos puntos de conflicto. Lo que determina la necesidad de los semáforos es el volumen de tránsito en los accesos de la intersección, también se considera el volumen de peatones y la historia de accidentes el cual tiene un papel importante.
 - Intersecciones a nivel no semaforizadas: estas intersecciones no son controladas por aparatos electrónicos. se basa en un modelo donde se adicionan señales de parada, topes y en algunas ocasiones glorietas.
2. Intersección a desnivel: es un conjunto de ramales que son proyectados para facilitar el flujo del tránsito que se cruzan en niveles diferentes. Los

pasos a desnivel se construyen para aumentar la capacidad de servicio de intersecciones con altos volúmenes de tránsito y condiciones de seguridad insuficiente. En este tipo de intersección solamente existe el problema de que los vehículos deben de pasar de una vía a otra, realizándose el enlace por medio de rampas conectoras.

Las ventajas que ofrecen las intersecciones a desnivel son las siguientes:

- La capacidad del camino dentro de la intersección puede ser aproximada a la capacidad que esta fuera de ella.
- Hay mayor seguridad para los vehículos que pasan a través de ella y para los que dan giros para internarse a la arteria secundaria. "Los movimientos de vuelta se hacen de la misma manera que una intersección a nivel." (Mier Suarez: 1987:240).
- Los cambios de velocidad y las paradas se eliminan para el tránsito que no da vuelta.
- Tienen la característica que pueden adaptarse a todos los ángulos y posiciones del camino.
- Pueden ser construidas por etapas

En la actualidad no existen normas que establezcan cuando debe existir una intersección a desnivel, ya que esto depende de ciertos factores del camino. El factor más importante que justifica este tipo de intersección es el volumen de tránsito y una alta incidencia de accidentes.

3.1.2. Tipo de intersecciones a nivel.

Una intersección se define principalmente en su tipo que se basa en su composición (número de ramales que convergen a ella), topografía, definición de tránsito y el tipo de servicio que requiere.

Intersección con tres ramales: "se forma una intersección con tres ramales cuando un camino se inicia o termina con otro en una unión" (Frederick S. Merritt: 1999:16.52). Este tipo de intersecciones se emplea para resolver el cruce que existe en el camino comúnmente es entre caminos principales y secundarios. Por su disposición geométrica en planta, se diferencian claramente en dos tipos básicos, en los que figuran.

1. Intersección en T: la conforman tres ramales, los ramales forman ángulos de 60° , da a entender que se cuenta con direcciones perpendiculares. A continuación, se muestran algunos casos típicos de este tipo de intersecciones, todas ellas con islas y canalizaciones.

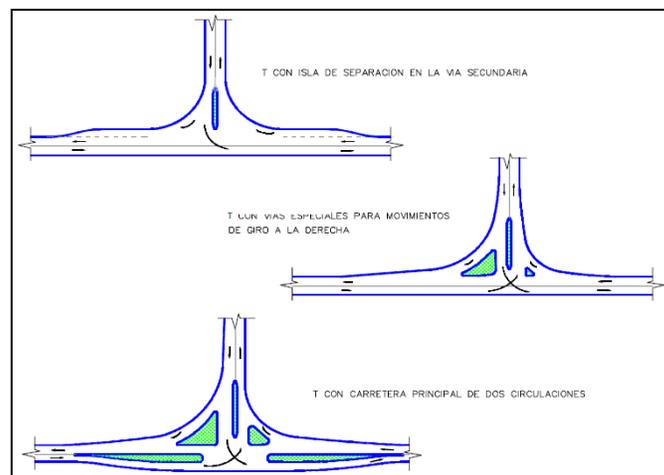


Imagen 3.2.- Tipo de intersecciones en T.

Fuente: Ministro de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN) recomendaciones para el diseño del espacio vial urbano, Santiago de Chile. (1998:111)

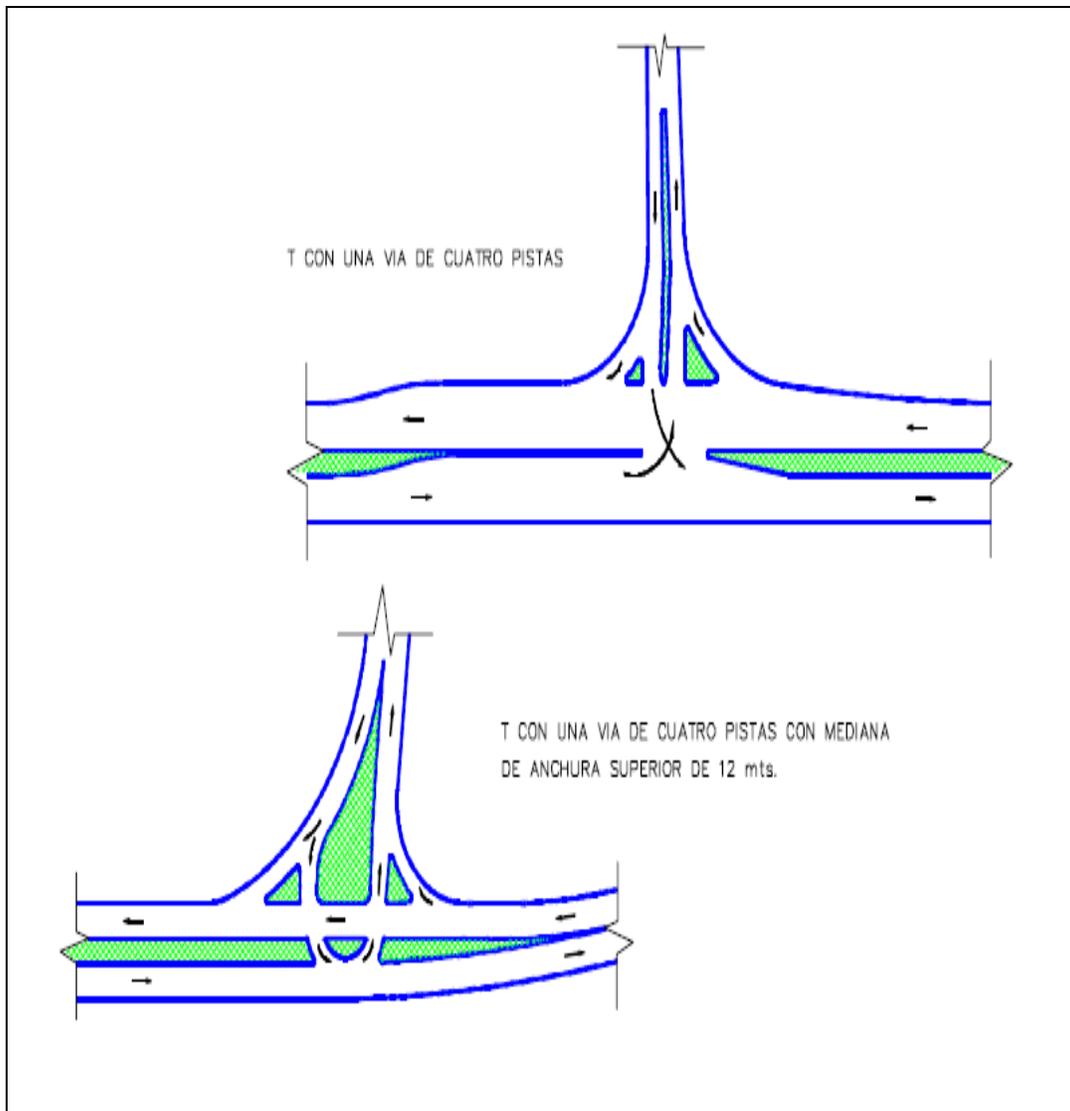


Imagen 3.3.- Tipo de intersecciones en T.

Fuente: Ministro de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN) recomendaciones para el diseño del espacio vial urbano, Santiago de Chile. (1998:112).

2. Intersección en Y: la conforman tres ramales uno de los ángulos formados entre los ramales es menor a 60° . A continuación se muestran algunos casos típicos de este tipo de intersecciones, todas ellas con islas y canalizaciones.

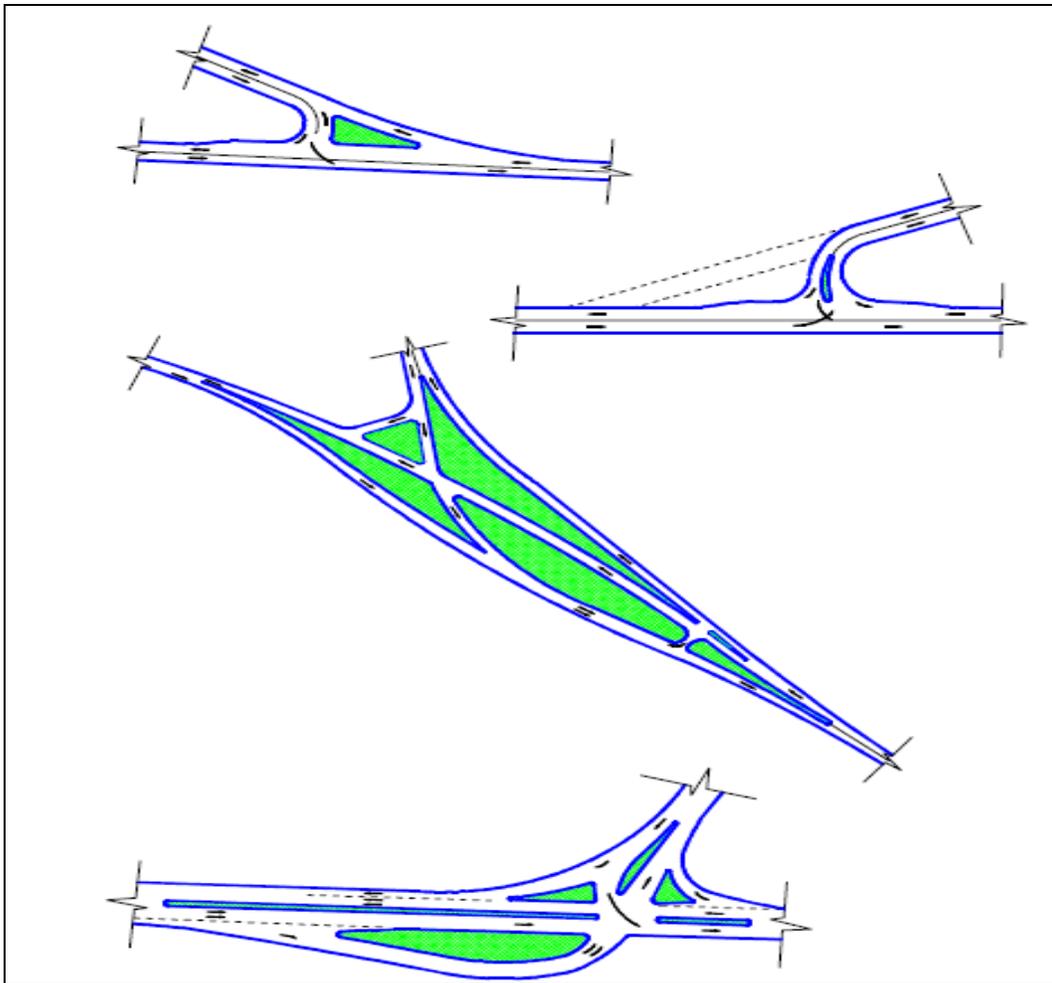


Imagen 3.4.- Tipo de intersecciones en Y.

Fuente: Ministro de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN) recomendaciones para el diseño del espacio vial urbano, Santiago de Chile. (1998:113).

Las intersecciones en T son más recomendables, ya que concurren perpendicularmente sus ramas, esto aumenta la visibilidad en el cruce; por otra parte, la intersección en Y facilita determinados movimientos principales. Conforme aumenta el tamaño de los radios de giro utilizados, aumenta la superficie pavimentada, esto a veces puede producir confusiones entre los

usuarios respecto a la trayectoria a seguir, esto se puede evitar mediante isletas alargadas o isletas tipo triángulo.

Algunas veces para favorecer determinados movimientos pueden construirse raquetas o carriles independientes, para facilitar la incorporación del vehículo a través de un giro indirecto, también suele emplearse intersecciones en T con falsa glorieta. Este tipo de soluciones se consideran únicamente si se hallan reguladas mediante semáforos.

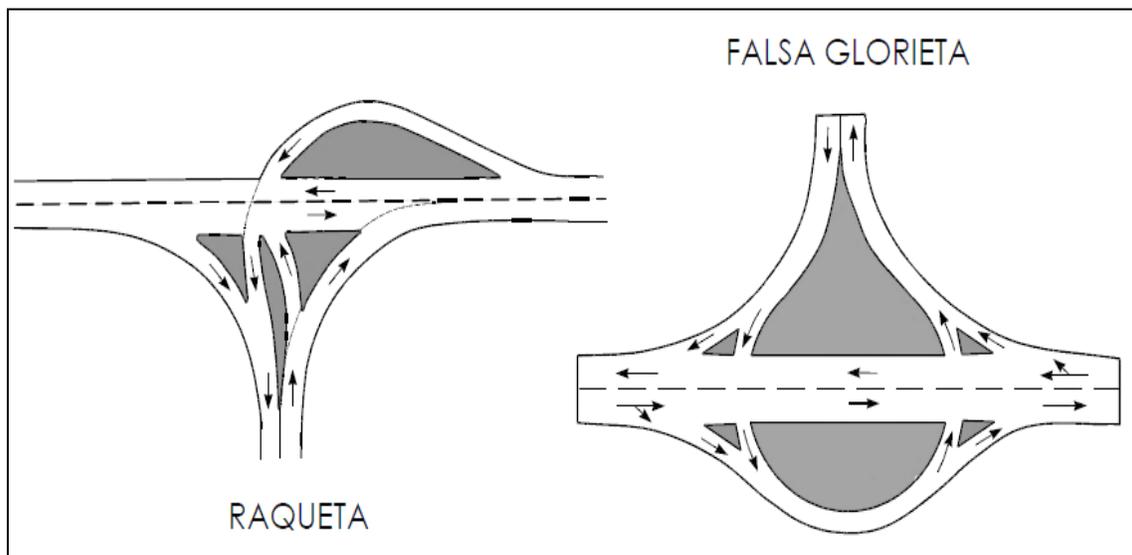


Imagen 3.5.- Variante entre raqueta y falsa glorieta.

Fuente: Manual de Carreteras, Luis Bañón. (1998:10).

Intersección con cuatro ramales: este tipo de intersección se forma por el producto del cruce de dos caminos de rango similar. El diseño de este tipo de intersección sigue muchas de las directrices para las que tienen tres ramales.

Al igual que las anteriores se distinguen dos tipos básicos.

1. Intersecciones en cruz: conformadas por cuatro ramales que asemejan una cruz, los ramales concurren formando en cualquier caso ángulos mayores a 60° con dirección sensiblemente perpendicular.

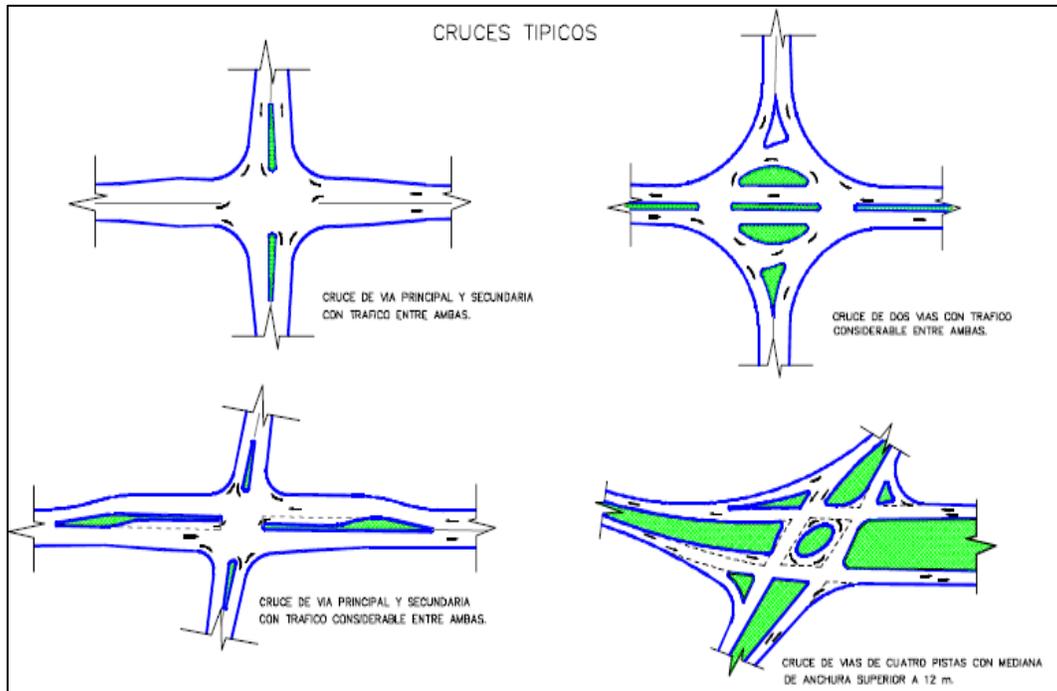


Imagen 3.6.- Intersecciones en cruz.

Fuente: Ministro de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN) recomendaciones para el diseño del espacio vial urbano, Santiago de Chile. (1998:13)

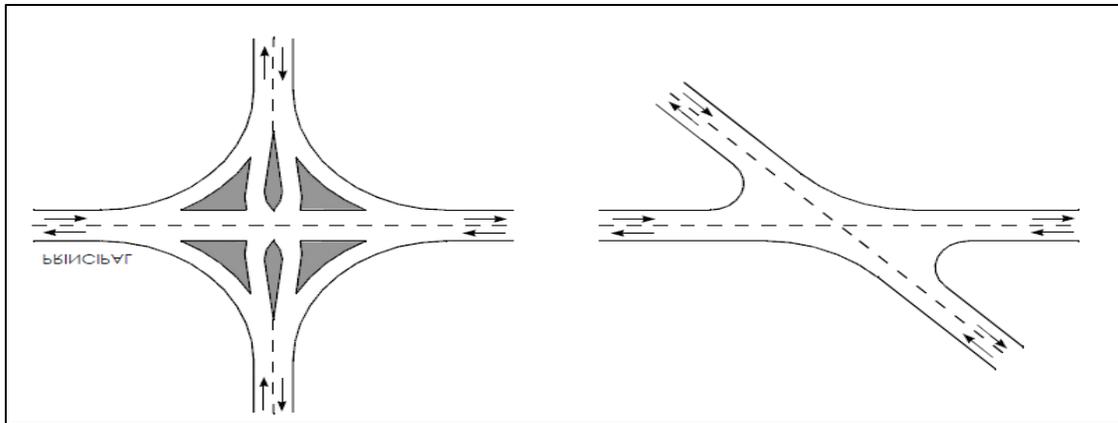


Imagen 3.7.- Intersección de cuatro ramales.

Fuente: Manual de Carreteras, Luis Bañón. (1998:5.10).

2. Intersecciones en X: los ramales forman dos ángulos menores de 60°. Las intersecciones en X proporcionan una mala visibilidad del camino, por lo que es conveniente cambiarla en intersecciones en cruz o en doble T. Como se muestra enseguida.

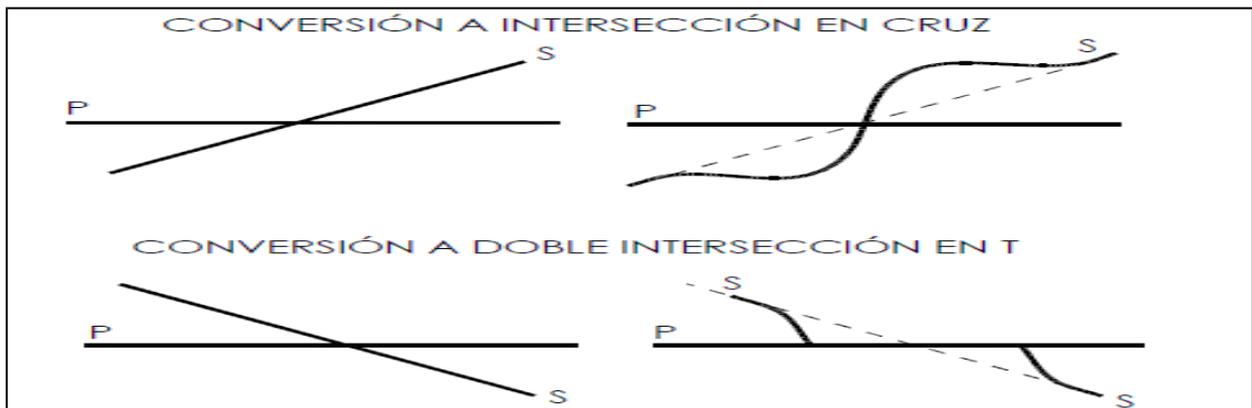


Imagen 3.8.- Conversión de intersección en "T" ó "X".

Fuente: Manual de Carreteras, Luis Bañón. (1998:5.10).

Intersecciones de más de más cuatro ramales: este tipo de intersecciones está compuesta por más de cuatro ramales, este tipo de intersecciones es difícil de tratar, en algunos casos es necesario suprimir un ramal empalmándolo fuera de la intersección. En algunos casos esto no es posible y se tiene que llegar a una solución compleja.

3.1.3. Tipo de intersecciones a desnivel.

Una solución de diseño, que posibilita el cruce de dos o más caminos en diferentes niveles, con la finalidad que los usuarios puedan realizar los movimientos de cambio de trayectoria de un ramal a otro, con el mínimo de puntos de conflicto posibles. “las intersecciones a nivel pueden eliminarse con el uso de estructuras para pasos a desnivel que permiten el flujo del tránsito cruzado sin interrupción a diferentes niveles”. (Wright Paul H: 300, 1993)

Este tipo de intersección a desnivel tiene el objetivo de aumentar la capacidad de usuarios dentro de una intersección importante, que integre altos volúmenes de tránsito y ciertas condiciones de seguridad vial, las intersecciones a desnivel se justifican de la siguiente manera

- Vialidad de alta velocidad que está diseñada para transportar altos volumen de tránsito.
- Eliminar los cuellos de botella.
- Prevenir accidentes.
- Lugares donde la topografía no permite un diseño factible.

- Sitio don el volumen de transito requiere de un diseño de una intersección a nivel no razonable
- Cundo el beneficio del usuario supere el costo de las mejoras

Un paso a desnivel, en donde los vehículos se mueven en una dirección pueden cambiar utilizando conexiones, las cuales llevan el nombre de rampas. Dependiendo el tipo y forma del entronque y rampa se clasifican principalmente en cuatro tipos los cuales se describen a continuación.

1. Entronque de tres ramales tipo Y, T y Trompeta: Este tipo de enlaces se presentan cuando una vía se incorpora a otra, perdiendo desde ese punto su continuidad “la geometría puede alterarse para favorecer ciertos movimientos “(Wright Paul H: 301, 1993), en este tipo de enlaces los giros a la derecha o izquierda se resuelven mediante ramales, el enlace tipo trompeta es esencial en caso de que existiera predominancia en uno de los movimientos, ya sean de entrada o de salida a la vía principal además que cuenta con la ventaja de ocupar poco espacio, enlace tipo T ó Y se caracterizan por el empleo de más de una estructura o el empleo de una estructura multinivel este tipo de enlace es más complejo costoso y es necesario una mayor superficie de terreno para su elaboración. A continuación, se podrá ver la diferencia esquemática en las siguientes imágenes.

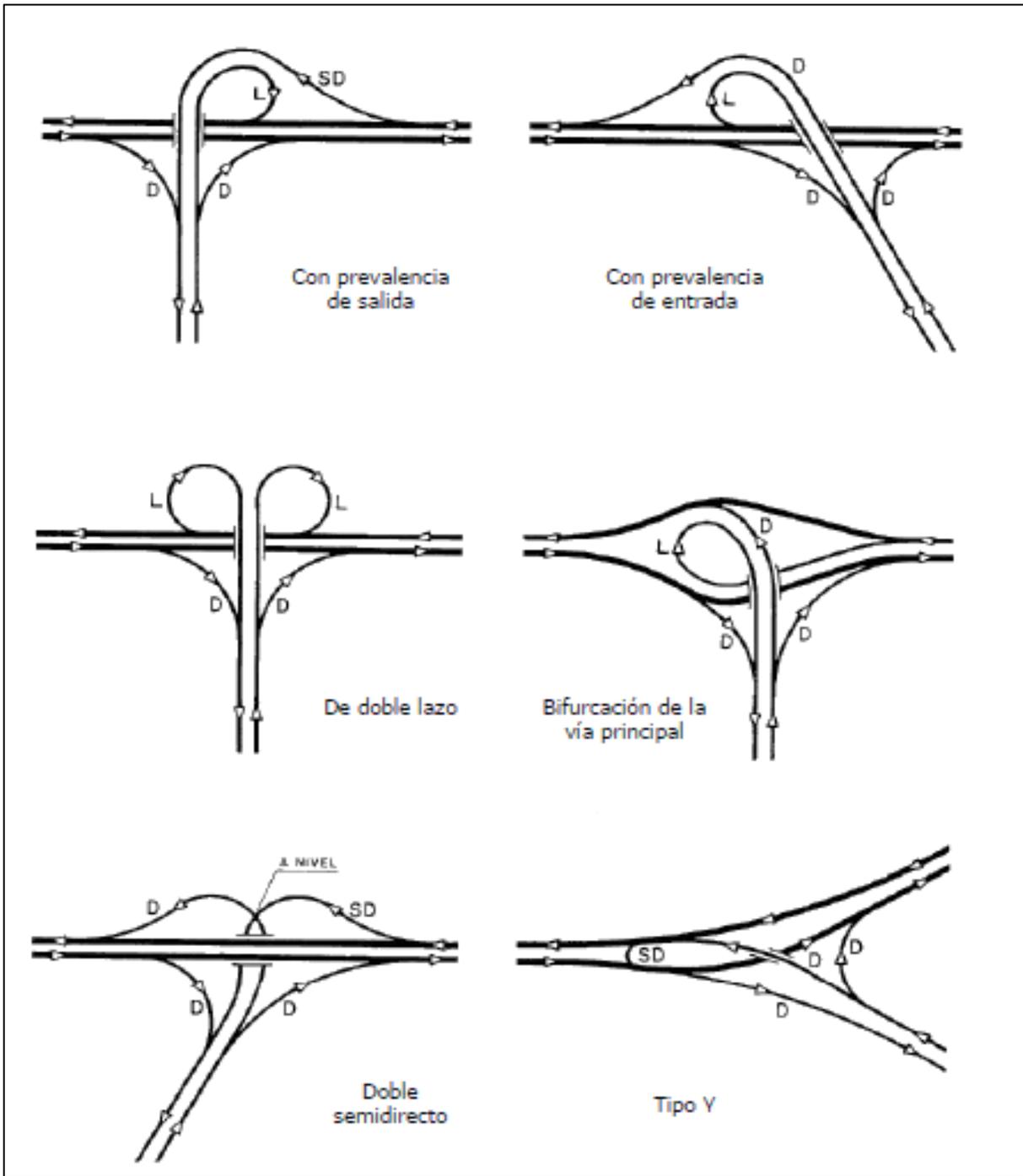


Imagen 3.9.- Enlace tipo trompeta.

Fuente: Manual de Carreteras, Luis Bañón. (1998:5.27).

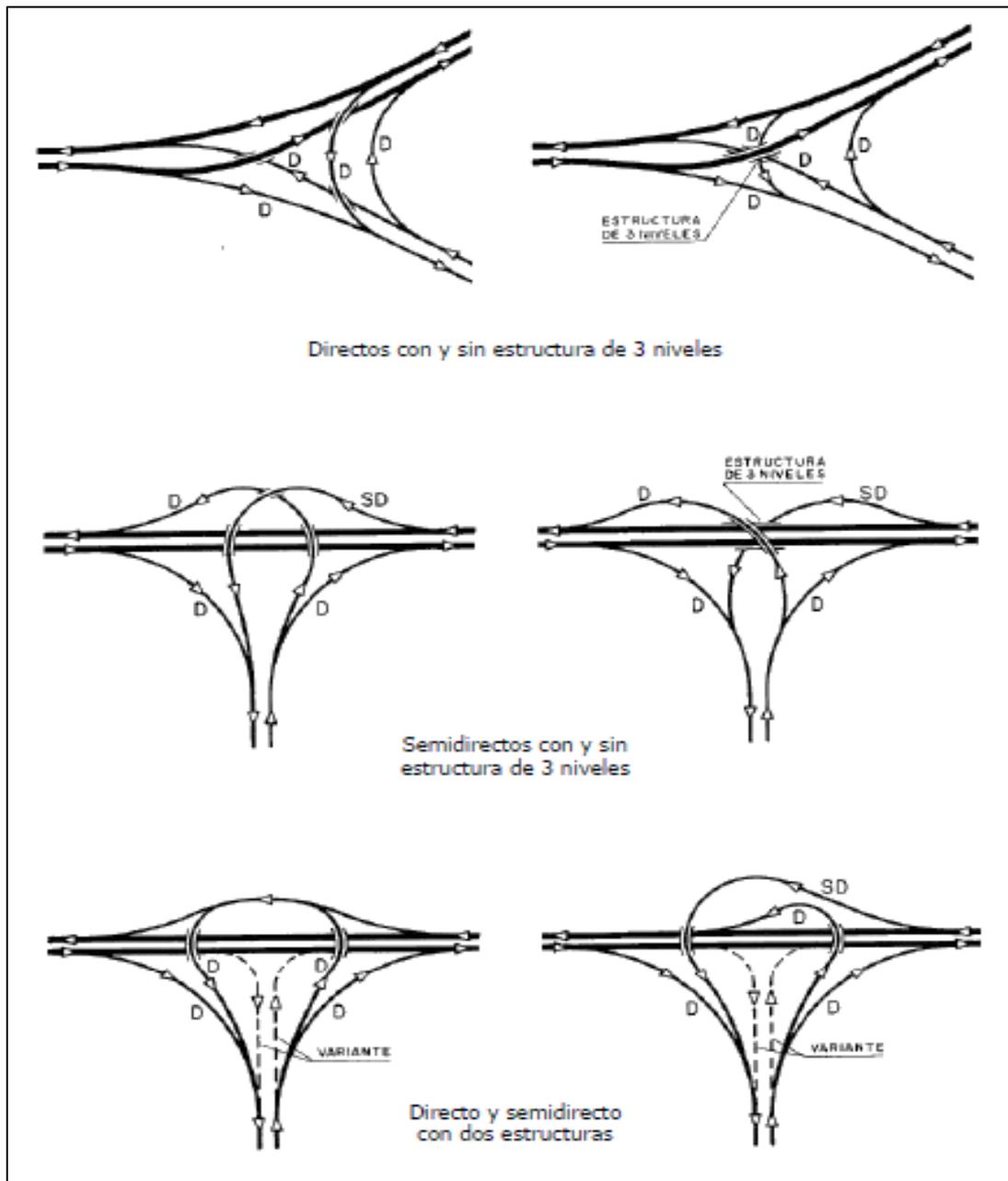


Imagen 3.10.- Enlace tipo trompeta.

Fuente: Manual de Carreteras, Luis Bañón. (1998:5.28)

2. Entronque tipo Diamante: “Este tipo de entronques es adaptable tanto al uso urbano como al rural” (Wright Paul H: 301, 1993), su flujo principal de

transito es separado por un desnivel, en este tipo de enlace todos los giros a la izquierda tienen una condición de parada este giro se resuelve mediante una intersección completa. Es aconsejable que la vía principal ocupe el nivel inferior, ya que de este modo los ramales de enlace son más cortos al ser pendientes favorables, este tipo de enlace ocupa poco espacio y su costo es relativamente bajo comparado con otros. Además, que existen variantes que se adaptan a cada situación en particular como continuación se mostrará en las siguientes imágenes:



Imagen 3.11.- Enlace tipo diamante.

Fuente: Manual de Carreteras, Luis Bañón. (1998:5.29)

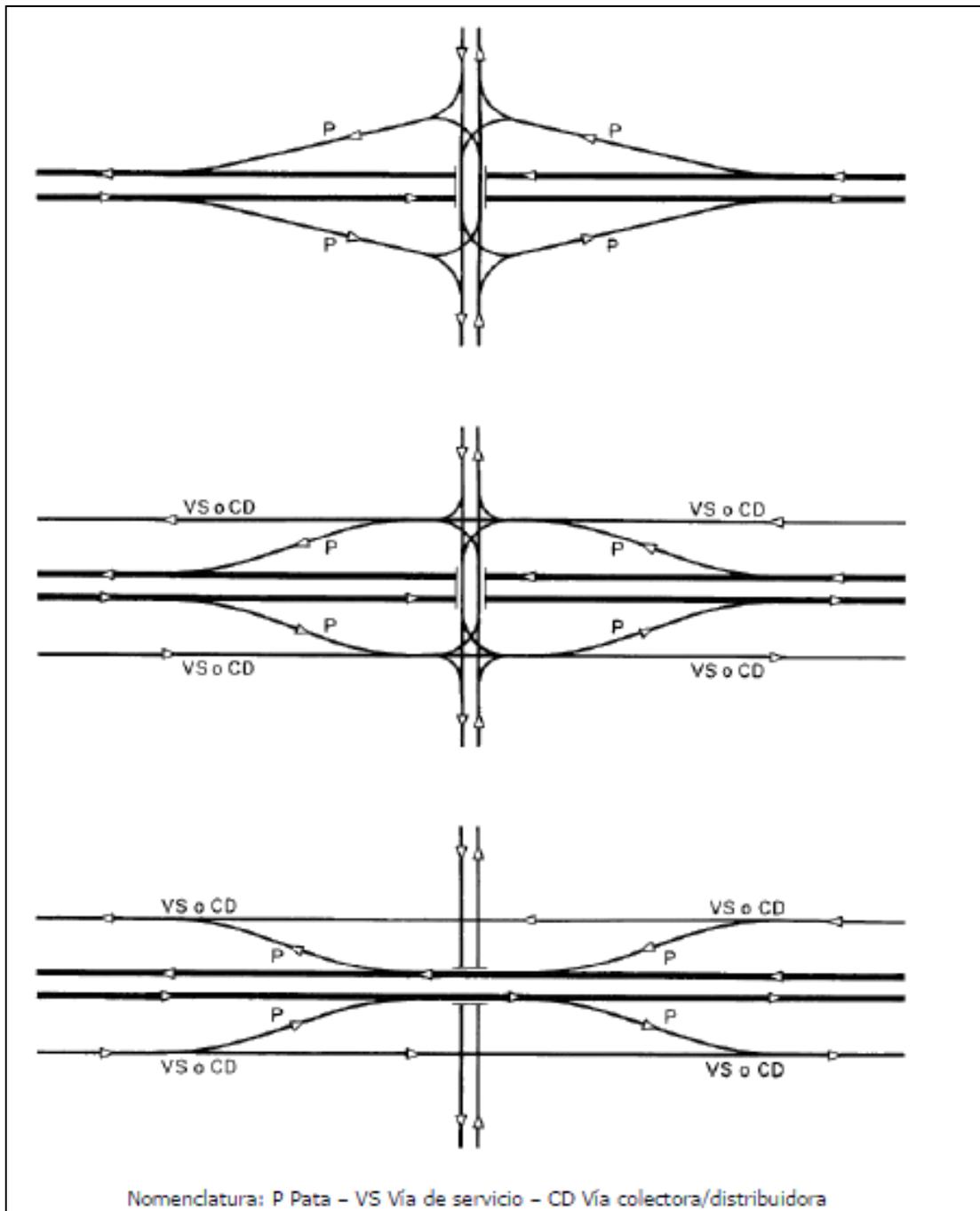


Imagen 3.12.- Enlace tipo diamante clásico.

Fuente: Manual de Carreteras, Luis Bañón. (1998:5.30).

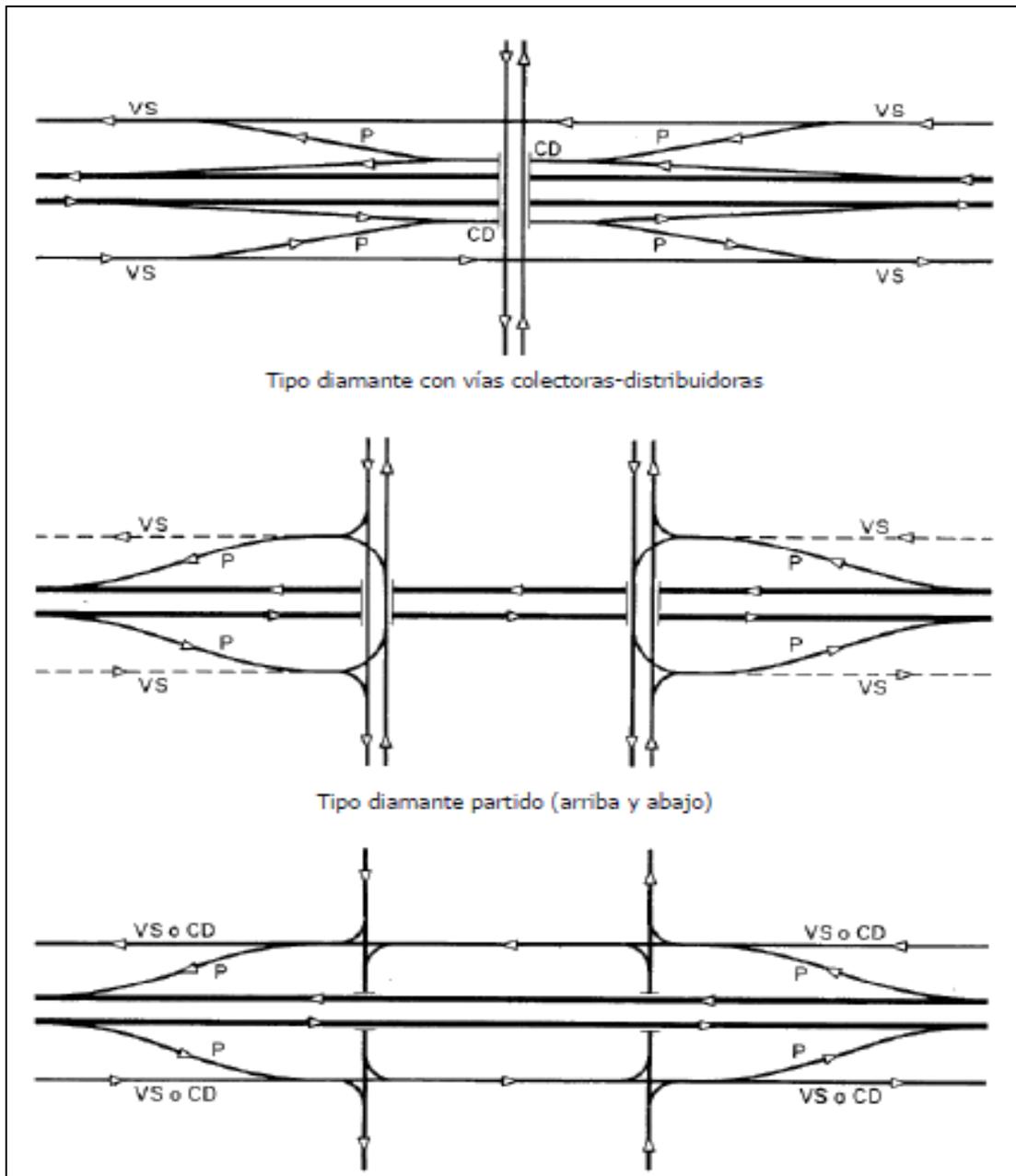


Imagen 3.13.- Enlace tipo diamante modificado.

Fuente: Manual de Carreteras, Luis Bañón. (1998:5.31).

3. Entronque tipo Trébol parcial y total: los enlaces tipo trébol son intersecciones de cuatro ramales con condiciones de parada en donde se hace un giro continuo a la izquierda. Este tipo de enlaces se justifica

cuando los movimientos que tiene condición de parada son minoritarios se dice que los enlaces de este tipo es por excelencia un enlace interurbano, la ventaja de este tipo de enlaces es su simplicidad ya que está compuesto por una estructura única “las rampas pueden ser de un solo sentido, de dos sentidos, de dos sentidos separadas o de dos sentidos no separados”(Wright Paul H: 3001, 1993), aunque también cuenta con algunas desventajas como, las grandes áreas de terreno que se requieren para su construcción, el tránsito deseando salir de los carriles preferenciales en su desaceleración puede entrecruzarse con los que aceleran para entrar a él.

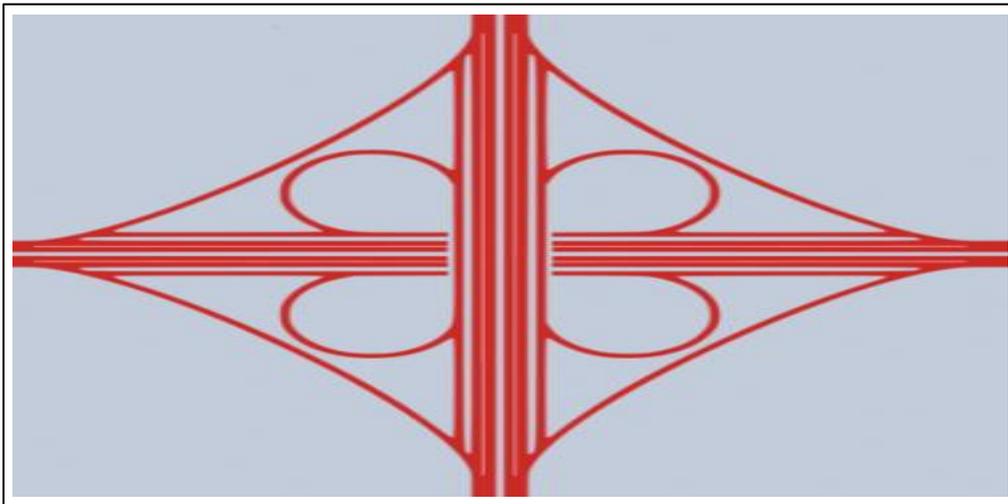


Imagen 3.14.- Enlace tipo trébol total.

Fuente: Manual de Carreteras, Luis Bañón. (1998:5.33).

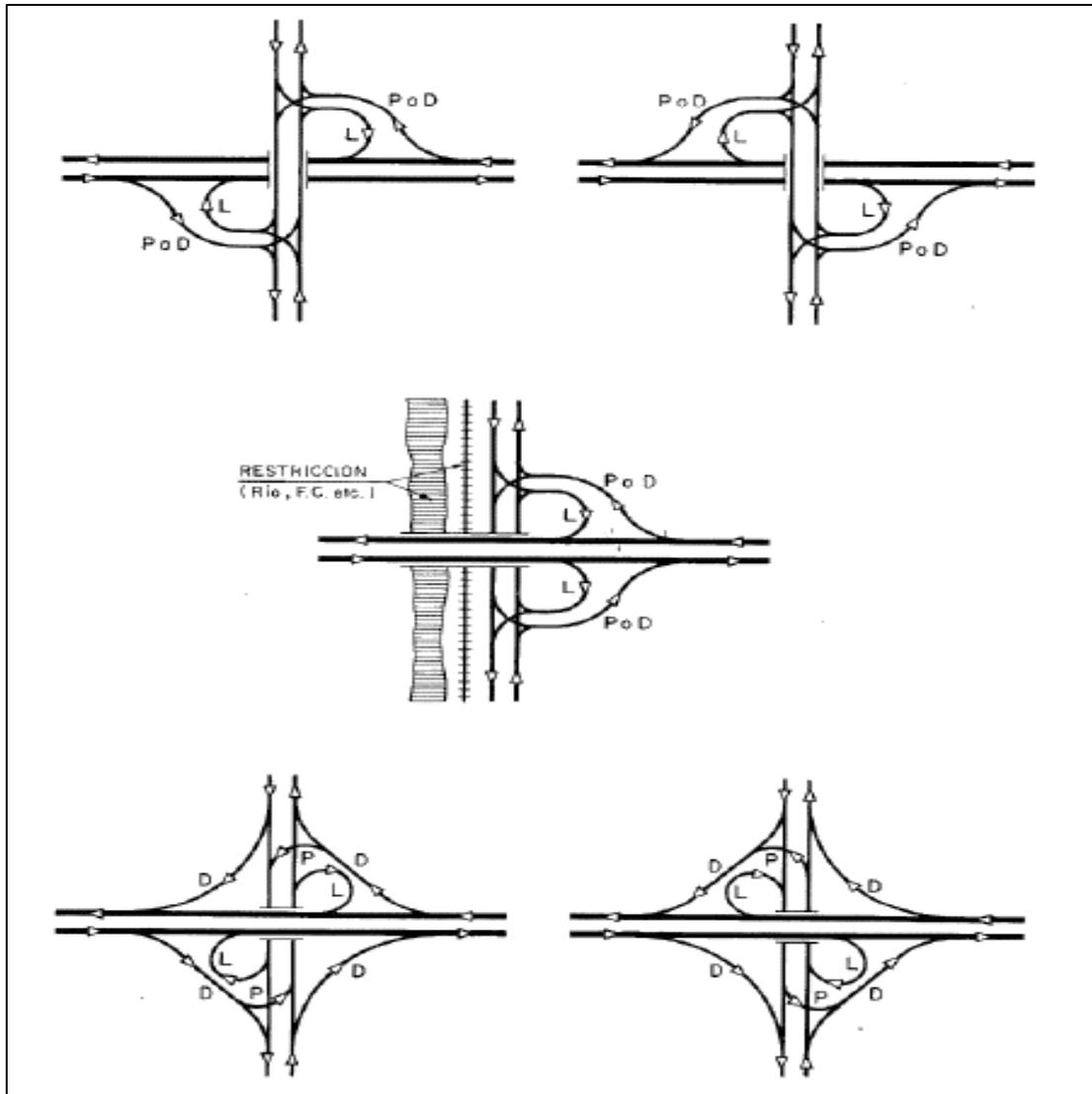


Imagen 3.15.- Enlace tipo trébol parcial.

Fuente: Manual de Carreteras, Luis Bañón. (1998:5.32)

4. Entronques direccionales: este tipo de enlace proporciona conexiones directas entre las vías que se cruzan, generalmente este tipo de enlace se utiliza en autopistas en donde cruza una vía con otra, la característica de este tipo de proyectos es el uso de altas velocidades por lo tanto su superficie de suelo suele ser de gran tamaño.

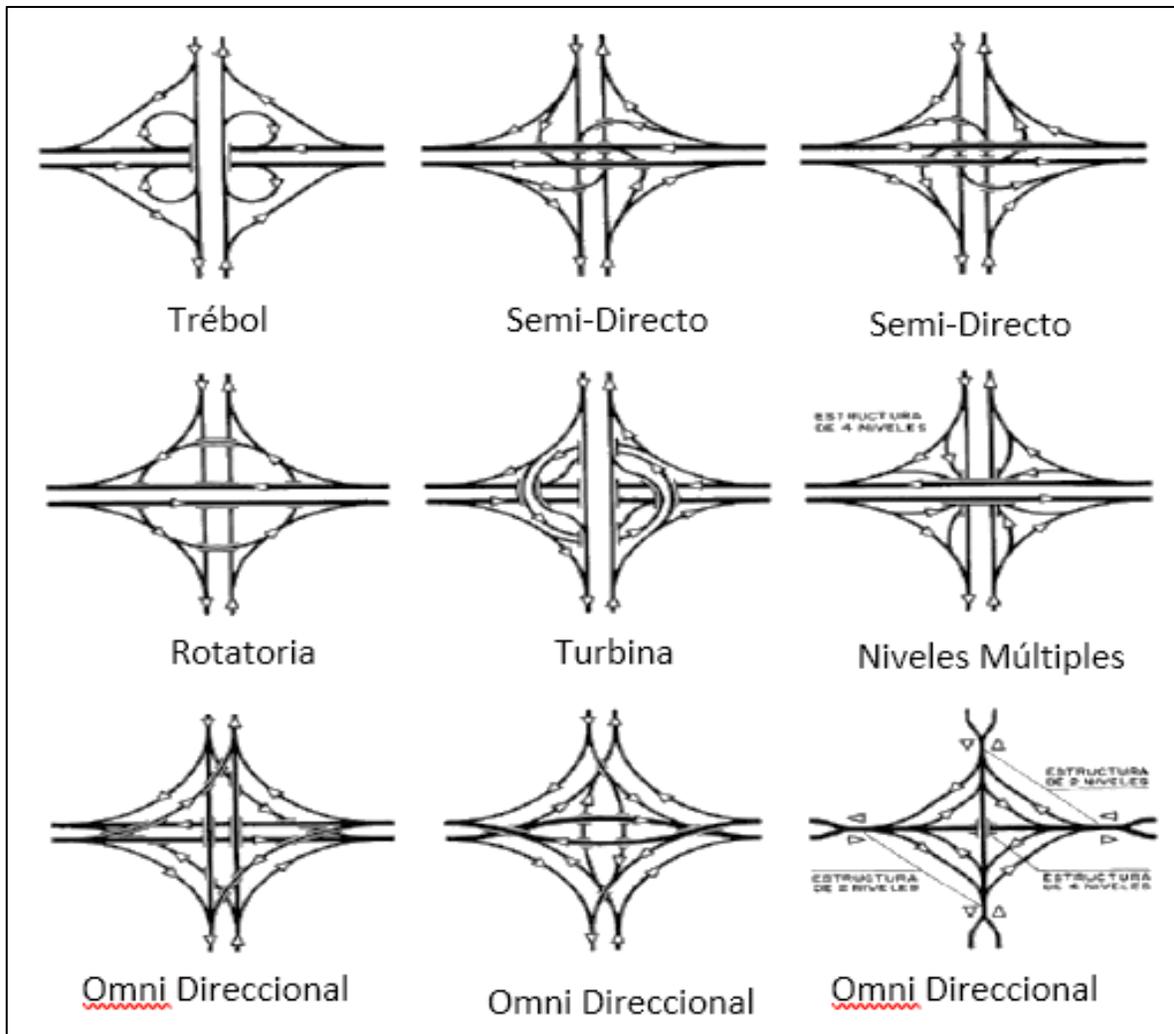


Imagen 3.16.- Enlace tipo direccional.

Fuente: Manual de Carreteras, Luis Bañón. (1998:5.34)

3.2 Intersección giratoria o glorieta.

Se puede definir como intersección giratoria, a las que operan con circulación continua en un sentido alrededor de una isla central, esto se logra gracias a que los flujos vehiculares que acceden a ella, por sus ramas, circulan mediante un anillo de circulación, en sentido anti horario, teniendo prioridad los vehículos que circulan por ella. De esta manera las trayectorias de los vehículos

no se cruzan, sino que convergen y divergen tangencialmente, aumentando la seguridad al disminuir los puntos de conflicto. Transforman las maniobras de cruce en entrecruzamientos, esto hace que los vehículos den vueltas alrededor de la isla central, este tipo de intersección se basa en la relación de bajas velocidades relativas y circulación continua del vehículo. En ciertos casos las glorietas pueden ser más convenientes que las intersecciones a nivel siempre y cuando no se exceda los 3000 vehículos por hora.

Este tipo de intersección surgió en un intento de remediar los principales problemas de congestionamiento y accidentalidad. En zonas con alta intensidad de tráfico y limitantes de espacio.

Las ventajas de una intersección de este tipo son:

- El movimiento es continuo en todos los accesos.
- Posibilita la intersección de múltiples ramales.
- Menor accidentalidad.
- Tiempo de espera menor.
- Menor costo de implementación compara con una solución a nivel.
- Moderador de velocidad.

Las desventajas de una glorieta son:

- Problemas de desplazamiento para los peatones.
- Ocasiona la pérdida de prioridad en los tramos que acceden a ella, desvirtuándose su jerarquía.

- No se conoce su comportamiento ante ciertas situaciones de tráfico.
- Un mal diseño o un cambio en las condiciones de circulaciones, afectan las ventajas en teoría.
- Para tener un funcionamiento adecuado necesita tener una iluminación adecuada.
- Tiene que tener control de acceso en las ramas que intersequen.
- El área para el proyecto geométrico adecuado de una glorieta es muy grande.

Si no cumplen ciertas disposiciones una glorieta puede volverse un peligro latente.” Debido a ciertas desventajas, los ingenieros de caminos de los Estados Unidos rara vez recomiendan el uso de glorietas de intersección para los nuevos caminos”. (Paul H. Wright: 1994: 301)

A continuación, se comenta con más detalles algunos aspectos de diseño que se deben de tomar en cuenta en el proyecto geométrico de una glorieta:

- Geometría del acceso: los ramales que acceden a la glorieta deben de ser uniformes, intentando que los ángulos formados entre los mismos difieran lo menos posible, se procura que los ejes de los ramales no sean tangentes al anillo.

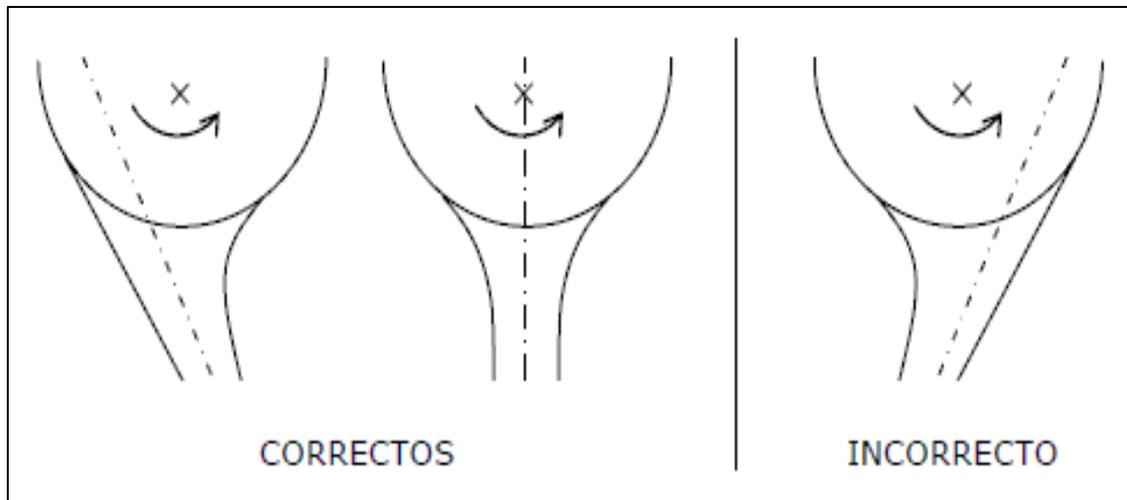


Imagen 3.17.- Acceso correcto e incorrecto de una glorieta.

Fuente: Manual de Carreteras. (1998:137).

- Carriles de acceso: las recomendaciones de la SOP fijan una anchura mínima de los carriles de entrada de dos puntos cinco metros. No obstante, algunas recomendaciones del Manual de Carreteras, demuestra que debe recurrirse a anchos superiores de cuatro metros, en el caso de existir ramales de un solo carril de acceso, o de seis metros si está compuesto por dos carriles.
- Radio de acceso: la SOP recomienda valores mínimos entre seis y diez metros, en función del porcentaje de tráfico pesado, admitiendo un radio máximo de 100 metros.
- Carriles de salida: el número de carriles de salida de un determinado ramal sea al menos el mismo que el de la vía en la que desemboca. Si existe un solo carril deben fijarse anchos superiores a seis metros para facilitar el rebasamiento de vehículos detenidos y evitar formación de congestión vehicular.

- Calzada anular: como mínimo debe tener los mismos carriles que el ramal de entrada que mayor número de entradas tenga, la SOP recomienda anchuras entre el 100 y el 120% de la anchura máxima de entrada, sin exceder 15 m.

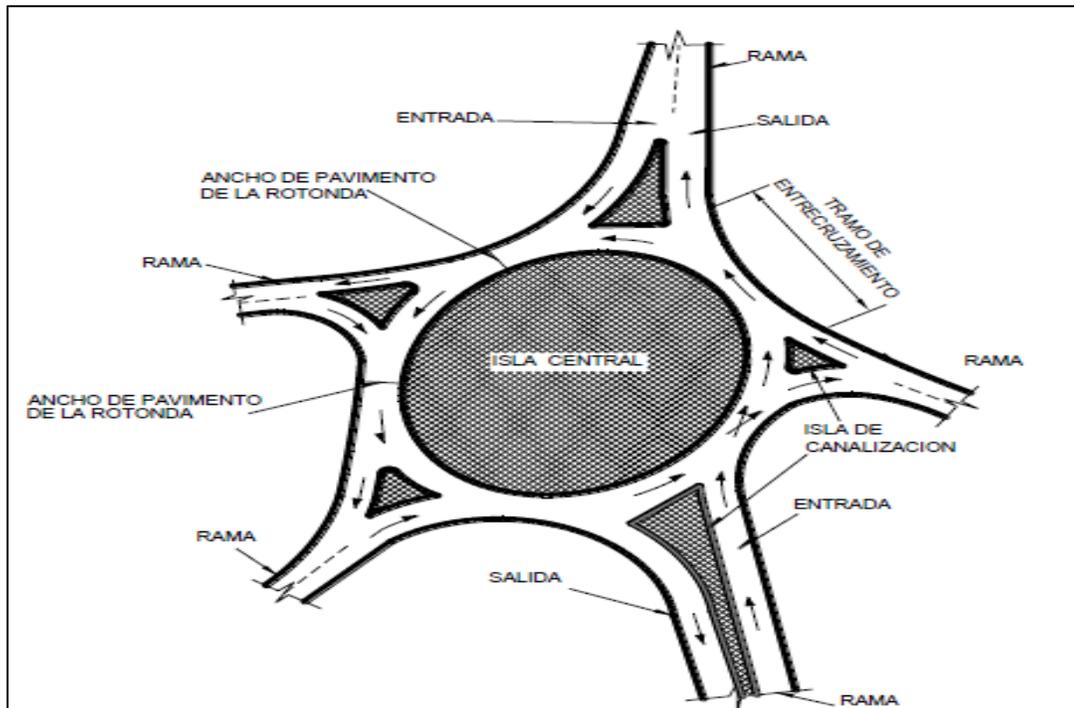


Imagen 3.18.- Elementos de una glorieta.

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. (1995: 379).

3.2.1 Mini glorieta.

Se define como mini glorieta a aquella glorieta cuya isla central posee un diámetro inferior a cuatro metros. Este diámetro implica un funcionamiento diferente de la intersección. La isla central suele ser montable, los vehículos pueden invadirla con facilidad, estando en algunas ocasiones definida por marcas viales únicamente, esto se debe a que los vehículos largos con mayor radio de giro son incapaces de maniobrar en un espacio reducido, por lo que deben de

reducir la isleta. El resto de los vehículos están obligados a seguir una trayectoria circular.

Una de las principales ventajas de este tipo de intersección es su reducido tamaño, la convierte una solución para zonas urbanas donde la necesidad de suelo es muy alta, su simplicidad de construcción y uso, su economía y su seguridad, ya que la velocidad de circulación en los ramales de acceso en este tipo de intersecciones es inferior de 40- 50 km/hr.

3.3 Isletas y canalizaciones.

Las isletas son zonas definidas, que se sitúan entre los carriles de circulación que están destinadas a guiar los movimientos de los vehículos y a servir de refugio a los peatones y proporcionan una zona para la ubicación de la señalización y la iluminación. Este tipo de elementos es básico para la separación de conflictos de las áreas de maniobra en las intersecciones, canalización del tránsito, reducir las áreas excesivas de pavimento, regular el tránsito en el área de la intersección, protección de peatones, protección y almacenamiento de vehículos que vayan a cambiar de sentido o cruzar, ubicación de dispositivos de control de tránsito.

Las isletas se agrupan conforme su funcionalidad, en lo general existen tres tipos:

1. Direccionales o canalizadoras; el objetivo de este tipo de isletas es el de controlar y dirigir las trayectorias del vehículo a lo largo de la intersección indicando la ruta a seguir, suelen ser de forma triangulares. “la ubicación de

las isletas direccionales deberá ser tal que sea inmediatamente evidente y fácil de seguir el curso del viaje” (Wright Paul H: 1993:298, 1993). De esta manera, los movimientos se realizan en las zonas que están previstas, y con los ángulos y velocidades más convenientes para el conductor, también son utilizadas para delimitar las superficies en donde se debe impedir la circulación

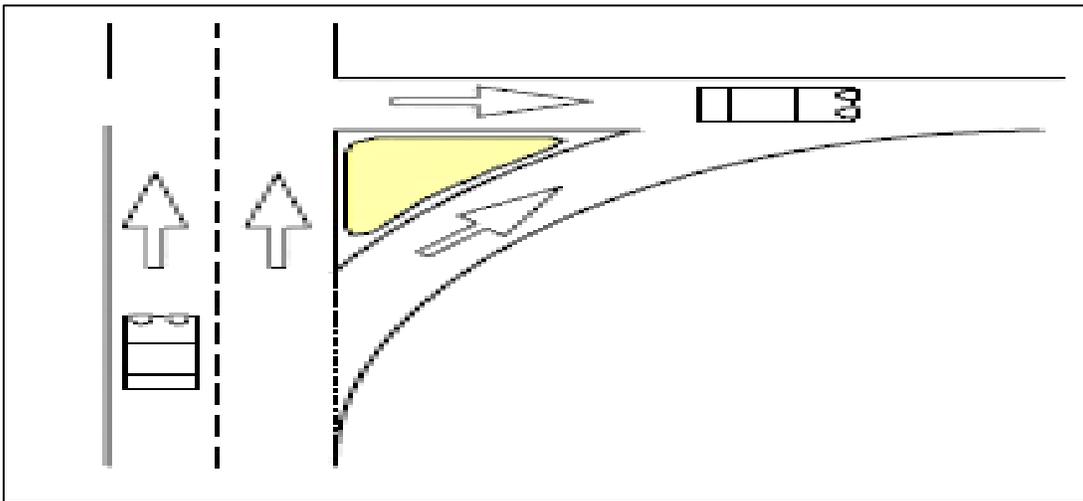


Imagen 3.19. Isleta tipo direccional.

Fuente: Manual de Carreteras, Luis Bañón. (1998:5.6)

2. Separadoras o divisoras; este tipo de isletas están destinadas a separar en sentido iguales u opuestos de la circulación, el uso de este tipo isletas da un ordenamiento y control para el tránsito que pretende dar vuelta a la izquierda. “Las isletas separadoras se usan con mayor frecuencia en las carreteras que no están divididas” (Wright Paul H: 298, 1993). Suelen estar en carreteras y calzadas para advertir al conductor sobre la presencia de una intersección, regula el flujo del tránsito dentro y fuera de ella.

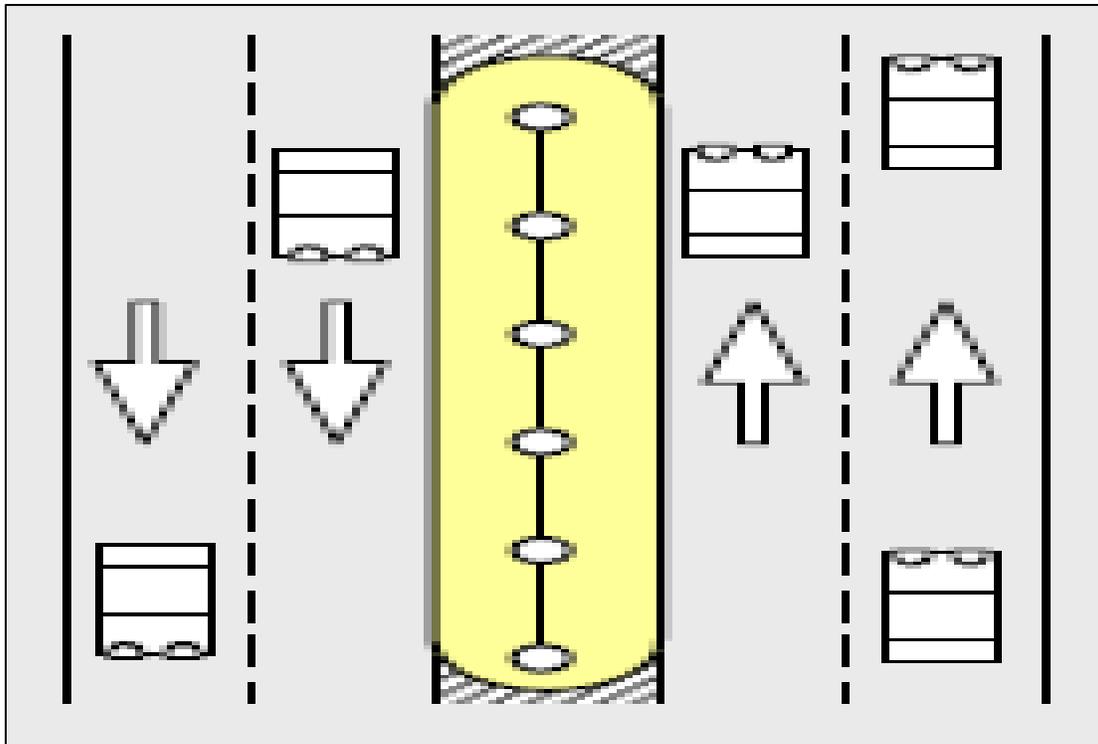


Imagen 3.20.- Isleta tipo separadora.

Fuente: Manual de Carreteras, Luis Bañón (1998: 5.6).

3. De seguridad; este tipo de isleta tienen la finalidad de dar seguridad, proteger y ayudar al peatón durante su cruce en tramos excesivamente anchos de la vía. Reduciendo el tiempo de cruce, su ancho mínimo debe ser de 1 metro y su longitud del doble de la anchura del paso de peatones. “Estas isletas se usan más generalmente en las calles anchas de las áreas urbanas para ascenso y descenso de pasaje” (Wright Paul H: 299, 1993)

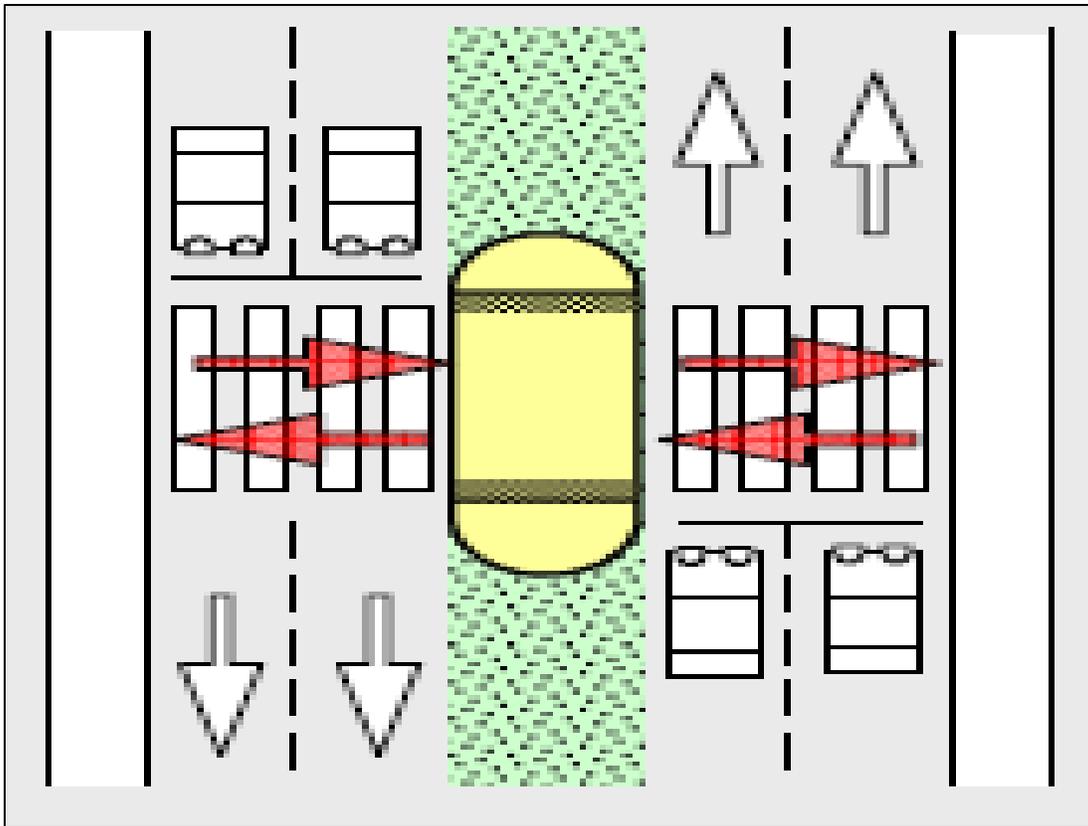


Imagen 3.21.- Isleta tipo seguridad.

Fuente: Manual de Carreteras, Luis Bañón. (1998: 5.6).

Las isletas deben de tener el tamaño lo suficientemente grande para poder ser vistas y llamen la atención de los usuarios.” AASHTO (1) recomienda que tengan un área de cuando menos 75 ft² y, de preferencia, 100 ft². Lo cual significa que los lados de una isleta triangular no deberán ser menores de 12 ft, pero de preferencia de 15 ft después de redondear las esquinas. Se recomienda que las isletas alargadas o las isletas separadoras tengan cuando menos 4 ft de ancho y de 20 a 25 ft de longitud.” (Wright Paul H: 1993:299)

Las isletas pueden ser construidas de dos formas:

1. Marcas viales: este tipo de marcas son pintadas sobre el pavimento, es la solución más económica pero su realización no incluye ningún tipo de barrera para el vehículo, el cual puede invadir esta área con total libertad. En intersecciones de tamaño reducido generalmente en zonas urbanas o con un índice elevado de tráfico, no es conveniente su uso.
2. Construcción de guarniciones: la construcción de estas las conforma las isletas las cuales son confinadas en totalidad en su perímetro por una barrera de concreto que generalmente es de 20 cm de alto, rodeadas por el asfalto, este tipo de barreras es un obstáculo para el vehículo, el cual canalizándolo adecuadamente no permite su fácil invasión.

3.4. Carriles de cambio de velocidad.

Los carriles de cambio de velocidad tienen la finalidad de permitir el ingreso o la salida de los vehículos de una vía a otra, con el mínimo de alteraciones en el flujo. Tiene el objetivo de proporcionar el espacio suficiente para que se alcance la velocidad necesaria y se incorporen al flujo del tránsito del camino, o inversamente si se desea reducir la velocidad para separarse de la corriente del flujo vehicular, al acercarse a alguna intersección. Esto carriles, también suelen posibilitar las maniobras de giro en “U” para cambio de sentido en la misma vía. “Se llama carriles de cambio de velocidad, aquellos que se añaden a la sección normal de una calzada” (Manual de Proyecto SOP: 1971: 529). Dichos carriles de cambio de velocidad son de aceleración y desaceleración.

Los carriles de aceleración posibilitan la maniobra de entrada a una vía principal, que siempre es paralelo al carril de destino, adquirir la velocidad necesaria para incorporarse de una manera segura con una velocidad similar al flujo vehicular, este carril proporciona la distancia suficiente para realizar dicha operación sin alterar la corriente de tránsito principal.

Los carriles de desaceleración permiten la salida de los vehículos de una vía principal, disminuyendo su velocidad después de abandonar la corriente de flujo, hasta alcanzar la de la vía secundaria.

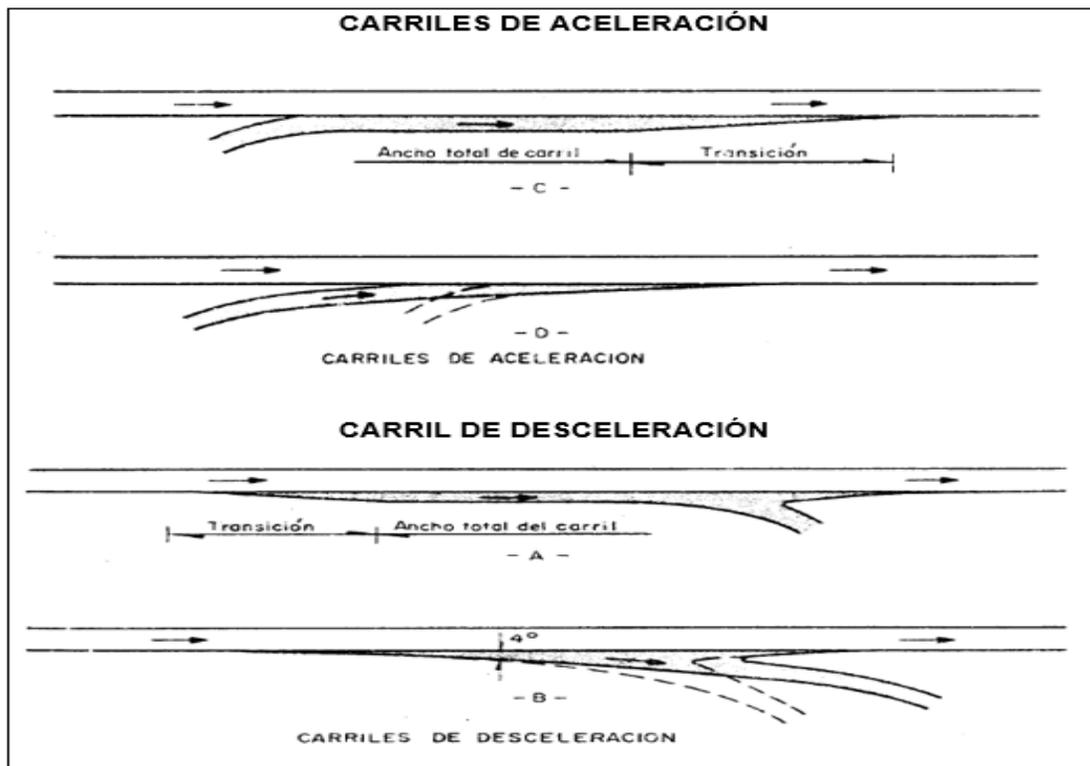


Imagen 3.22.- Carriles de cambio de velocidad.

Fuente: Manual de Proyecto SOP. (1971;531).

Estos carriles son necesarios cuando el camino es de alta velocidad y alto volumen de tráfico, son necesarios para tener una buena seguridad y mejorar la operación del camino. "Pueden tomar diferentes formas dependiendo del

alineamiento del camino” (Mier Suárez; 1987:221). Estos carriles deben de ser proyectados para que el conductor tenga las indicaciones claras en donde debe separarse del flujo vehicular principal.

Las transiciones para los cambios de carriles deben de ser de una manera cómoda y segura, su forma deberá ser objetiva de tal manera que haga una invitación al conductor de efectuar la maniobra de cambio de carril. ” El vehículo que ejecute la maniobra requiere de 2.7 a 4.1 segundos, dependiendo de las condiciones de transito” (Manual de Proyecto SOP: 1971: 533), se considera normal entre 3 y 4 segundos, la siguiente tabla dará la longitud de transición, dependiendo de la velocidad del vehículo.

LONGITUD DE TRANSICION EN LOS CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD							
VELOCIDAD DE PROYECTO EN LA CARRETERA, EN km/h	50	60	70	80	90	100	110
VELOCIDAD DE MARCHA, EN km/h	46	55	63	71	79	86	92
LONGITUD DE LA TRANSICION, CALCULADA EN METROS	44.8	53.5	61.3	69.1	76.9	83.7	89.5
LONGITUD DE LA TRANSICION, RECOMENDADA EN METROS	45	54	61	69	77	84	90

Imagen 3.23.- Tabla de longitud de transición para los carriles de cambio de velocidad.

Fuente: Manual de Proyecto SOP. (1971: 533)

La longitud de los carriles de cambio de velocidad en este caso de desaceleración se basa en la combinación de tres factores:

1. Velocidad a la que entra al carril.
2. La velocidad a la que los conductores salen del carril de desaceleración
3. La forma de desacelerar a los factores de desaceleración.

La longitud de los carriles de cambio de velocidad en este caso de aceleración se basa en la combinación de cuatro factores:

1. La velocidad a la cual el conductor entra al carril de aceleración
2. La velocidad con la que el conductor converge con el tránsito principal
3. La manera de acelerar o los factores de la aceleración.
4. Los volúmenes relativos del tránsito directo y del que se va a incorporar

Caminos con alto volumen de tránsito la longitud se debe proporcionar siendo lo suficiente para que el tránsito que se incorpora a la corriente principal tenga tiempo para esperar que exista un espacio entre dos vehículos de la corriente principal. La velocidad del vehículo al pasar al carril principal debe aproximarse a la de estos, la siguiente tabla dará la longitud, dependiendo de la velocidad del vehículo.

LONGITUD DE CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD									
Velocidad de proyecto en el entace, km/h	Condición de parada	25	30	40	50	60	70	80	
Radio mínimo de curva, metros.		15	24	45	75	113	154	209	
Velocidad de proyecto de la carretera, km/h	Longitud de la transición, en metros.	Longitud total del carril de DESELERACION, incluyendo la transición, en metros.							
50	45	64	45	—	—	—	—	—	—
60	54	100	85	80	70	—	—	—	—
70	61	110	105	100	90	75	—	—	—
80	69	130	125	120	110	95	85	—	—
90	77	150	145	140	130	115	105	80	—
100	84	170	160	160	145	135	125	100	—
110	90	185	175	175	160	150	140	120	100

Imagen 3.24.- Tabla de longitud de carriles de cambio de velocidad.

Fuente: Manual de Proyecto SOP. (1971: 537)

LONGITUD DE CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD									
Velocidad de proyecto de la carretera, km/h	Longitud de la transición, en metros.	Longitud total del carril de ACELERACION, incluyendo la transición, en metros.							
50	45	170	45	—	—	—	—	—	—
60	54	110	85	75	—	—	—	—	—
70	61	160	135	125	100	—	—	—	—
80	69	230	125	190	170	125	—	—	—
90	77	315	300	285	255	205	160	—	—
100	84	405	395	380	350	295	240	160	—
110	90	470	465	455	425	375	325	260	180

Imagen 3.25.- Tabla de longitud de carriles de cambio de velocidad.

Fuente: Manual de Proyecto SOP. (1971: 537).

La anchura del carril de cambio de velocidad no deberá ser menor de 3.35 metros, deberá tener una anchura de 3.65 metros preferentemente, siempre y cuando el carril sea paralelo al eje del camino, según sea el caso para carriles de

desaceleración en curva, la anchura será variable esto depende de la forma y desplazamiento de la nariz de la curva. “Se recomienda que la salida se inicie con una deflexión de 4°, para hacer notar el principio del carril de desaceleración” (Manual de Proyecto SOP: 1971: 533). En los carriles de aceleración se procura que las transiciones sean uniformes. En el caso que se lleguen a construir guarniciones deberán ser alojadas a la orilla exterior del acotamiento y por ningún motivo deberán aceptarse a menos de 0.30 m de la orilla de la calzada.

3.5. Accesos y rampas a una intersección a desnivel.

Los accesos son obras en conjunto que se alojan dentro del derecho de vía, su uso es para permitir la entrada y salida hacia el camino, la eficiencia y operación de los caminos con cruce a desnivel dependen de lo adecuadas que sean las rampas

La intersección a desnivel debe tener la misma eficiencia que el camino que forma la intersección, la velocidad de proyecto, alineamiento y secciones transversales de la intersección deben de ser congruentes con las especificaciones del camino. La presencia de estructuras en el entronque genera ciertos peligros el cual no debe de aumentarse con el empleo de ellas, ya que tienden a provocar comportamientos inseguros en el conductor, las especificaciones geométricas de las estructuras deben de ser congruentes con las del camino, “es deseable que los alineamientos del camino principal en un entronque a desnivel sean relativamente suaves y con alto grado de visibilidad” (Manual de Proyecto SOP: 1971: 616).

Para tener una buena operación y la capacidad adecuada en una intersección a desnivel, es necesario efectuar ciertos cambios en el alineamiento y sección transversal del ramal. En un camino dividido para una faja central las vueltas a la izquierda hacen necesaria una ampliación de la sección transversal, “cuando una carretera de dos carriles pasa a través de un entronque, es probable que ocurran vueltas a la izquierda equivocadas” (Manual de Proyecto SOP: 1971: 616), en estos casos es donde es imprescindible el uso de una intersección a desnivel y el tipo adecuado de rampas incluyen vuelta a la izquierda, este tipo de operaciones serán las mismas que las de un entronque de tres ramas, el volumen determinara si es necesario o no incrementar el número de carriles de tránsito.

“El termino rampa incluye todas las disposiciones y tamaños de enlaces que conectan dos ramas de una intersección a desnivel” (Manual de Proyecto SOP: 1971: 619), la capacidad de una rampa está limitada por los componentes del camino como lo son:

- Sección central
- Extremo de entrada
- Extremo de salida

Las formas y características de las rampas son variables tanto en tipo como en forma, son generalmente de dirección única, se considera a cada rampa como un camino de circulación, pueden tener uno o dos carriles según sean requeridos, en caso de ser de un solo carril debe considerarse un acotamiento lo

suficientemente ancho para que algún vehículo pueda estacionarse, existen cuatro tipos de rampas las cuales se mencionan a continuación:

1. Rampas diagonales: casi siempre son de un sentido son muy usuales los movimientos de vuelta a la izquierda y derecha en los extremos próximos al camino, son constituidas en gran parte por una tangente o por curva inversa, los entronques del tipo diamante es muy usual este tipo de rampas.
2. Rampas tipo gaza: estas rampas permiten la vuelta a la izquierda sin que se tenga algún cruce con el tránsito en sentido contrario, esto a que el usuario efectúa el movimiento de vuelta más allá de la estructura de separación de niveles, dando vuelta a la derecha y girando aproximadamente 280° para entrar al otro camino, las rampas tipo gaza representan la forma básica de los entronques tipo trébol.
3. Rampas semidirectas: en este tipo de rampas los conductores efectúan la vuelta izquierda sobre una trayectoria de curva inversa, que sale hacia la derecha para posteriormente girar hacia la izquierda gradualmente haciendo completa la maniobra. “se pueden emplear para vueltas a la derecha, pero no hay razón para usarlas si se puede proporcionar la rampa diagonal” (Manual de Proyecto SOP: 1971: 620), este tipo de rampas requieren la convergencia con calzadas de un solo sentido de circulación.
4. Rampas directas: estas rampas permiten a los usuarios dar vueltas con movimientos directos; un ejemplo si los conductores salen de la rampa girando hacia la izquierda su entrada al otro camino será sobre la izquierda,

esto sería igual si girara sobre su derecha, este tipo de rampas necesita de dos o más estructuras lo que implicaría un costo alto.

La mayoría de los entronques a desnivel se hacen con combinaciones del diferente tipo que rampas como se mostrarán la siguiente imagen:

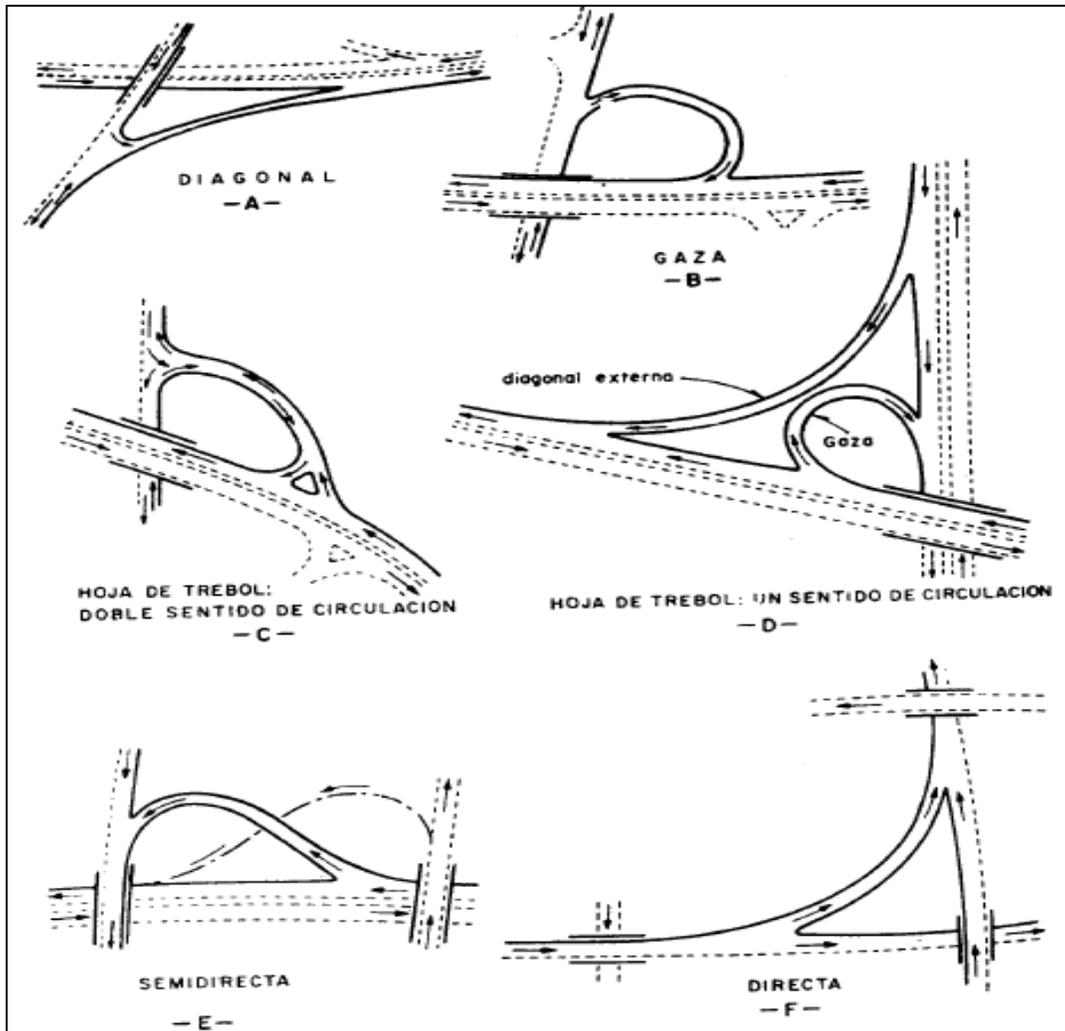


Imagen 3.26.- Diferentes tipos de rampas.

Fuente: Manual de Proyecto SOP. (1971:621)

“La sobre elevación en las rampas variara de 0 a 8%, según la velocidad de proyecto varié de 25 a 80 km/hr” (Mier Suarez:1987:241), en las rampas es

importante contar con buena señalización para evitar las falsas maniobras, indecisiones las cuales suelen provocar los accidentes, el paso de peatones está permitido en las rampas siempre y cuando se cuente con banquetas. Las pendientes de las rampas de enlace no deberán según la AASHTO los valores de la siguiente tabla.

Velocidad en la rampa KPH	Pendiente longitudinal en la rampa %
65 a 80	3 a 5
55 a 65	4 a 6
40 a 50	5 a 6
25 a 30	6 a 8

Tabla 3.1.- Pendientes recomendadas en rampas según la AASHTO.

Fuente: Mier Suárez (1987;243).

3.6. Maniobras de los vehículos en la intersección.

En la zona del cruce el conductor puede seleccionar y cambiar de ruta sobre la cual ha venido circulando a una diferente, o bien puede cruzar al tránsito que se interpone entre él y su destino, el usuario tendrá la necesidad de salir del flujo de tránsito para entrar a una diferente trayectoria o según sea el caso tendrá que cruzar otras trayectorias. Esto incluye a los usuarios cuyas trayectorias se unen, cruzan o separan. Las áreas de conflicto abarcan zonas de influencia donde

los usuarios pueden causar desconcierto en los demás conductores debido a la maniobra realizada.

Al efectuar los cambios de dirección en un cruce existen tres diferentes tipos de maniobra a realizarse dentro de las cuales son las siguientes:

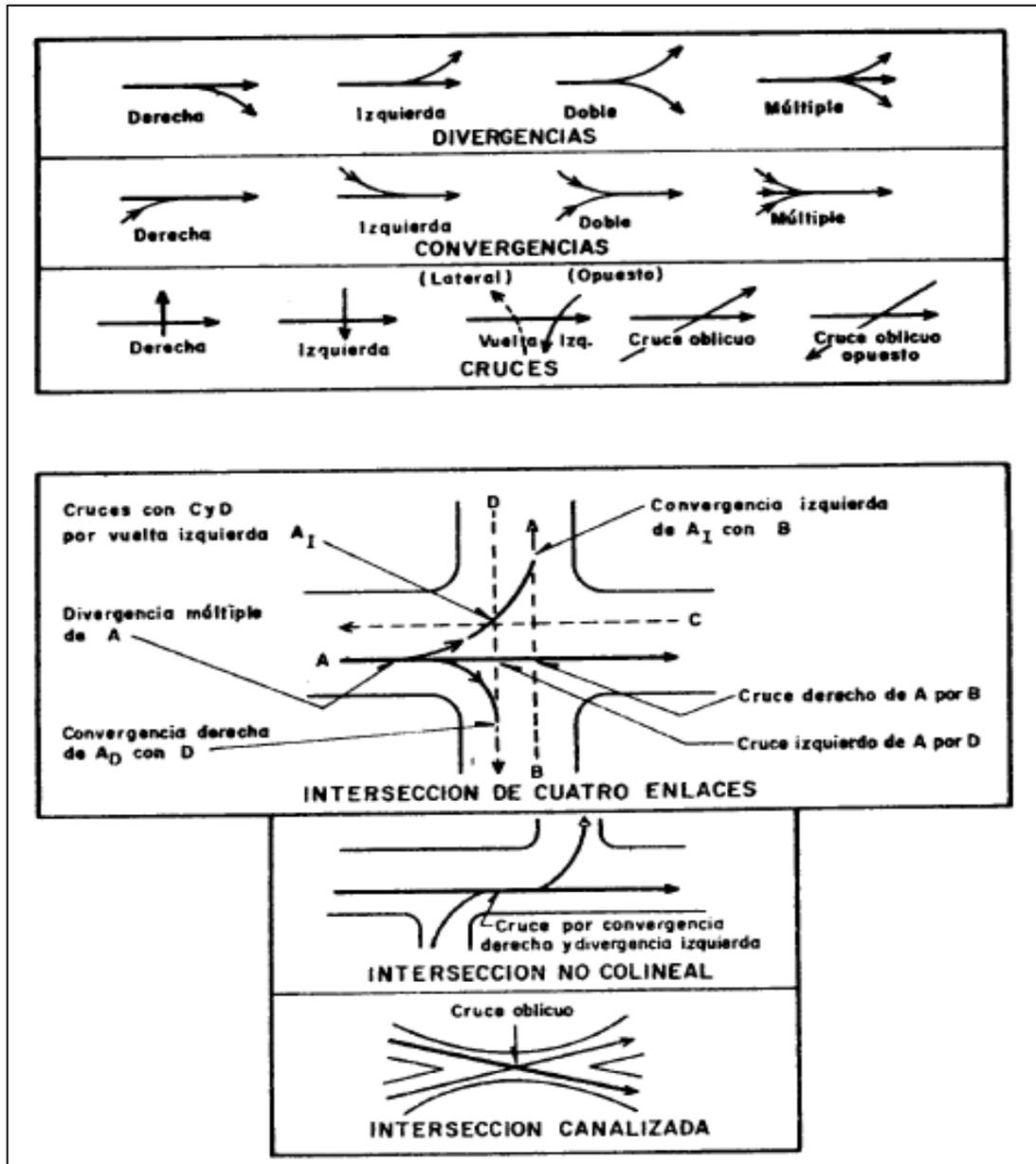


Imagen 3.27.- Maniobras de los vehículos en la intersección.

Fuente: Manual de Proyecto SOP. (1971;448)

1. Divergencia: esta maniobra es simple y fácil como se muestra en la imagen anterior
2. Convergencia: esta maniobra no se realiza a voluntad “si no que tiene ser diferida hasta que exista un espacio adecuado entre dos vehículos que circulen por el carril” (Mier Suárez: 1987:208)
3. Cruce: en la imagen anterior podemos observar este tipo de maniobra, “en este caso el área de conflicto comienza en un punto colocado a una distancia del área de la intersección y se extiende a través del área de colisión”. (Manual de Proyecto SOP: 1971: 449)

El número de conflictos que se generan en una intersección por cualquier tipo de maniobra lo indica la siguiente tabla.

NUMERO DE RAMS DE DOBLE CIRCULACION	NUMERO DE CONFLICTOS EN LOS MOVIMIENTOS DE LA INTERSECCION POR TIPOS DE MANIOBRAS			
	CRUCE	CONVERGENCIA	DIVERGENCIA	TOTAL
3	3	3	3	9
4	15	8	6	29
5	49	15	15	79
6	124	24	24	172

Tabla 3.2.- Relación del número de conflictos entre los movimientos de la intersección al número de ramas de doble circulación que la forman, por tipo de maniobra.

Fuente: Manual de Proyecto SOP. (1971: 454)

“La frecuencia de los puntos de conflicto dependen del volumen de tránsito que se encuentre en cada trayectoria” (Mier Suárez: 1987:209)

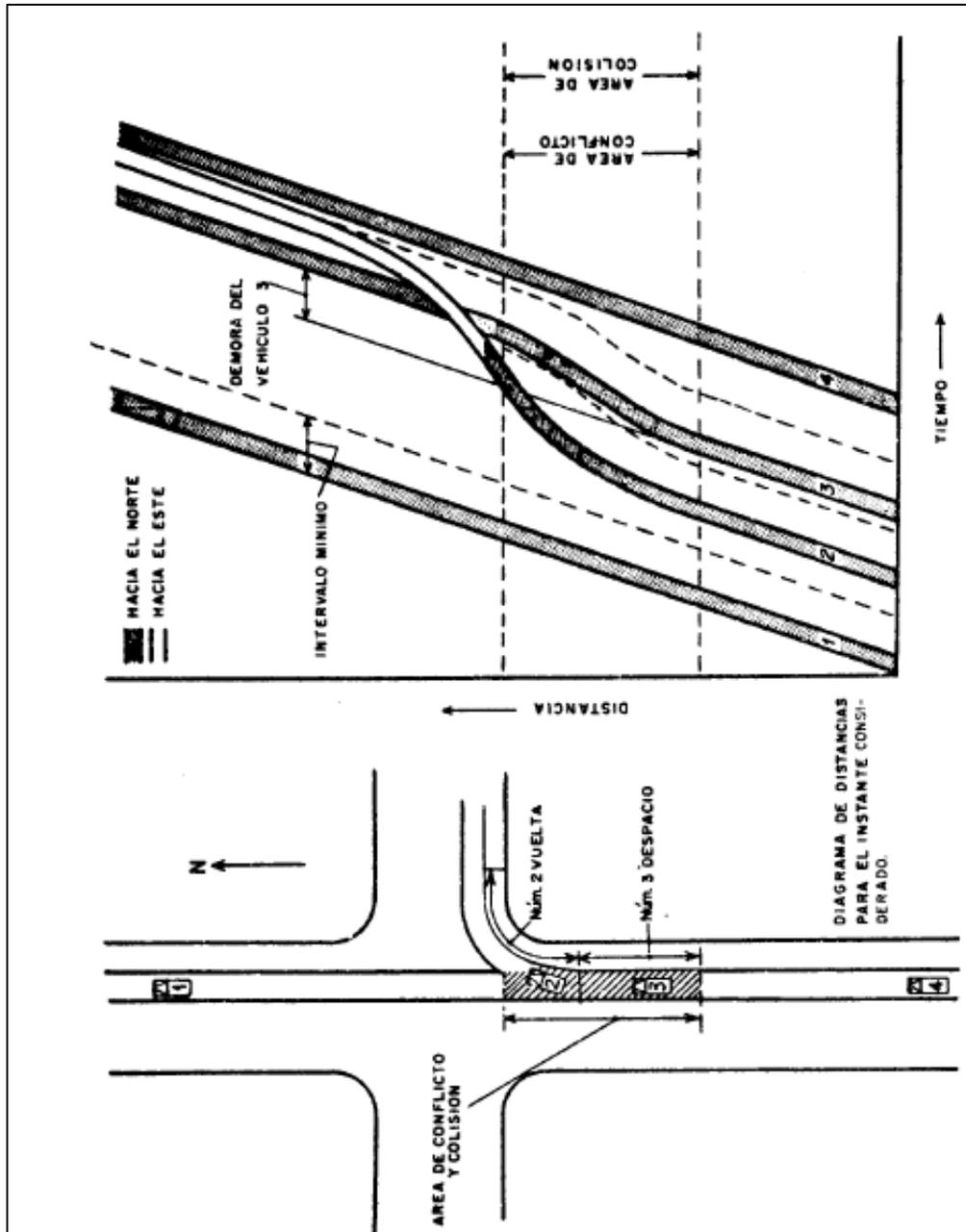


Imagen 3.28.- Relación de tiempo - distancia en las maniobras de divergencia.

Fuente: Manual de Proyecto SOP. (1971;452).

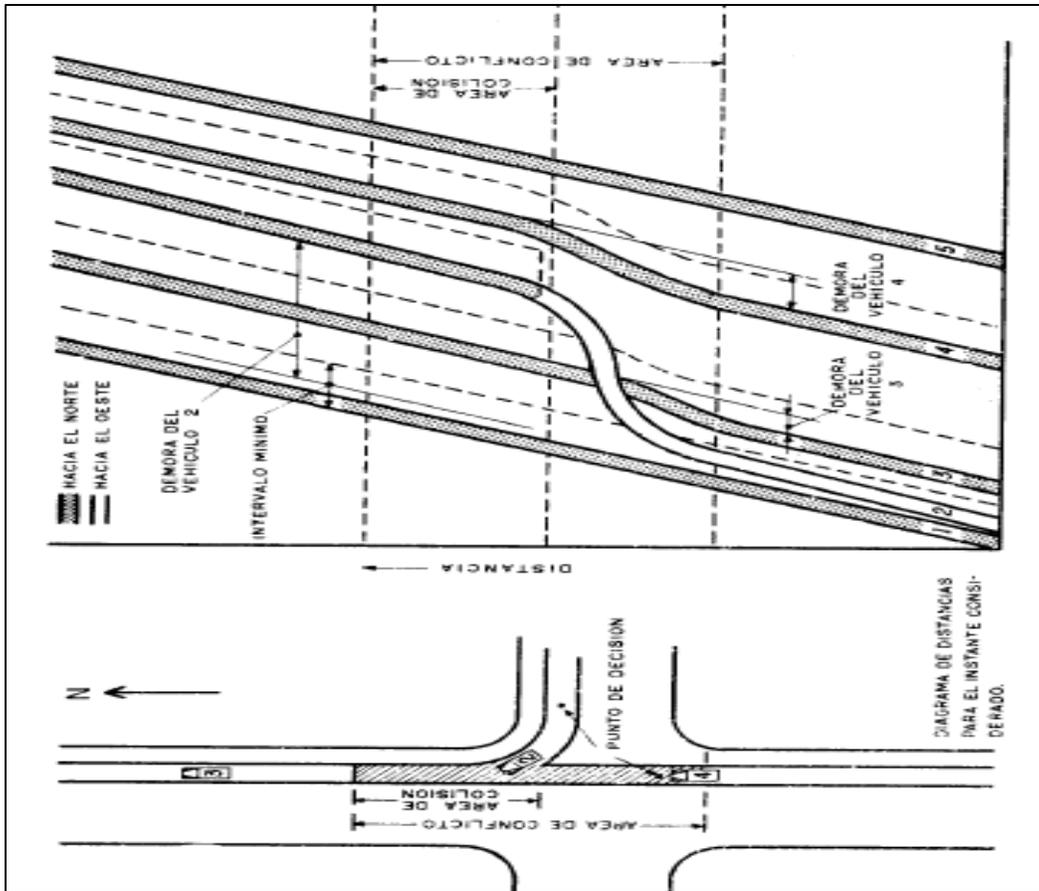


Imagen 3.29.- Relación de tiempo - distancia en las maniobras de convergencia.

Fuente: Manual de Proyecto SOP. (1971;453).

3.7. Áreas de maniobra en la intersección.

Se entiende como área de maniobra a la zona de la intersección en la cual el usuario realiza las operaciones necesarias para realizar la maniobra requerida, en la cual se incluye el área potencial de colisión y los accesos al cruce los cuales se ven afectados por la operación de los vehículos. Se dividen en simples, múltiples y compuestas; las simples ocurren cuando dos caminos de un solo sentido de circulación cruzan, convergen o divergen, las múltiples ocurren cuando más de dos caminos de un solo carril y un solo sentido cruzan, convergen o

divergen, las compuestas ocurren cuando las maniobras se hacen en más de un solo carril de circulación, la imagen 3.7.1 mostrara lo antes mencionado.

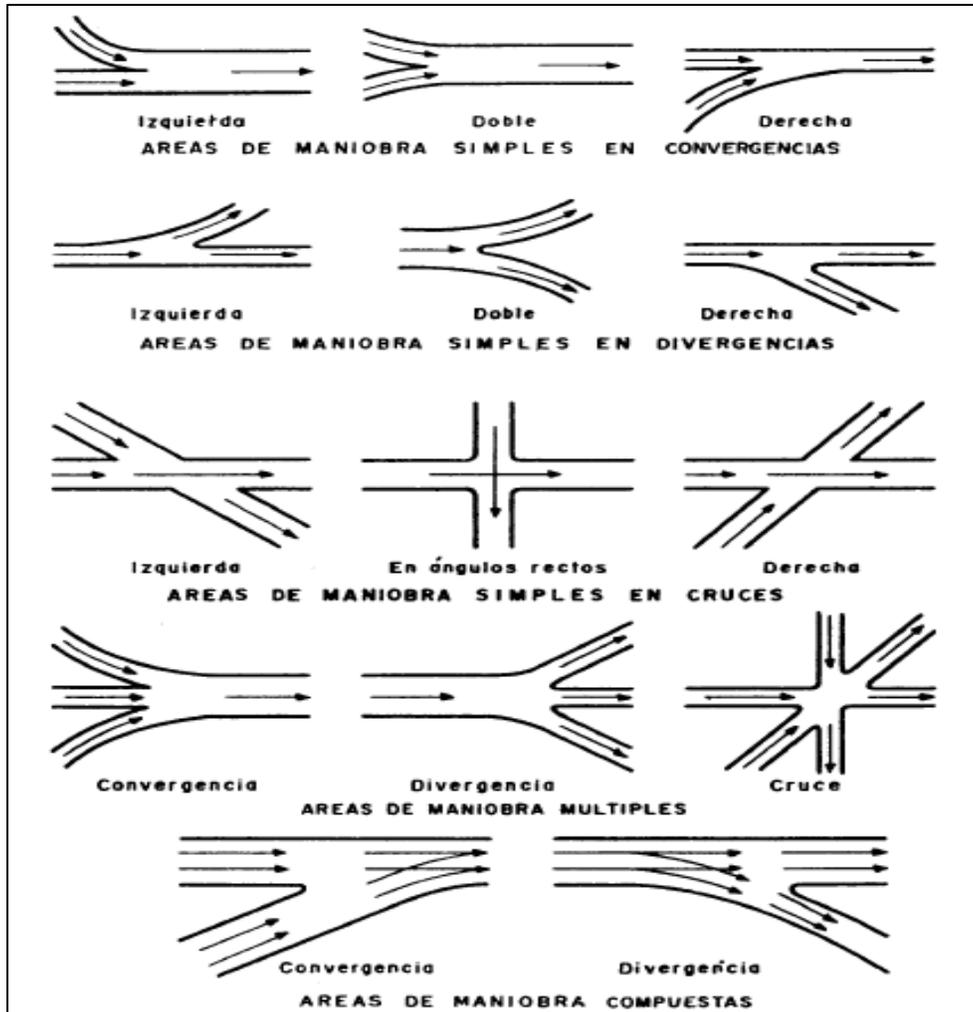


Imagen 3.30.- Ejemplos de áreas de maniobra.

Fuente: Manual de Proyecto SOP. (1971:456).

“Las áreas de maniobra múltiples deben de evitarse hasta donde sea posible” (Mier Suarez: 1987;210) ya que su efecto produce una confusión del conductor al llegar al área potencial de colisión ocasionando problemas de capacidad y seguridad, esto a excepción de una divergencia múltiple gracias a su

sencillez para este tipo de maniobra. La velocidad dentro de las áreas de maniobra deberá ser inversa de la calidad de operación, esto nos indica que cuando se logra una velocidad baja de operación se tendrá una circulación continua, sucediendo lo opuesto con velocidades altas.

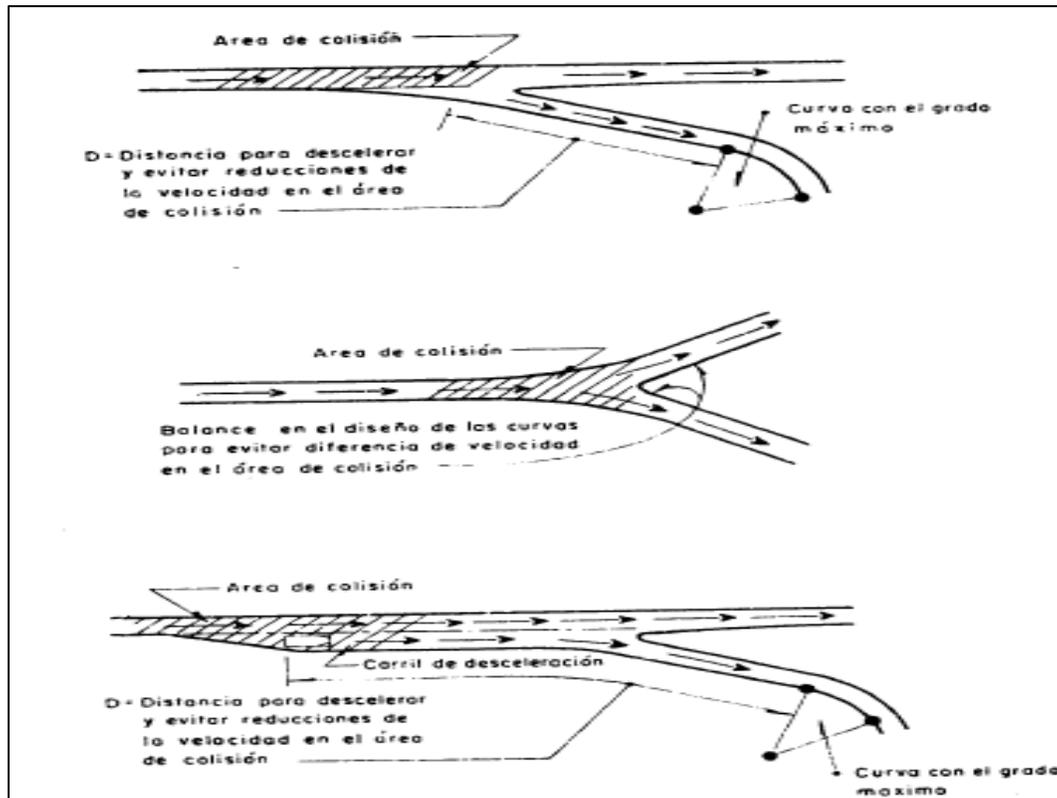


Imagen 3.31.- Áreas de maniobra simples de divergencia.

Fuente: Manual de Proyecto SOP. (1971: 456).

Las áreas de maniobra simples son las más seguras y sencillas para llevarse a cabo, tomando en cuenta que deberá ser a velocidad relativamente baja. El tiempo que dure la maniobra los vehículos deberán ajustarse a una velocidad para alcanzar el área de colisión, al mismo tiempo que deben tener en consideración la distancia aceptable entre el vehículo consecutivo del flujo. Una

maniobra más eficiente se logrará dando suficiente visibilidad en el cruce, por medio de carriles de aceleración como se muestra en la siguiente imagen:

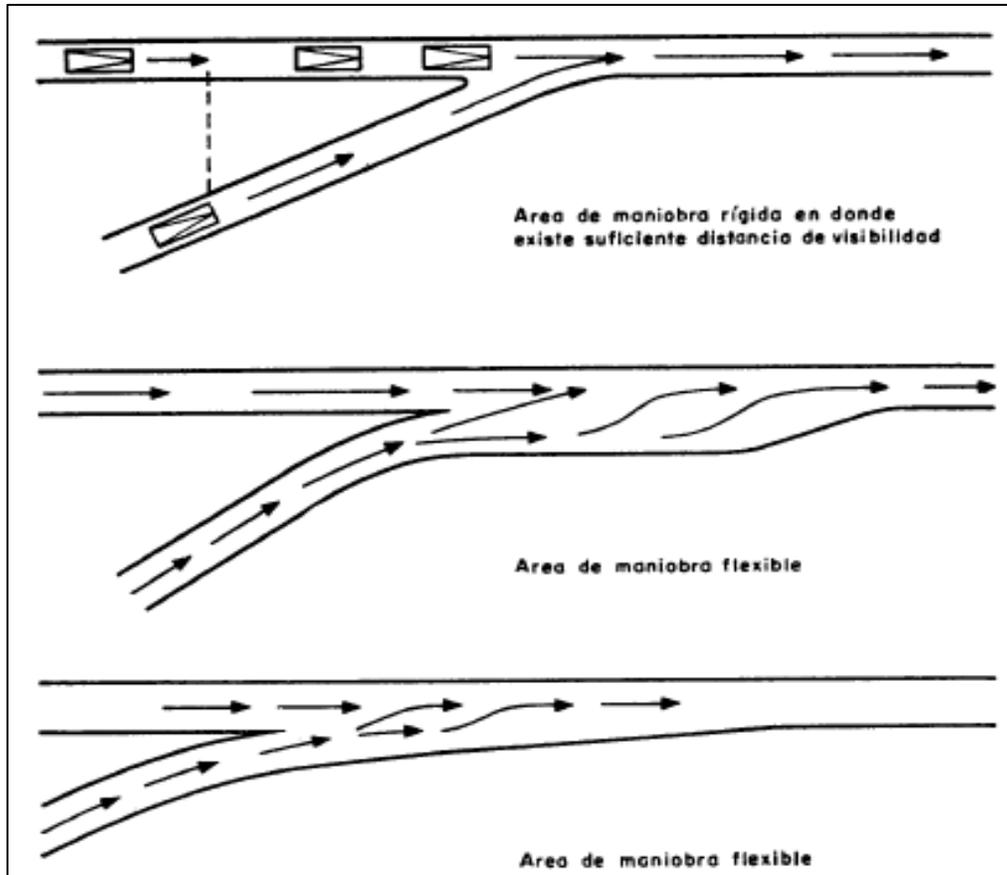


Imagen 3.32.- Áreas de maniobra.

Fuente: Manual de Proyecto SOP. (1971;460).

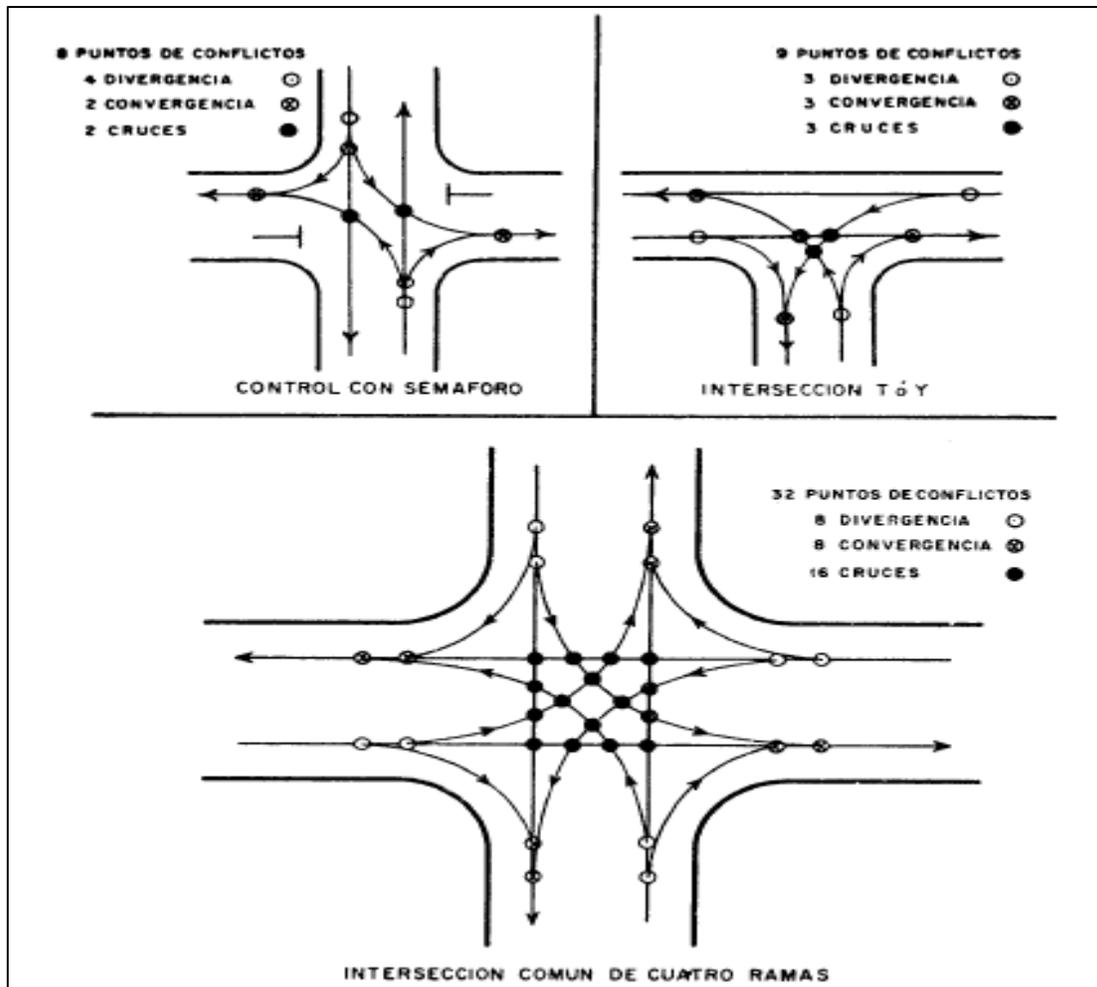


Imagen 3.33.- Puntos de conflicto en la intersección.

Fuente: Manual de Proyecto SOP. (1971;455).

De esta forma se dan a conocer los tipos de intersección, así como también los tipos de conflicto que se genera en ellas, de esta manera podemos determinar y desarrollar el tipo de intersección adecuado para el proyecto de investigación.

CAPÍTULO 4

RESUMEN DE MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN.

El presente capítulo de macro y micro localización tiene la intención de aportar algunos parámetros que abordan la localización del sitio de estudio, integrando coordenadas exactas donde se encuentra el lugar de la investigación, para aportar los siguientes parámetros que favorecerán la seguridad vial de la intersección a nivel en la ciudad de Uruapan, en el estado de Michoacán de Ocampo donde se localiza, ya que es principalmente a lo que se hará referencia en este capítulo.

Además de la localización se tomarán aspectos relacionados al cruce a lo referente en su entorno geológico, hidrológico y geográfico regional y de la zona que se encuentra dentro del sitio en estudio.

4.1. Generalidades.

El diseño de una intersección o cruce a nivel consiste esencialmente combinar los elementos adecuados a ciertas circunstancias específicas para que los movimientos de circulación puedan llevarse a cabo con cierta comodidad y seguridad. Relacionando coherentemente los elementos geométricos del proyecto, considerando las medidas límite del vehículo del proyecto, totalmente contenido dentro del derecho de vía. En las intersecciones los puntos de confluencia constituyen puntos críticos que presentan una posibilidad de accidentes en la vía, ya que por ellos deben pasar vehículos que llevan distintas direcciones. Dependerá de una serie de factores asociados a la topografía del sitio, a las

características geométricas de las calles que cruzan y a las condiciones del flujo vehicular.

4.1.1. Objetivo.

Esta tesis está orientada hacia el diseño geométrico de la intersección vial localizada en el Libramiento Oriente y Calzada La Fuente, en Uruapan, Michoacán, la cual contribuye a darle una solución a la problemática vial que es muy cotidiana en dicho punto. Se presentarán antecedentes generales relacionados con las causas de la problemática vial, se describen ciertos aspectos particulares involucrados en la problemática. Generalmente existen varias soluciones, se deberá proponer alternativas para ser evaluadas y relacionar las más convenientes.

4.1.2. Alcance del proyecto.

En la investigación de la problemática de este sitio se va a analizar lo referente a, los puntos de conflicto dentro del cruce, afluente vehicular de la zona para poder determinar el diseño geométrico de la intersección.

Una vez obtenidos los datos se llegó a la conclusión que nos encontramos con un camino anacrónico, con circulación de varios tipos de vehículos involucrados: camiones y autobuses, camiones pesados de baja velocidad, motocicletas y bicicletas; obras de seguridad inexistentes que ponen en riesgo al usuario, calles angostas, banquetas insuficientes, falta de educación vial del conductor y el peatón. Además, que se cuenta con una localización inapropiada de zonas residenciales, zonas industriales y comerciales.

4.2. Resumen ejecutivo.

En el presente trabajo se realizó el levantamiento actual del cruce para verificar las características geométricas y obras complementarias. Además, se obtuvo el aforo vehicular para determinar el número y tipo de vehículos que circulan en dicho cruce, para determinar las dimensiones óptimas de operación de la intersección.

A continuación, se enlistarán los elementos que tiene este cruce a nivel: la vialidad cuenta con el pavimento asfáltico, camellones, derecho de vía, banquetas, guarniciones, alumbrado público, escaso señalamiento horizontal y vertical, un paso a nivel, jardines. Se puede observar, no se ve ninguna obra de drenaje cerca por lo que se tienen problemas de inundación muy cerca del cruce, sobre todo en las zonas más bajas.

Se observó una situación particular que no será ajena a esta problemática ya que se cuenta con la presencia de restaurantes y locales de comercio formal e informal, tomándolos en cuenta para la alternativa de diseño geométrico presentado.

El siguiente paso es llevar a cabo las modificaciones del levantamiento actual, para proyectar el nuevo diseño geométrico vial adecuado para la zona en conflicto.

4.3. Entorno Geográfico.

4.3.1 Macro y Micro localización.

El estado de Michoacán de Ocampo, de acuerdo con la con página www.elclima.com.mx, se encuentra dentro de los Estados Unidos Mexicanos, al centro-oeste se encuentra dentro de las coordenadas 20°23'27" y 17°53'50" de altitud norte 100°03'32" y 103°44'49" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. El estado de Michoacán de Ocampo lo conforman 113 municipios, con una extensión territorial de 59 928 km². El porcentaje territorial del estado de Michoacán de Ocampo representa el 3.0% de la superficie del país. La capital es la ciudad de Morelia.

El estado de Michoacán una de sus principales actividades es la agricultura, como un ejemplo lo son sus cultivos de limón, mango, fresa, sorgo, aguacate el cual tiene una gran derrama económica para el 50% de la población del estado, el otro 50% tiene su actividad en el sector terciario, que son los prestadores de servicio y comercio. Se tiene el dato que el ingreso promedio del municipio es de 3 salarios mínimos por persona. Gracias a datos proporcionados por el Consejo Nacional de Población de México (CONAPO), el estado de Michoacán adopta el noveno lugar en cuanto a mayor cantidad de habitantes.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el estado viven 2'248,928 mujeres y 2'102,109 hombres lo que nos da un total de 4'351,037 habitantes conforme a los datos recabados en el censo del año 2010, las ciudades más importantes del estado concorde a su cantidad de población son cinco:

1. Morelia.
2. Uruapan
3. Zamora
4. Lázaro Cárdenas
5. Apatzingán.

Colinda al norte con los estados de Jalisco, Guanajuato y Querétaro de Arteaga; al este con los estados de Querétaro de Arteaga, México y Guerrero; al sur con el estado de Guerrero y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico, y con los estados de Colima y Jalisco, en la siguiente imagen se puede apreciar lo antes mencionado.



Imagen 4.1.- Macro localización de la ubicación.

Fuente: www.eleconomista.com.mx; (2014).

La ciudad de Uruapan se localiza al Oeste del Estado, en las coordenadas 19°25' de latitud Norte y 102°03' de longitud Oeste, a una altura de 1,620 metros sobre el nivel del mar. Limita al Norte con Charapan, Paracho y Nahuatzen. Al este con Tingambato, Ziracuaretiro y Taretan. Al Sur con Gabriel Zamora, y al Oeste con Nuevo Parangaricutiro, Periban y Los Reyes de acuerdo con la información recabada en www.inafed.gob.mx (1999).

El municipio se comunica con las carreteras federales 15 y 37 a 495 km de la ciudad de México y a 190 km de Morelia, con Pátzcuaro por la carretera 120, por la autopista Morelia Pátzcuaro – Uruapan y por la carretera federal N° 14 que circula por Tingambato.

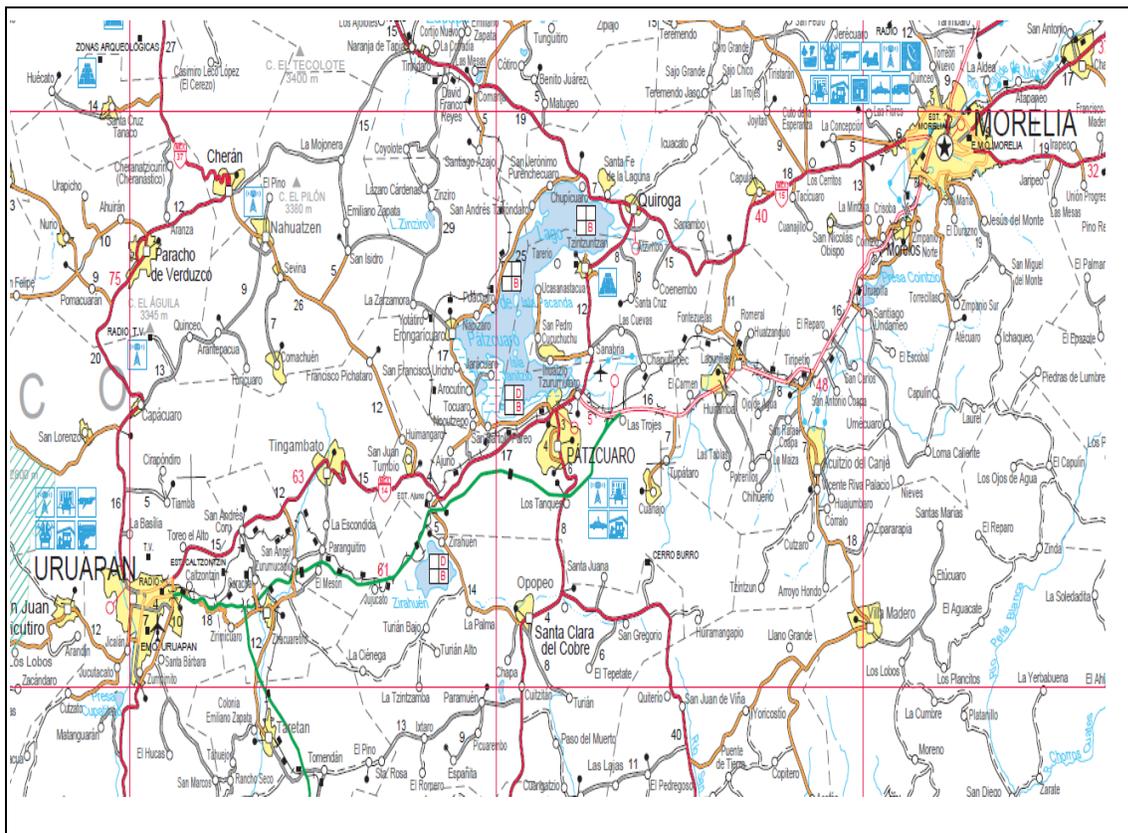


Imagen 4.2.- Macro localización de la ubicación del sitio.

Fuente: SCT; (2014:45).

El lugar de estudio se encuentra en la ciudad de Uruapan, es una arteria vial de las más importantes en la ciudad ya que representa una gran demanda por los usuarios. Se localiza en el único libramiento de la ciudad ubicado en la parte oriente este lo intersecta la calzada la fuente lo que ocasiona lo ya mencionado una intersección vial ubicada en las coordenadas siguientes: latitud norte 19° 24' 43" y en una longitud oeste 102° 1' 32.54" con una elevación aproximada de 1611 metros sobre el nivel del mar según datos obtenidos de Google Earth (2014).

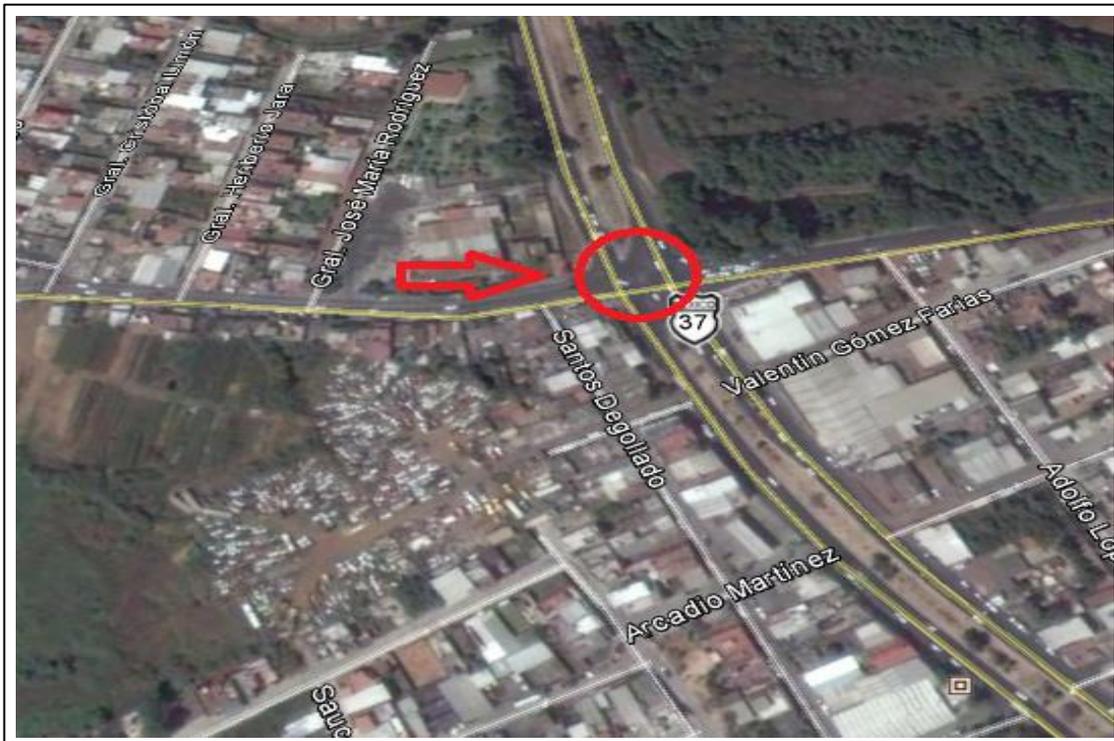


Imagen 4.3.- En la imagen se observa la ubicación de la intersección vial, el círculo rojo es la ubicación.

Fuente: Google Earth; (2014).

4.3.2 Geología regional y de la zona de estudio.

La ciudad de Uruapan se constituye principalmente por el sistema volcánico transversal, esto nos explica porque en la zona no encontramos rodeados por

4.3.3. Hidrología de la regional y de la zona de estudio.

En conformidad a la Subdirección de Hidrología de la SARH, el municipio de Uruapan pertenece a La región hidrológica No. 18 que corresponde al río Balsas y a la cuenca No. 18-7 del río Tepalcatepec-Infiernillo. La red hidrográfica de la zona está conformada por el río Cupatitzio y sus tributarios Jicalán y Acúmbaro.

La corriente superficial más importante es el río Cupatitzio, una de las principales corrientes que aportan al río Márquez que finamente descarga sus aguas al río Tepalcatepec. El río Cupatitzio presenta su nacimiento al noroeste de la ciudad de Uruapan en el cerro llamado El Pario a una altitud aproximada de 2750 msnm hasta el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, este río recibe aportaciones importantes de manantiales, que a partir de este sitio proporcionan un carácter perenne a su régimen de escurrimiento. Prosigue su cauce hacia el sur atreves de la ciudad, hasta encausar a la presa derivadora Zumpimito, donde se aprovecha su agua para generar energía eléctrica.

Posteriormente recibe al arroyo Santa Bárbara y al río Los Conejos para precipitarse en un sitio de aproximadamente 40 ms., en la cascada conocida como La Tzaráracua, su escurrimiento se almacena en la presa Cupatitzio, para la generación de energía eléctrica, aguas abajo se localizan las derivadoras de Charapendo y Jicalán, beneficiando con su almacenamiento algunas zonas agrícolas de los municipios de Gabriel Zamora y Nueva Italia.

En la siguiente imagen se muestra una representación más detallada de la hidrología superficial de la ciudad de Uruapan.

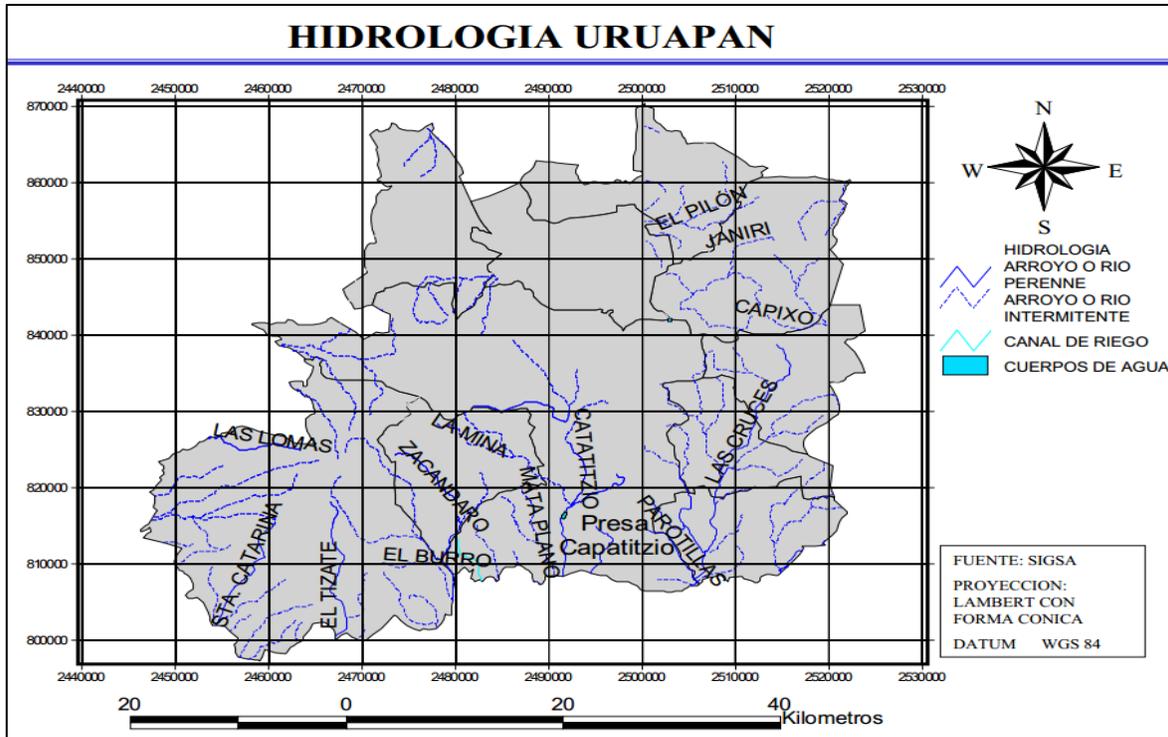


Imagen 4.5.- Hidrología de Uruapan.

Fuente: www.oedrusportal.gob.mx; (2001:87)

Según la clasificación climática del meteorólogo Alemán William Köppen adaptada para México por Enriqueta García (1987), se clasifico el clima del municipio donde se desarrolla el proyecto tiene las características siguientes:

- Cálido sub-húmedo con lluvias en verano Awo(w)
- Régimen pluviométrico menor al 5% de la lluvia invernal
- Precipitación pluvial fluctúa entre los 625 y 800 mm
- Temperatura media anual de 26°C

4.3.4. Uso de suelo regional y de la zona de estudio.

Los suelos del municipio de Uruapan debido a su topografía accidentada y transición climática están conformados por varias unidades de suelo, de las cuales las más importantes son; el suelo de tipo andosol que ocupa la mayor superficie del municipio con un 52.17% se localiza principalmente en el área norte del municipio. Los leptosoles que ocupan el 17.42 % de la superficie, se localizan principalmente al suroeste en la zona accidentada al occidente de la cabecera municipal en la zona de barrancas y en pequeñas porciones al sureste en las laderas de cerro.

Los luviosoles se encuentra en un 10% de la superficie, se localizan al suroeste en zona de barrancas y al este en laderas de cerros, estos suelos es característica de la presencia de un horizonte B argílico. Los acrisoles ocupan una porción del 11.41% de la superficie y se localizan al sur del municipio en dos pequeñas porciones de lomeríos, la primera al suroeste y la segunda al sureste. Los regosoles se localizan al noroeste en un 8.65% del municipio, donde el suelo es producto de erupciones volcánicas recientes (basaltos, brechas y material piroclástico).

A lo largo del tramo de este proyecto los suelos son transportados, estos nos indica que han sido trasladados y depositados en el lugar donde actualmente se encuentran, este traslado de sedimentos los ha venido realizando los agentes transportadores, tales como el agua, el viento, la gravedad y ciertos organismos

Se observa que en el municipio se presentan cuatro asaciones vegetales las cuales son las siguientes: bosque de pino, cultivo de aguacate, matorral secundario y agricultura de temporal.

La superficie del municipio de Uruapan está ocupada por bosque de pino que representa el 38.64% del área, el cultivo del aguacate ocupa 28.12% estos se localizan alrededor de la mancha urbana, el área urbana ocupa 10.17% del área del municipio, cabe mencionar que el área restante la podemos encontrar en diversas clases de coberturas como lo son agricultura de riego, pastizal, área volcánica, matorral secundario, suelo desnudo.

La siguiente imagen indica la cobertura vegetal del municipio, a partir de una imagen de satélite Landsat TM (abril, 1993)

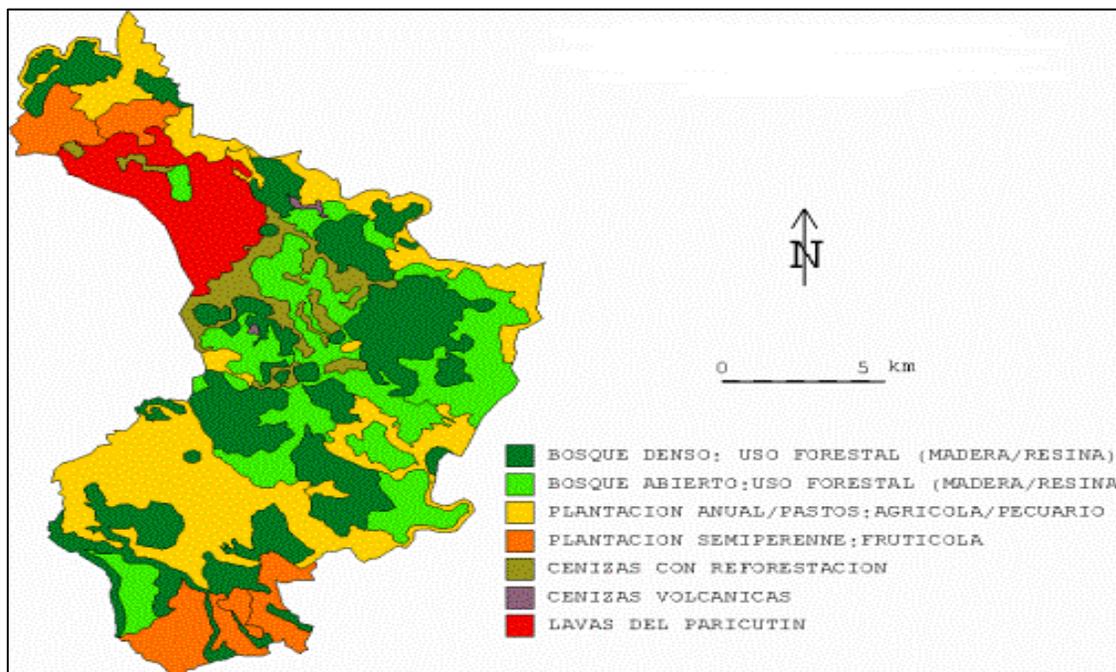


Imagen 4.6.- Cobertura vegetal de Uruapan.

Fuente: www2.inecc.gob.mx; (2002:123).

Dentro de las derramas económicas más importantes de la ciudad podemos recalcar que se encuentra dentro de las siguientes clasificaciones:

- Agricultura; como ya se mencionó anterior mente el aguacate él es producto que predomina en esta región que para muchos es conocido como el oro verde, en menor cantidad se encuentran los cultivos de maíz, durazno, café, guayaba, chile, hortalizas.
- Ganadería; se cría bovino, porcino, caprino, equino, avícola y existe un pequeño sector de silvicultura.
- Industria; la industria en Uruapan no se encuentra muy desarrollada, en la actualidad son contadas las industrias como los son las dedicadas a la fabricación de papel, plásticos. Unas pocas a elaboración de productos a base de chocolate y las que más predominan son los empaques de aguacate.
- Comercio; en la ciudad el comercio y la prestación de servicios es otra de las derramas económicas importantes.
- Turismo; el turismo en la ciudad tiene una aportación económica notable para las personas que se dedican a prestar servicio ya que la ciudad cuenta con distintos lugares turísticos dentro y fuera de la ciudad. Dentro de los atractivos más importantes de la ciudad se cuenta con el parque nacional, la Tzaráracua, el centro de la ciudad don se encuentra el mercado de antojitos de comida típica de la región. En el transcurso del año se cuenta con las fiestas de los primeros barrios que conformaron la ciudad, y cada año en la temporada de semana santa se cuenta con la presencia de

artesanos en el centro de la ciudad, considerado el tianguis artesanal más grande de Latinoamérica.

4.4. Informe fotográfico.

A continuación, se presenta el informe fotográfico, en el cual se pretende dar una idea sobre las condiciones en las que se encuentra el sitio en estudio, además de apreciar la problemática existente en el sitio, así como apreciar el entorno al sitio de estudio. En las imágenes siguientes se apreciará el carril del Libramiento Oriente que circula de sur a norte, las fotos tomadas desde distintos ángulos.

En la siguiente fotografía se apreciar el panorama del sitio de la zona de estudio la cual corresponde al libramiento oriente.



Imagen 4.7.- Panorama del sitio en estudio.

Fuente: Propia.



Imagen 4.8.- Incorporación vuelta a la derecha, toma de norte a sur.

Fuente: Propia.

Como se muestra en la imagen, el libramiento cuenta con un acotamiento para incorporarse a la calle Gabriel Cervera, el cual en ocasiones es usado como tercer carril por los usuarios para seguir su trayecto hacia el norte, lo cual ocasiona unos metros más adelante los usuarios que circulan sobre el carril de uso exclusivo de vuelta a la derecha, ingresen de manera forzada e inadecuada al flujo vehicular que circula de sur a norte, ocasionando accidentes viales.

En las siguientes imágenes se apreciará de manera más gráfica la variedad de tránsito que circulan en esa zona.



Imagen 4.9.- Diferente tipo de tránsito en la zona

Fuente: Propia.

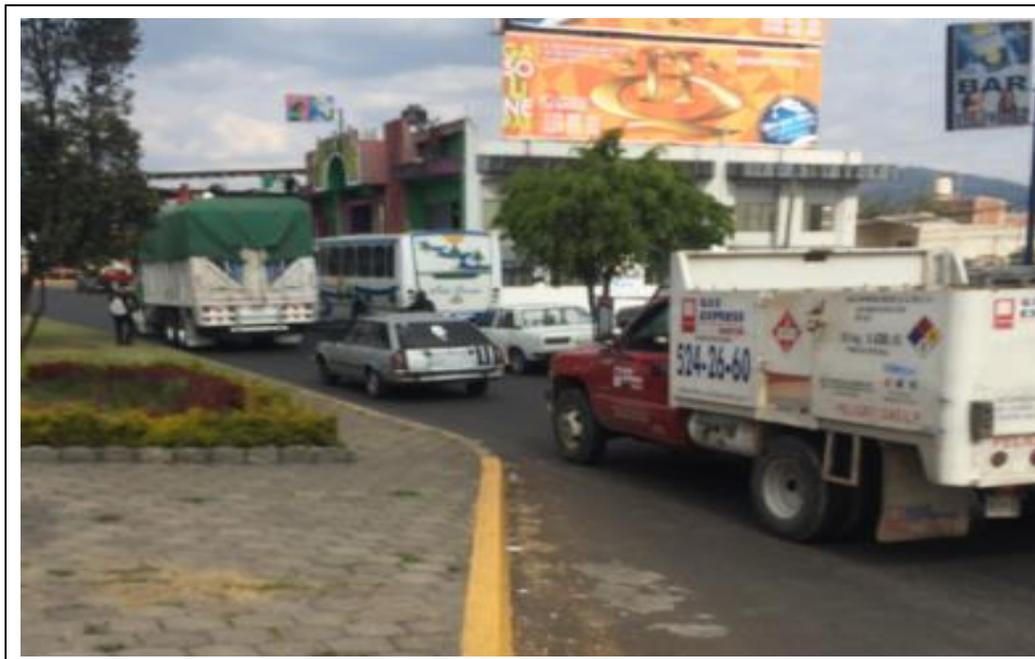


Imagen 4.10.- Diferente tipo de tránsito en la zona

Fuente: Propia.



Imagen 4.11.- Diferente tipo de tránsito en la zona

Fuente: Propia.



Imagen 4.12.- Diferente tipo de tránsito en la zona.

Fuente: Propia.



Imagen 4.13.- Diferente tipo de tránsito en la zona

Fuente: Propia.



Imagen 4.14. Diferente tipo de tránsito en la zona.

Fuente: Propia.

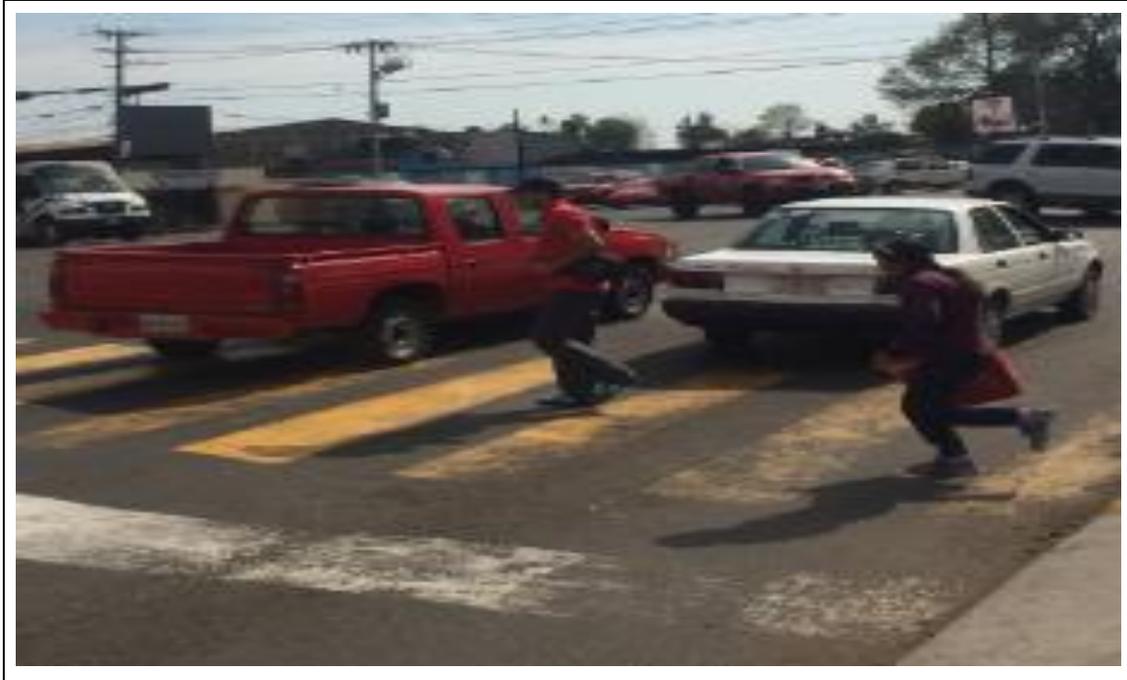


Imagen 4.15.- Peatones

Fuente: Propia.

En las imágenes anteriores se aprecia la variedad de tráfico, donde podemos ver que circulan automóviles de tipo compacto, motocicletas, camiones de carga ligera, autobús de pasajeros y camiones de carga pesada. Además, que la zona se está convirtiendo en un sitio propicio para el negocio informal gracias a ciertas características favorables para ello.

En las imágenes siguientes se apreciará el carril del Libramiento Oriente que circula de norte a sur, las fotos tomadas desde distintos ángulos.



Imagen 4.16.- Incorporación vuelta a la izquierda, toma de norte a sur.

Fuente: Propia.

Como se muestra en la imagen el libramiento cuenta con un acotamiento para incorporarse a la calle Gabriel Cervera.



Imagen 4.17.- Incorporación vuelta a la derecha.

Fuente: Propia.

Como se muestra en la imagen el libramiento cuenta con un acotamiento para incorporarse a la Calzada La Fuente.

Para el diseño del paso a desnivel se pretende utilizar el área total que converge a los camellones, ya que es demasiado ancho y aportara al diseño el espacio adecuado.

En las siguientes imágenes se muestra el área de los camellones.



Imagen 4.18.- Camellón

Fuente: Propia.



Imagen 4.19.- Gabriel Cervera.

Fuente: Propia.



Imagen 4.20.- Calzada la Fuente.

Fuente: Propia.

4.4.1. Problema de azolve.

Dentro del sitio en estudio se observa que la carpeta asfáltica está en mal estado debido ya que presenta una deformación (ahuellamiento) demasiado pronunciada y baches a lo largo del libramiento. Además, no se cuenta con un drenaje inexistente en la zona, y datos obtenidos por vecinos en tiempo de lluvia se tiene el dato que presenta inundaciones las calles aledañas al libramiento oriente, esto puede provocar un problema, el cual se debe considerar en el diseño geométrico.

4.4.2. Estado físico actual.

Mediante las visitas que se realizaron el estado físico actual del sitio en estudio en que se encuentra la intersección a nivel del libramiento oriente cuenta con lo siguiente.

El libramiento oriente lo compone una calzada que va de norte a sur y otra en sentido opuesto sur a norte, las cuales cuentan con dos carriles centrales cada una, teniendo presente que cada una cuenta con un carril extra para dar vuelta a la derecha e internarse a la calle Gabriel Cervera. Y la calzada que va de norte a sur cuenta con un carril extra para dar vuelta a la izquierda e internarse sobre la Calzada la Fuente. Asimismo, cabe resaltar que se cuenta con camellón con una anchura aproximada de 10 metros el cual en ciertas partes es más ancho.

La Calzada la Fuente la componen 3 carriles con escasa señalización, dos de los cuales tiene sentido de oeste a este uno sirven para alimentar de tráfico el Libramiento Oriente con rumbo al sur y el otro para internarse sobre la calle

Gabriel Cervera, y el otro carril que su sentido es de este a oeste sirve para incorporar el tráfico del Libramiento Oriente hacia la Calzada La Fuente.

La calle Gabriel Cervera se compone solamente de dos carriles con escasa señalización uno para cada sentido, el sentido de este a oeste tiene la función además de alimentar de tráfico al Libramiento Oriente con rumbo hacia el norte.

Es importante mencionar que sobre dicho cruce vial se encuentran semáforos para cada calzada vehicular, los cuales a cierta hora no se dan abasto debido al congestionamiento vehicular ocasionado un caos vial en la zona. En la actualidad este cruce vial queda totalmente obsoleto, ya que se vio superado por la demanda a ciertas horas del día.

4.5. Alternativas de solución.

Una alternativa para solucionar el problema que se tiene en el cruce vial el cual lo conforma el Libramiento Oriente, la Calzada La Fuente y la calle Gabriel Cervera, se tiene distintas alternativas las cuales pueden ser muy complejas en cuanto a diseño y construcción hasta muy accesibles como las que podemos observar ya que se cuenta con camellones sobre el Libramiento Oriente, y obras de control como lo son los semáforos los cuales se ven obsoletos por la demanda vehicular.

La alternativa que se plantea para dar una solución contundente al problema es la construcción de un paso a desnivel inferior al libramiento oriente y un puente sobre el paso a desnivel para que las calles Gabriel Cervera y la Calzada La Fuente puedan acceder a ella. Otra alterativa es la construcción de un paso a

desnivel superior sobre el Libramiento Oriente y que las calles Gabriel Cervera y la Calzada La Fuente crucen por debajo de él. Será necesario para cualquiera de las siguientes alternativas construir carriles adyacentes para internarse al libramiento o salir del según sea lo requerido. Los semáforos tendrán que ser removidos y reubicados según sea el caso y la necesidad de controlar las sincronizaciones de los automovilistas.

Con la construcción de una de estas alternativas en la zona de estudio se tendría un mejor flujo vehicular ya que el usuario que circule sobre el libramiento de sur a norte y de norte a sur según sea el caso tendrá un flujo continuo y no se demorarían al llegar al cruce vial.

Todo lo mencionado anteriormente son los planteamientos de alternativas, las cuales deben de ser analizadas para dar la mejor solución al proyecto geométrico tanto al paso a desnivel como al cruce vial de la zona en estudio.

4.5.1. Planteamiento de alternativas de solución.

La alternativa de solución que se consideró mejor para mejorar el problema del cruce vial es la construcción de un paso a desnivel inferior al libramiento oriente y un puente sobre el paso a nivel y que la calles Gabriel Cervera y la Calzada La Fuente puedan acceder a ella, ya que es la alternativa ideal y eficaz para darle la solución a los problemas que se presentan.

En esta ocasión se optó por esta alternativa ya que la zona cuenta con negocios existentes en el sitio del cruce los cuales se tomaron en consideración para no generar un problema social en la zona ya que estos negocios son el

sustento de algunas familias, cabe resaltar que los recursos económicos para la elaboración de esta alternativa serán gran magnitud, pero es sin duda una obra que abrirá paso a la modernización del libramiento oriente.

CAPÍTULO 5

METODOLOGÍA

En este capítulo se explica y se abordan los métodos, para la elaboración de la presente investigación, mencionando el enfoque, alcance y diseño de esta, utilizados durante el desarrollo de esta investigación. También se menciona los instrumentos que fueron necesarios para la recopilación de los datos necesarios para la elaboración de este proyecto.

5.1 Método empleado.

El método que se empleó en esta investigación fue el método científico, “es un conjunto de procedimientos por los cuales se plantean los problemas científicos y se ponen a prueba las hipótesis y los instrumentos de trabajo investigativo”. (Tamayo y Tamayo: 2000:28)

Es recomendable este método porque según Tamayo y Tamayo (2000), es un proceso utilizado para identificar las circunstancias de ciertos sucesos. Y son puestas a prueba las hipótesis que se asentaron en dicho proyecto. Entre sus características están que es verificable, tentativo, de razonamiento y observación.

El método científico es el punto de transición entre el conocimiento científico y la investigación científica, en el cual se usa la lógica en las realidades, este método permite eliminar el aspecto subjetivo, para poder interpretar la realidad de una manera objetiva, “Método de trabajo científico es la sucesión de pasos que debemos dar para descubrir nuevos conocimientos o, en otras palabras, para

comprobar o desaprobar hipótesis que implican o predicen conductas de fenómenos, desconocidos hasta el momento”. (Tamayo; 2000:35).

5.1.1 Método matemático.

El método matemático es saber interpretar la realidad a través de fórmulas, estos resultados expresan hechos, variables, entidades, parámetros.

De acuerdo con Mendieta Alatorre (2000), el método matemático capta una noción de cantidad al comprar cantidades para obtener una noción derivada, de importancia de calor económico y capacidad. “En cualquier investigación que asiente números de relaciones constantes, variedad de hipótesis, diversidad de comprobaciones y estas se tomen en cuenta para afirmar o negar algo, se aplicando el método cuantitativo” (Mendieta; 1995: 49)

En conclusión, en este proyecto se encuentra fundamentado el método matemático, pues en él se encuentran apoyados los resultados numéricos que fueron necesarios para resolver las variables y cálculos que existían en el proyecto, para definir una solución óptima en el proyecto.

5.2 Enfoque de la investigación.

El presente proyecto, se elaboró utilizando un enfoque cuantitativo. Este enfoque permite obtener un punto de vista basándose en el conteo de magnitudes, además de que generaliza los resultados de forma más amplia. De esta manera facilita la comparación de resultados entre diferentes estudios, de acuerdo con Hernández Sampieri y Colaboradores (2004).

La investigación cuantitativa debe ser objetiva, representando un conjunto de procesos los cuales se llevan de manera secuencial, lo cual indica que cada etapa va relacionada y no es posible omitir pasos, los cuales poseen un orden estricto. Donde su meta primordial es la construcción y demostración de teorías, de acuerdo con Hernandez y Cols (2004).

Este proyecto utiliza el enfoque cuantitativo, ya que cumple con las características antes mencionadas, como son la necesidad de resultados exactos los cuales serán la base para la definición de la hipótesis y necesidad que a la hora de proyectar los resultados obtenidos sean eficientes para desarrollar la conclusión ideal de esta investigación.

5.2.1 Alcance de la investigación.

Según Hernandez y Cols. (2004) la investigación se divide en tres tipos: exploratorio, descriptivo y explicativo. Pues se busca recolectar datos, evaluar y medir (como es el caso de una investigación cuantitativa).

En base a lo dicho por Hernandez y Cols. (2004), un estudio descriptivo busca determinar las características, propiedades y perfiles más importantes de un fenómeno, para poder someterlo a un análisis.

Como se mencionó anteriormente el proceso de investigación es cuantitativo, con un alcance descriptivo, ya que se buscó la medición y recopilación de información, tomando en cuenta que los datos recolectados fueron definidos de manera profunda tanto propiedades como características para tener un estudio óptimo

5.3 Diseño de la investigación.

En general toda investigación se conoce como experimental o no experimental. En este caso el método empleado fue la investigación no experimental dentro del cual se tiene un diseño transeccional. Según Hernandez y Cols. (2004), la investigación no experimental se realiza sin manipular las variables, sino que se observan las situaciones existentes, donde las variables independientes ocurren y no encontramos un control directo sobre dichas variables.

“Los diseños transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiestan una o más variables (dentro del enfoque cuantitativo) o ubicar, categorizar y proporcionar una visión de una comunidad, un evento, un contexto, un fenómeno o situación (describirla, como su nombre lo indica, dentro del enfoque cualitativo”. (Hernández Sampieri y Colaboradores; 2004:273)

Con lo anterior se corrobora que la investigación es de tipo transeccional, ya que la recopilación de datos fue en un cierto tramo del camino y en un cierto tiempo permitiendo saber la información necesaria, concordando con las necesidades del lugar.

5.4 Instrumentos de recopilación de datos.

Las nuevas tecnologías han facilitado esta investigación para desarrollarla de la mejor manera posible, empleando el uso de diversas herramientas de

recopilación de información, donde se utilizaron software especial para cubrir las necesidades de la profesión de ingeniería civil, los cuales fueron los siguientes:

- Microsoft Excel
- Microsoft Word
- Autodesk AutoCAD
- CivilCad
- CivilCad3D
- MapSource

Donde cabe mencionar que también fueron empleadas herramientas como la estación total, que es un aparato óptico electrónico que se utiliza en topografía el cual fue necesario para determinar las condiciones topográficas del sitio en estudio, cámara fotográfica y de video y observaciones personales a través del ojo humano, generando un trabajo manual en el sitio de estudio con las herramientas antes mencionadas con el propósito de observar las conductas y eventos que se encuentran en el sitio de la investigación.

5.5 Descripción del proceso de investigación.

Esta investigación surge con la necesidad de un diseño apropiado en el cruce de la intersección vial que se encuentra ubicado en el libramiento Oriente y calzada la fuente en Uruapan, Michoacán, para dar una solución adecuada al congestionamiento vehicular y así brindar una mejor vialidad.

Ubicado el sitio de estudio fue necesario el reconocimiento del sitio, para proponer las diferentes soluciones que se podía implementar en el sitio y elegir la

más factible que se adapte a las necesidades para una libre circulación, no olvidado tomar en cuenta tanto aspectos sociales dentro del cruce.

Con el reconocimiento del sitio, y teniendo las ideas claras se procedió a dar fe de la recopilación de los datos teóricos y técnicos, tomando en cuenta la bibliografía que brinda la Universidad Don Vasco, para después proceder con los datos que se obtiene sobre el sitio de estudio, los cuales fueron: el estudio topográfico, estudio de vialidad, necesidades del lugar, beneficios sociales, los cuales dieron un panorama para resolver el problema.

Obteniendo los datos necesarios, lo siguiente era plasmar las ideas lo cual genero un trabajo de oficina, que con la ayuda de profesores e ingenieros especializados se obtuvo el diseño óptimo el cual se plasmó en este proyecto.

CAPÍTULO 6

CÁLCULOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se muestra y se plasman los cálculos que se realizaron para el diseño de este proyecto, donde se describirá de manera gráfica y detallada los elementos que deberán realizarse para la elaboración del proyecto geométrico, este capítulo es la última etapa de la investigación los capítulos antecesores, concurren a la realización de este importante capítulo.

6.1 Aforo vehicular.

El aforo vial se describe la forma de cómo circulan los vehículos en cualquier tipo de vialidad, lo cual este análisis permite determinar el nivel de eficiencia y funcionalidad. Una de las variables principales del tráfico está compuesta de diversos elementos los cuales permite interactuar entre sí para llevar a cabo un conjunto el cual se llama ingeniería de tránsito.

Este tipo de análisis de aforo nos permite conocer la importancia y la medida de la factibilidad para poder realizar dicha inversión necesaria en la ejecución de este proyecto y por efecto la magnitud del impacto que este tendrá dentro del sistema vial.

Los factores que se emplearon en la evaluación del cruce vial libramiento oriente esquina con calzada la fuente, fue un estudio de volumen de tránsito mediante aforos. El método utilizado es el método manual, el cual consiste en obtener los datos de volúmenes de tránsito a través de conteos vehiculares los

cuales fueran realizados por personas en el campo, es decir realizada en la vía en estudio, este tipo de método permite la clasificación de los vehículos por tamaño, tipo y otras características.

Concordando con el “Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito” los periodos de aforo pueden ser menores a un año y menores de un día, para obtener el aforo vehicular para el diseño de una carretera se recomienda realizarlo en un periodo de un año, pero se pueden considerar datos representativos obtenidos en un mes o una semana.

Para determinar las horas de mayor circulación del cruceo vial del Libramiento Oriente esquina con Calzada La Fuente, se entrevistaron a los residentes aledaños, lo cual manifestaron que el flujo vehicular mayor se da en las horas de la mañana y por la tarde en el periodo de la noche el flujo es parcialmente nulo, por lo cual se optó para realizar el estudio de aforo vehicular de 14 horas continuas iniciando a las 7:00AM y terminando a las 9:00PM durante una semana.

Lo datos obtenidos se muestran en los anexos 1 de esta investigación en donde obtuvimos los siguientes datos del análisis del flujo vehicular del cruceo ya mencionado anteriormente.

6.2 Parámetros de diseño.

Según las normas de proyecto geométrico de la SCT y al Manual de Diseño Geométrico de la SEDESOL, para obtener la clasificación vial, ya mencionado en el capítulo 1 específicamente en el subcapítulo 1.2.1 El camino; se dedujo que la

clasificación funcional de la vialidad ubicada en el Libramiento Oriente, corresponde a una vialidad primaria, clasificación por transitabilidad corresponde a que es un camino pavimentado, clasificación administrativa camino federal y su clasificación técnica dada en base al aforo y al cálculo del Transito Promedio Diario (TPD) se obtuvo una clasificación Tipo A.

Para obtener el vehículo del proyecto, el cual gobernara el diseño geométrico de la intersección según la norma: NOM-012-SCT-2-2008, los datos obtenidos en el aforo vehicular el vehículo que marca la nomenclatura T3S2R4 es vehículo base para el diseño para nuestro proyecto, el cual es mencionado en el capítulo 1 específicamente en el subcapítulo 1.3 Vehículo de proyecto.

Para el diseño también se debe contar con una velocidad de proyecto las cual será de 65 a 80 kilómetros por hora, en esto en base a la clasificación vial mencionada anteriormente, y a la Tabla. -1.5.1 Representación de la velocidad de proyecto por nivel funcional de vialidad (km/hr), mencionado en el capítulo 1 específicamente en el subcapítulo 1.5 Velocidad de proyecto.

La vialidad cuenta con una topografía casi plana, en donde no se presentan pendientes pronunciadas, pese a que, se debe contar con un porcentaje máximo de pendiente. A continuación, se muestra una tabla de pendientes máximas.

PENDIENTES MAXIMAS							
Clase Funcional	Velocidad de Proyecto Km/h	Pendiente Máxima (%)					
		Plano		Lomerío		Montañoso	
		a	b	a	b	A	b
Regional	80	6.0	5.0	7.0	6.0	8.0	7.0
	90	5.0	4.0	6.0	5.0	7.0	6.0
	100	4.0	3.0	5.0	4.0	6.0	5.0
	110	4.0	3.0	5.0	4.0	6.0	5.0
Subregional	70	7.5	6.5	9.0	8.0	10.0	9.0
	80	6.5	5.5	8.0	7.0	9.0	8.0
	90	5.5	4.5	7.0	6.0	8.0	7.0
Primaria	50	9.0	8.0	10.5	9.5	12.0	11.0
	60	8.5	7.5	10.0	9.1	11.5	10.5
	70	8.0	7.0	9.5	8.5	11.0	10.0
	80	7.0	6.0	9.0	8.0	10.0	9.0
Secundaria	30	12.0	11.0	13.5	12.5	15.0	14.0
	40	11.0	10.0	12.5	11.5	14.0	13.0
	50	10.0	9.0	11.0	10.0	13.0	12.0
	60	9.0	8.0	10.5	9.5	12.0	11.0
Local	30	12.0	11.0	14.0	13.0	16.0	15.0
	40	11.0	10.0	13.0	12.0	15.0	14.0
	50	10.0	9.0	12.0	11.0	14.0	13.0

Tabla 6.1. Pendientes máximas.

Fuente: Manual de proyecto de geométrico de carreteras. (SCT: 2001:143)

En base a la tabla anterior se tomará una pendiente gobernadora del 6%, ya que se encuentra dentro de la clasificación del tipo de vialidad, velocidad de proyecto y tipo de topografía. Para la pendiente máxima tanto de entrada como de salida en las rampas deberán de ser del 5% esto mencionada en la tabla 3.5.1. Pendientes recomendadas en rampas según la AASHTO mencionado en el capítulo 3 específicamente en el subcapítulo 3.5 Acceso y rampas a una intersección a desnivel.

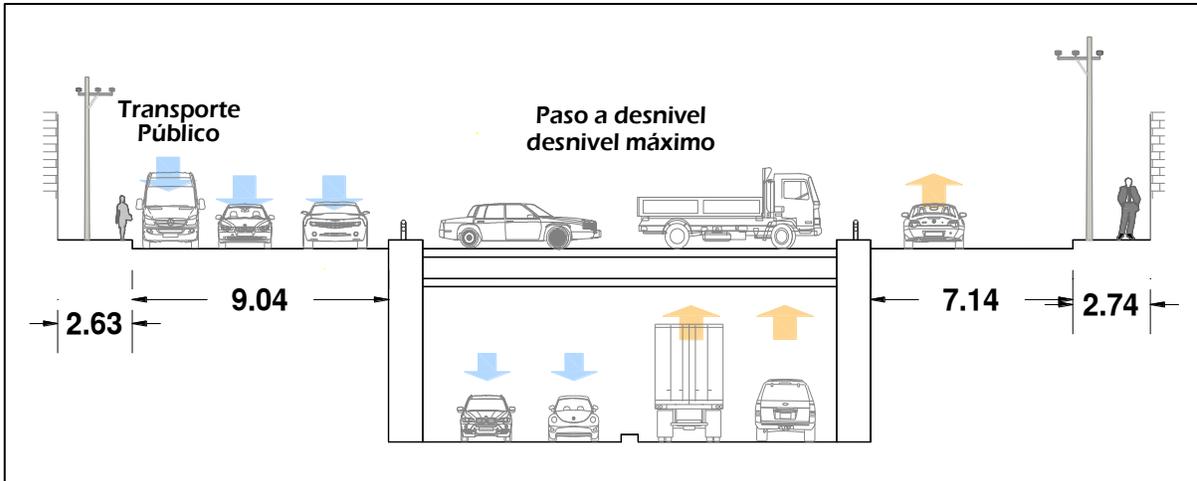


Imagen 6.1.- Diseño del paso a desnivel.

Fuente: Propia.

El ancho de carril propuesto es de 3.75 mts, de acuerdo con la normativa marcada por la SCT, proponiendo un ancho de isleta separadora de 2.00 mts. La longitud de los carriles de aceleración será de 167 mts esto contemplando su transición, y para carriles de desaceleración serán de 114 mts contemplando su transición, esto tomando referencia a lo mencionado en la tabla 3.4.3. y la tabla 3.4.4 Tabla de longitud de carriles de cambio de velocidad en el capítulo 3 específicamente en el subcapítulo 3.4 Carriles de cambio de velocidad.

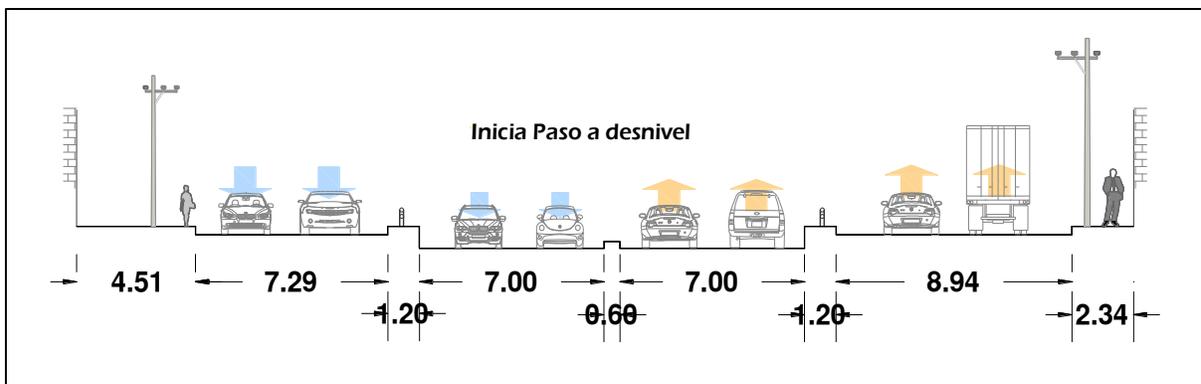


Imagen 6.2.- Dimensiones de los anchos de carril.

Fuente: Propia.

La altura que deberá tener en la vertical del paso a desnivel será una altura mínima de 5.50 mts como lo marca la norma: N.PRY.CAR.6.01.001, emitida por la SCT, donde hace dice que “La sección del lado vertical del paso de desnivel o espacio libre vertical debe ser como mínimo, de cinco coma cinco (5,5) metros. Como se prevé que no se colocaran sobre carpetas en la carretera inferior, como es el caso de las pavimentadas con concreto hidráulico o de los caminos rurales, el galibo vertical puede reducirse hasta a cinco (5) metros”. Como se puede apreciar en la siguiente imagen:

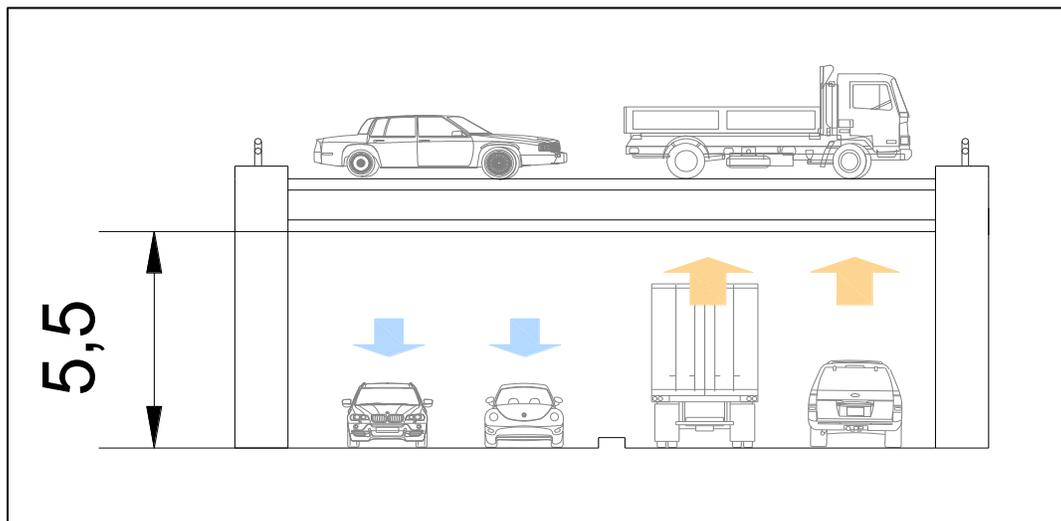


Imagen 6.3.- Altura máxima del paso a desnivel.

Fuente: Propia

Esta norma contiene criterios necesarios para la determinación de las características generales necesarias para el diseño de puentes y estructuras similares que tengan el objetivo de cruzar una carretera o una vía férrea.

En base de los parámetros de diseño que se mencionaron anteriormente se determina un señalamiento de acuerdo al reglamento que marca la Secretaría de

Comunicaciones y Transporte (SCT), el señalamiento es un parámetro importante en el camino, ya que le contribuye una información adecuada al usuario, el señalamiento se determina de acuerdo al reglamento que presenta la (SCT), se colocara señalamiento vertical y horizontal, donde el señalamiento vertical son todas aquellas señales construidas con placas e instaladas a través de postes, este tipo de señalamiento se clasifican en 3 tipos que son, señales de prevención, señales de restrictivas y señales informativas. El señalamiento horizontal solo se determina en las rayas, palabras, símbolos y objetos que están plasmados en el pavimento o carpeta asfáltica. En las siguientes imágenes se conocerán los diferentes tipos de señalamiento que se mencionaron.



Imagen 6.4.- Señalamiento vertical: señalamiento preventivo.

Fuente: Señalamiento SCT. (2015:56).



Imagen 6.5.- Señalamiento vertical: señalamiento restrictivo.

Fuente: Señalamiento SCT. (2015:57).



Imagen 6.6.- Señalamiento vertical: señalamiento informativo.

Fuente: Señalamiento SCT. (2015:58).



Imagen 6.7.- Señalamiento vertical: señalamiento de destino.

Fuente: Señalamiento SCT. (2015:59)



Imagen 6.8.- Señalamiento vertical: señalamiento de servicio y turísticas.

Fuente: Señalamiento SCT. (2015:60)



Imagen 6.9.- Señalamiento horizontal: señalamiento plasmado en concreto o carpeta asfáltica.

Fuente: Señalamiento SCT. (2015:61)



Imagen 6.10.- Señalamiento horizontal: señalamiento plasmado en concreto o carpeta asfáltica.

Fuente: Señalamiento SCT. (2015:62).

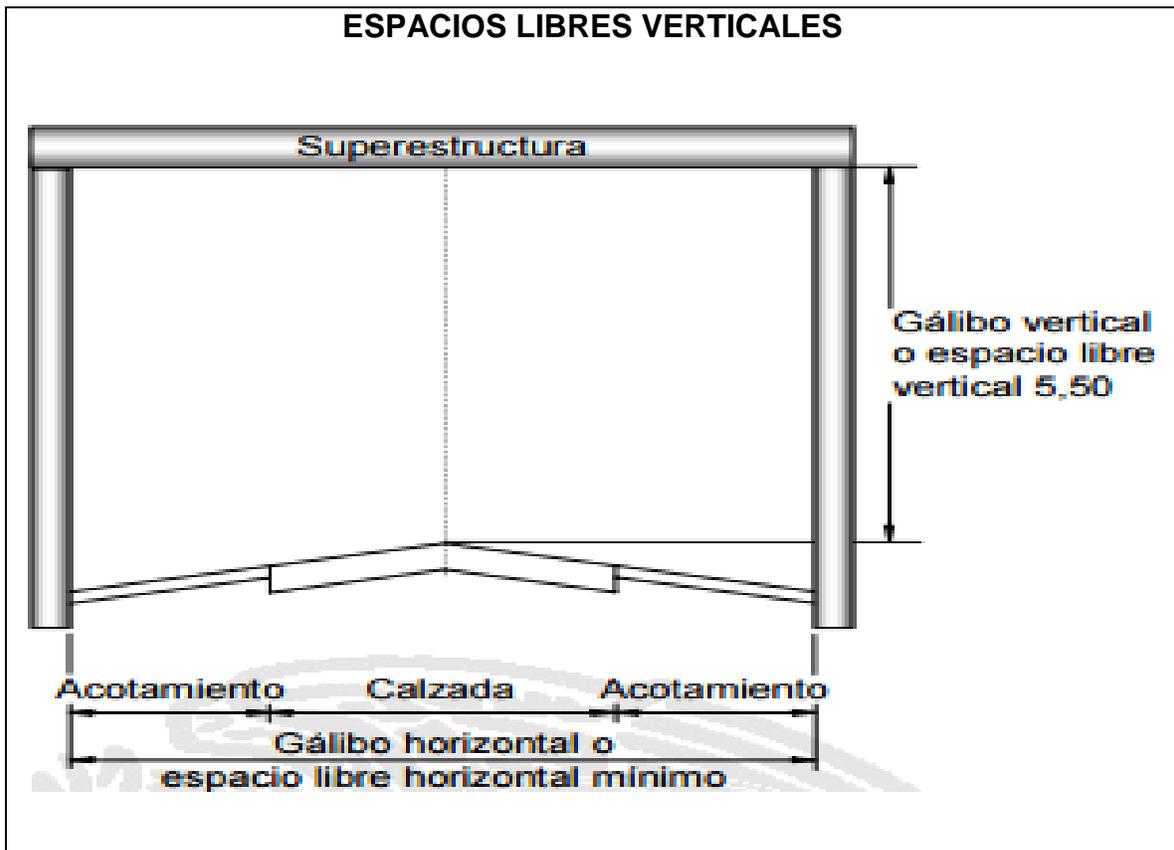


Imagen 6.11.- Gálibos o espacios libres verticales para estructuras que crucen un camino.

Fuente: Norma de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
(N.PRY.CAR.6.01.00:1994:178)

Los parámetros de diseño se mencionan a continuación.

- Vialidad: primaria tipo "A"
- TPDA: 10486 vehículos/día
- Vehículo de proyecto: T3S2R4
- Velocidad de proyecto: 65 a 80 kilómetros por hora
- Pendiente gobernadora: 6%

- Pendiente máxima en rampas: 5%
- Ancho de calzada por carril: 3.75 metros
- Longitud de carril de aceleración: 167 metros
- Longitud de carril de desaceleración: 114 metros
- Tipo de camino: plano con poco lomerío.
- Altura mínima de gálibos verticales: 5.50 metros.

CONCLUSIÓN

Se establecieron los resultados del proyecto y la interpretación de los mismos, donde se concluye que se ha realizado el objetivo principal, que fue planteado desde un inicio el cual fue: El diseño geométrico de la intersección vial localizada en el Libramiento Oriente y Calzada La Fuente, en Uruapan, Michoacán, la cual contribuye a darle una solución a la problemática vial que es muy cotidiana en dicho punto. Se presentarán antecedentes generales relacionados con las causas de la problemática vial, se describen ciertos aspectos particulares involucrados en la problemática. Los cuales se obtuvieron gracias a la presente investigación.

Esta investigación cumplió con el objetivo principal, además de igual manera con los seis objetivos específicos que se plantearon en un apartado anterior; el primero fue definir el concepto de diseño geométrico el cual quedó conceptualizado de la siguiente manera, el diseño geométrico es una técnica utilizada en el área de la Ingeniería Civil, la cual consiste en el trazado de una carretera o calle en el terreno con base en los condicionamientos o factores existentes, los cuales son establecidos por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y otros son establecidos por factores naturales como son las condiciones climatológicas o topografía del sitio concluyendo que el diseño geométrico de un cruce busca satisfacer objetivos fundamentales como: la funcionalidad, la seguridad, la comodidad, la integridad en su entorno, armonía, estética y la economía, esto buscando reducir la gravedad de conflictos potenciales entre los usuarios en tanto se facilite la conveniencia dentro del

camino, el segundo fue mencionar en a los elementos de ingeniería de tránsito, el cual quedó debidamente conceptualizado dentro del capítulo 1, como tercer punto fue mencionar los elementos geométricos en vialidades, también se cumplió quedando conceptualizado dentro del capítulo 2, el cuarto objetivo fue que es una intersección, mismo que quedo señalado en el capítulo 3, el quinto fue identificar el sitio de estudio, el cual quedo de la siguiente manera, el sitio donde se propone dar la solución geométrica en esta tesis, es un cruce con un índice potencial de conflictos, esto debido a que se encuentra en el único libramiento de la ciudad de Uruapan Michoacán, es un punto que presenta gran demanda vehicular de todo tipo de tránsito. Es de suma importancia mencionar que el sitio en estudio tiene una colindancia con el Aeropuerto Internacional de la ciudad de Uruapan Michoacán, como se muestra en el apartado de anexos, específicamente en el plano de LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL ESTADO ACTUAL, por lo tanto ese terreno colindante, corresponde al Gobierno Federal y por último el sexto objetivo fue obtener el diseño geométrico de intersección vial a nivel y un desnivel en el sitio de estudio, quedando establecido en los anexos de esta investigación, en específico en la lámina No. 02 planta geométrica y rasante de proyecto. Estos objetivos quedaron conceptualizados plenamente gracias a la investigación realizada, en el lugar de conflicto.

Cabe mencionar que, para realizar el diseño geométrico de una intersección, tal como la presentada va contar con las óptimas condiciones y criterios para satisfacer los objetivos fundamentales, es de suma importancia contar con el espacio necesario, en donde permita desarrollar el buen diseño de

los enlaces, para solucionar los conflictos, sin rescindir de los objetivos fundamentales mencionados, un espacio reducido minimiza la posibilidad de generar una solución geométrica.

Para el diseño del proyecto geométrico de la intersección se tuvieron presentes diversas características como lo fue, el estudio topográfico ya que la topografía favorece al diseño propuesto. Las normas emitidas por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes son la base que rige este proyecto, en donde se pudieron obtener datos de diseño como lo fue ancho de carril, distancia del galibo horizontal a la superestructura, velocidad de proyecto, pendientes permitidas.

La inquietud para desarrollar este proyecto fue con la finalidad de proporcionar un diseño geométrico adecuado al sitio donde se vieran beneficiados los usuarios que transitan por la zona, ya que el estado actual con el que se encuentran presenta ineficiencias, ya que la sección existente no abastece la demanda actual.

Concluyendo con todo lo mencionado en este apartado se puede definir que en resultados obtenidos a nivel de demanda actual requerido, la adecuación de un proyecto geométrico que contenga un paso a desnivel en el sitio en estudio cumpliendo todos los requerimientos necesarios es factible para llevarse el cual con el transcurrir del tiempo puede convertirse en necesario para el cruce a nivel, ya que con eso se mejoraría la infraestructura vial y brindara una mejor circulación por el lugar.

Con todo lo citado anteriormente se concluye que este trabajo cumplió su principal finalidad la cual fue de realizar el diseño geométrico en la intersección vial de la calzada la fuente y el libramiento oriente en Uruapan, Michoacán. Por consecuencia el diseño geométrico realizado se puede apreciar en el apartado de anexos donde se localiza una serie de planos con la propuesta de diseño geométrico para la solución del problema.

Se logró dar respuesta a la pregunta de esta investigación la cual señala ¿Cuál es el diseño geométrico ideal para la intersección vial de La Calzada la Fuente y Libramiento Oriente en Uruapan Michoacán?, mencionando como respuesta, en el capítulo anterior los parámetros de diseño adecuado.

BIBLIOGRAFÍA

Bañón Blázquez, Luis; Beviá García, José. (1999)

Manual de carreteras.

Ortiz e Hijos Contratista de obra S.A., Colombia.

Cal y Mayor, Rafael; Cárdenas, James. (1999)

Ingeniería de tránsito.

Alfaomega Grupo Editor, México.

Crespo Villalaz, Carlos. (2005)

Vías de comunicación.

Ed. Limusa, México.

García, Enriqueta. (1987)

Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.

Instituto de geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México., México.

Hernández Sampieri, Roberto y Colaboradores. (2004)

Metodología de la investigación.

Mc Graw- Hill, México.

Ministerio de Transportes Comunicaciones Vivienda y Construcción. (2001)

Manual de diseño geométrico para carreteras.

Empresa Editora Macro, Perú.

Mier Suárez, José Alfonso. (1987)

Introducción a la ingeniería de caminos

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.

Mendoza Zarate, Ramiro. (2013)

Diseño geométrico del paso a desnivel en el libramiento oriente esquina calzada la fuente en Uruapan, Michoacán.

Tesis inédita de la escuela de Ingeniería Civil, de la Universidad Don Vasco A.C, en la ciudad de Uruapan, Michoacán

Olivera Bustamante, Fernando. (2006)

Estructuración de vías terrestres.

Compañía Editorial Continental, México.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (1991)

Manual de proyecto geométrico de carreteras

Cuarta reimpresión, México.

S. Merrit, Frederick y colaboradores (2008)

Manual del ingeniero civil, tomo II.

Ed. Mc Graw-Hill, 3ra edición en español.

Tamayo y Tamayo, Mario (2000)

El proceso de la investigación científica.

Ed. Limusa, México.

Wright, Paul H. (1993)

Ingeniería de carreteras.

Ed. Limusa, México.

OTRAS FUENTES

Macro localización de la ubicación.

<http://eleconomista.com.mx/seguridad-publica/2012/07/03/asaltan-walmart-uruapan-michoacan>

Hidrología en Uruapan.

http://www.oeidrusportal.gob.mx/oeidrus_mic/seidrus/publicaciones/Rasgos/087%20Uruapan.pdf)

Cobertura vegetal de Uruapan.

<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/420/doce.html>

Ubicación zona de Estudio.

<https://earth.google.com/web/search/19%C2%B024%2743%22+Uruapan/@19.41175742,-102.02594417,1607.0322953a,625.4709281d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCaMWypvAsTVAEaAWypvAsTXAGdRSRxyCtEnAIXolk4CAaGPA>

Mapa geológico del municipio de Uruapan.

<http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cem06/info/mic/m102/mapas.pdf>

Datos sobre Michoacán.

http://www.elclima.com.mx/ubicacion_y_caracteristicas_fisicas_de_michoacan.htm

Conapo

http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Proyecciones/Cuadernos/16_Cuadernillo_Michoacan.pdf

Censo Inegi 2010

http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/proyectos/ccpv/2010/tabulados/Basico/01_04B_MUNICIPAL_16.pdf

Uruapan

<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16102a.html>

ANEXOS

Aforo vehicular

El aforo vial se describe la forma de como circulan los vehículos en cualquier tipo de vialidad, lo cual este análisis permite determinar el nivel de eficiencia y funcionalidad. Una de las variables principales del tráfico está compuesta de diversos elementos los cuales permite interactuar entre sí para llevar a cabo un conjunto el cual se llama ingeniería de tránsito.

Este tipo de análisis de aforo nos permitirá conocer la importancia y la medida de la factibilidad para poder realizar dicha inversión necesaria en la ejecución de este proyecto y por efecto la magnitud del impacto que este tendrá dentro del sistema vial.

Los factores que se emplearon en la evaluación del cruce vial libramiento oriente esquina con calzada la fuente, fue un estudio de volumen de tránsito mediante aforos. El método utilizado es el método manual, el cual consiste en obtener los datos de volúmenes de tránsito a través de conteos vehiculares los cuales fueran realizados por personas en el campo, es decir realizada en la vía en estudio, este tipo de método permite la clasificación de los vehículos por tamaño, tipo y otras características.

De acuerdo al “Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito” los periodos de aforo pueden ser menores a un año y menores de un día, para obtener el aforo vehicular para el diseño de una carretera se recomienda realizarlo en un periodo de un año, pero se pueden considerar datos representativos obtenidos en un mes o una semana.

Para determinar las horas de mayor circulación del cruceo vial del libramiento oriente esquina con calzada la fuente, se entrevistaron a los residentes aledaños, lo cual manifestaron que el flujo vehicular mayor se dan en las horas de la mañana y por la tarde en el periodo de la noche el flujo es parcialmente nulo, por lo cual se optó para realizar el estudio de aforo vehicular de 14 horas continuas iniciando a las 7:00AM y terminando a las 9:00PM durante una semana.

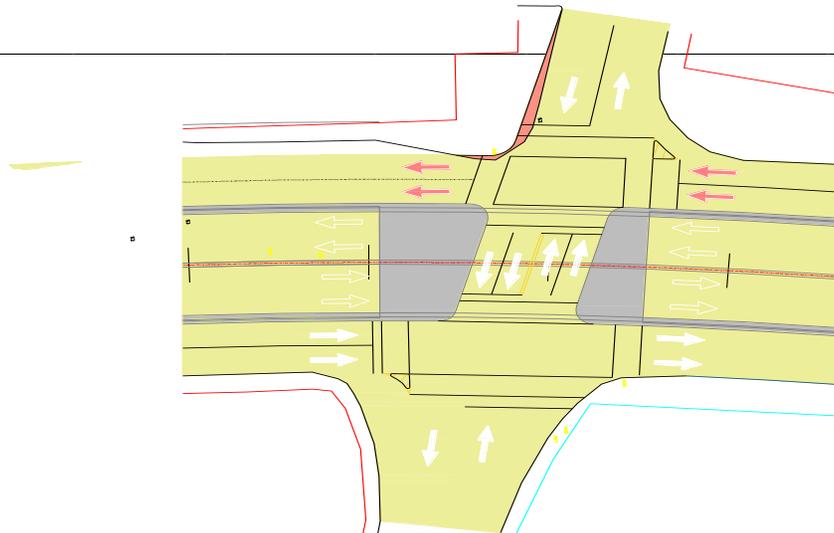
Lo cual obtuvimos los siguientes datos del análisis del flujo vehicular del cruceo ya mencionado anteriormente.

MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

MOVIMIENTO 1

LIBRAMIENTO ORIENTE DE SUR A NORTE

TIPO DE VEHICULO	CLASIFICACION	DIAS					FECHA	HORAS	TOTAL
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES			
AUTOMOVILES 	A	1,252	1,315	1,134	1,210	1,288	06/10/2014 A 10/10/14	7:00AM A 9:00PAM	6,199
AUTOBUSES, URBANOS 	B	1,010	1,200	1,142	1,038	1,134	06/10/2014 A 10/10/14	7:00AM A 9:00PAM	5,524
CAMIONETAS 	C2	1,010	1,002	988	1,088	1,074	06/10/2014 A 10/10/14	7:00AM A 9:00PAM	5,162
CAMIONES DE 2 Y 3 EJES 	C3	212	189	192	200	233	06/10/2014 A 10/10/14	7:00AM A 9:00PAM	1,026
TRACTO CAMION DE 2 EJES 	T3S2	165	177	145	157	167	06/10/2014 A 10/10/14	7:00AM A 9:00PAM	811
TRACTO CAMION DE 3 EJES 	T3S3	45	56	34	36	22	06/10/2014 A 10/10/14	7:00AM A 9:00PAM	193
TRACTO CAMION DE 4 EJES (TRAILER DOBLE EJE) 	T3S2R4	2	3	4	6	2	06/10/2014 A 10/10/14	7:00AM A 9:00PAM	17
MOTOS Y OTROS 		100	88	112	94	87	06/10/2014 A 10/10/14	7:00AM A 9:00PAM	481
									19,413

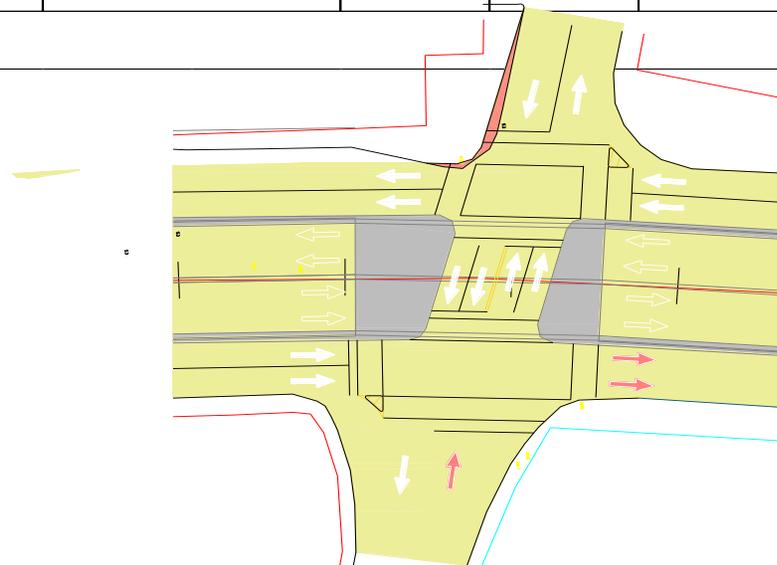


MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

MOVIMIENTO 2

LIBRAMIENTO ORIENTE DE SUR RUMBO AL ORIENTE POR GABRIEN VERVERA

TIPO DE VEHICULO	CLASIFICACION	DIAS					FECHA	HORAS	TOTAL
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES			
 AUTOMOVILES	A	214	256	302	289	245	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	1,306
 AUTOBUSES, URBANOS	B	302	296	320	303	299	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	1,520
 CAMIONETAS	C2	506	530	525	571	564	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	2,696
 CAMIONES DE 2 Y 3 EJES	C3	23	15	9	8	11	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	66
 TRACTO CAMION DE 2 EJES	T3S2	3	1	2	0	0	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	6
 TRACTO CAMION DE 3 EJES	T3S3	0	0	1	0	0	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	1
 TRACTO CAMION DE 4 EJES (TRAILER DOBLE EJE)	T3S2R4	0	0	0	0	0	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
 MOTOS Y OTROS		145	124	134	132	142	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	677
									6,272

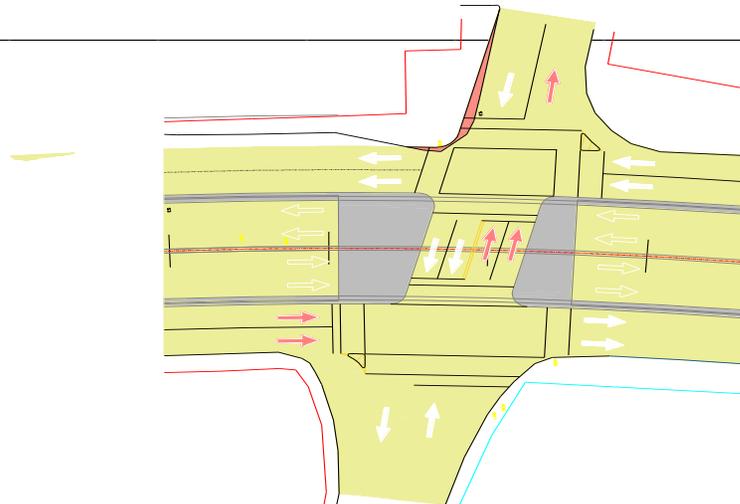


MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

MUESTRA 3

LIBRAMIENTO ORIENTE DEL SUR HACIA EL PONIENTE POR CALZ. LA FUENTE

TIPO DE VEHICULO	CLASIFICACION	DIAS					FECHA	HORAS	TOTAL
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES			
AUTOMOVILES 	A	1,310	1,215	1,194	1,205	1,253	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	6,177
AUTOBUSES, URBANOS 	B	1,154	1,204	1,142	1,120	1,112	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	5,732
CAMIONETAS 	C2	1,023	1,058	1,046	1,032	1,069	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	5,228
CAMIONES DE 2 Y 3 EJES 	C3	4	5	3	5	2	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	19
TRACTO CAMION DE 2 EJES 	T3S2	1	0	0	0	1	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	2
TRACTO CAMION DE 3 EJES 	T3S3	0	0	0	0	0	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
TRACTO CAMION DE 4 EJES (TRAILER DOBLE EJE) 	T3S2R4	0	0	0	0	0	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
MOTOS Y OTROS 		115	104	119	122	101	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	561
									17,719

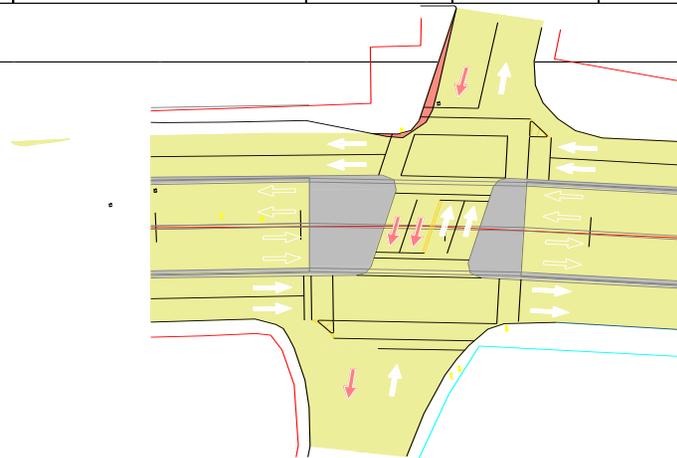


MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

MUESTRA 4

CALZ. LA FUENTE DE PONIENTE A ORIENTE HACIA LA CALLE GABRIEL CERVERA

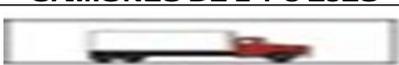
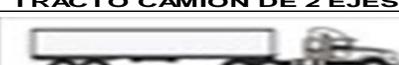
TIPO DE VEHICULO	CLASIFICACION	DIAS					FECHA	HORAS	TOTAL
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES			
AUTOMOVILES 	A	312	320	314	350	362	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	1,658
AUTOBUSES, URBANOS 	B	360	385	370	365	389	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	1,869
CAMIONETAS 	C2	578	569	542	587	596	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	2,872
CAMIONES DE 2 Y 3 EJES 	C3	1	0	0	0	1	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	2
TRACTO CAMION DE 2 EJES 	T3S2	0	0	0	0	0	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
TRACTO CAMION DE 3 EJES 	T3S3	0	0	0	0	0	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
TRACTO CAMION DE 4 EJES (TRAILER DOBLE EJE) 	T3S2R4	0	0	0	0	0	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
MOTOS Y OTROS 		150	124	134	122	137	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	667
7,068									

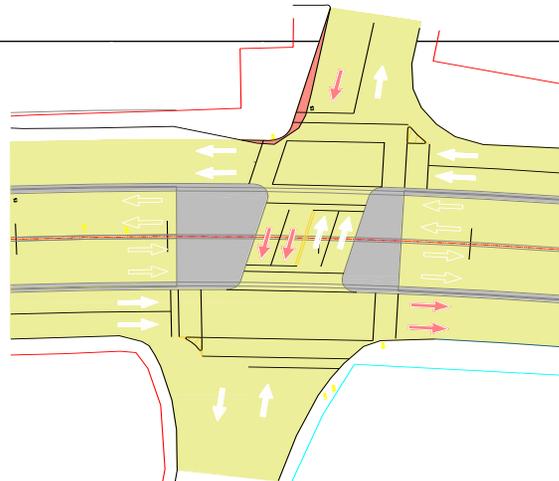


MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

MOVIMIENTO 5

CALZ. LA FUENTE DE PONIENTE HACIA EL NORTE POR RL LIBRAMIENTO

TIPO DE VEHICULO	CLASIFICACION	DIAS					FECHA	HORAS	TOTAL
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES			
AUTOMOVILES 	A	895	904	942	963	901	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	4,605
AUTOBUSES, URBANOS 	B	456	501	486	499	506	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	2,448
CAMIONETAS 	C2	899	915	921	954	905	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	4,594
CAMIONES DE 2 Y 3 EJES 	C3	0	0	0	1	0	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	1
TRACTO CAMION DE 2 EJES 	T3S2	0	0	0	0	0	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
TRACTO CAMION DE 3 EJES 	T3S3	0	0	0	0	0	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
TRACTO CAMION DE 4 EJES (TRAILER DOBLE EJE) 	T3S2R4	0	0	0	0	0	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
MOTOS Y OTROS 		75	88	94	81	79	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	417
									12,065

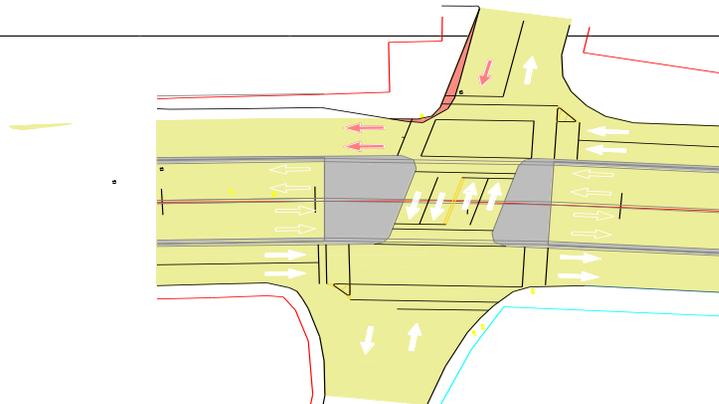


MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

MOVIMIENTO 6

CALZ. LA FUENTE DE PONIENTE HACIA EL SUR POR EL LIBRAMIENTO ORIENTE

TIPO DE VEHICULO	CLASIFICACION	DIAS					FECHA	HORAS	TOTAL
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES			
AUTOMOVILES 	A	988	1,001	865	963	1,012	13/10/2014 A 13/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	4,829
AUTOBUSES, URBANOS 	B	302	312	304	286	294	13/10/2014 A 13/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	1,498
CAMIONETAS 	C2	894	886	905	874	918	13/10/2014 A 13/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	4,477
CAMIONES DE 2 Y 3 EJES 	C3	1	0	0	1	0	13/10/2014 A 13/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	2
TRACTO CAMION DE 2 EJES 	T3S2	0	0	0	0	0	13/10/2014 A 13/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
TRACTO CAMION DE 3 EJES 	T3S3	0	0	0	0	0	13/10/2014 A 13/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
TRACTO CAMION DE 4 EJES (TRAILER DOBLE EJE) 	T3S2R4	0	0	0	0	0	13/10/2014 A 13/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
MOTOS Y OTROS 		87	74	81	76	72	13/10/2014 A 13/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	390
									11,196

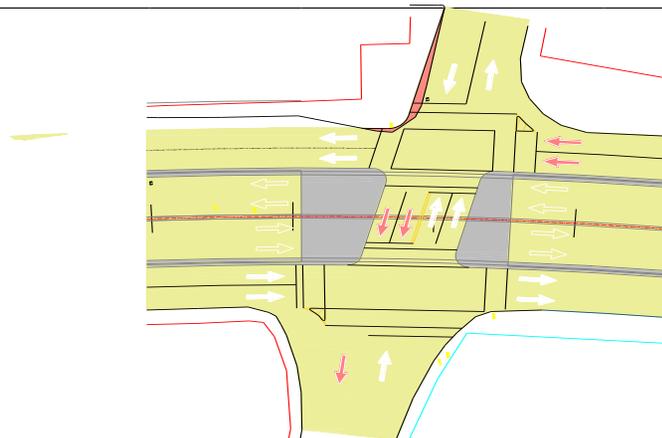


MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

MUESTRA 7

LIBRAMIENTO ORIENTE DEL NORTE HACIA EL PONIENTE POR GABRIEL CERVERA

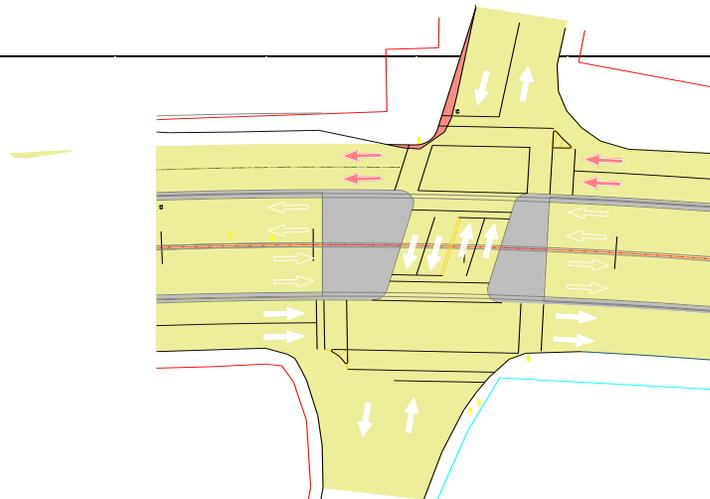
TIPO DE VEHICULO	CLASIFICACION	DIAS					FECHA	HORAS	TOTAL
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES			
AUTOMOVILES 	A	154	145	186	197	165	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	847
AUTOBUSES, URBANOS 	B	62	69	64	74	86	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	355
CAMIONETAS 	C2	654	725	689	712	694	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	3,474
CAMIONES DE 2 Y 3 EJES 	C3	2	5	3	0	0	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	10
TRACTO CAMION DE 2 EJES 	T3S2	0	0	1	1	0	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	2
TRACTO CAMION DE 3 EJES 	T3S3	0	0	0	0	0	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
TRACTO CAMION DE 4 EJES (TRAILER DOBLE EJE) 	T3S2R4	0	0	0	0	0	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
MOTOS Y OTROS 		43	41	56	48	51	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	239
									4,927



MOVIMIENTO 8

LIBRAMIENTO ORIENTE DE NORTE A SUR

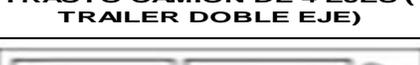
TIPO DE VEHICULO	CLASIFICACION	DIAS					FECHA	HORAS	TOTAL
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES			
AUTOMOVILES 	A	989	115	1,135	1,245	1,148	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	4,632
AUTOBUSES, URBANOS 	B	844	895	906	912	904	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	4,461
CAMIONETAS 	C2	987	1,002	987	1,021	1,035	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	5,032
CAMIONES DE 2 Y 3 EJES 	C3	565	545	521	555	498	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	2,684
TRACTO CAMION DE 2 EJES 	T3S2	94	86	79	81	85	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	425
TRACTO CAMION DE 3 EJES 	T3S3	9	11	12	8	5	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	45
TRACTO CAMION DE 4 EJES (TRAILER DOBLE EJE) 	T3S2R4	12	15	13	11	10	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	61
MOTOS Y OTROS 		99	142	104	116	134	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	595
									17,935

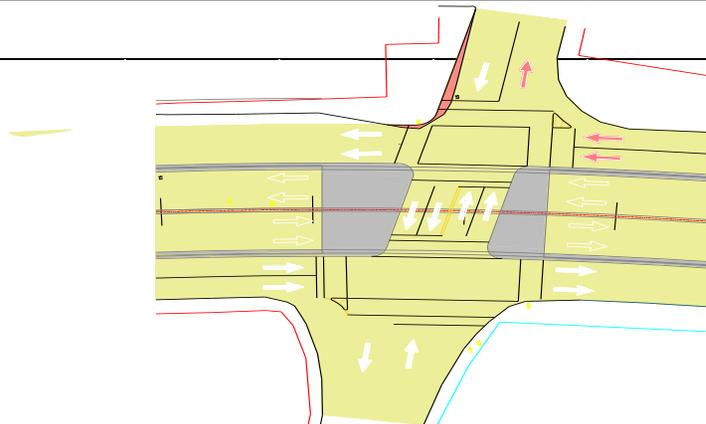


MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

MOVIMIENTO 9

LIBRAMIENTO ORIENTE NORTE HACIA EL PONIENETE DE LA CALZ. LA FUENTE

TIPO DE VEHICULO	CLASIFICACION	DIAS					FECHA	HORAS	TOTAL
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES			
AUTOMOVILES 	A	1,124	1,101	1,134	1,136	1,145	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	5,640
AUTOBUSES, URBANOS 	B	102	154	142	112	122	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	632
CAMIONETAS 	C2	846	947	842	932	855	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	4,422
CAMIONES DE 2 Y 3 EJES 	C3	2	1	0	0	1	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	4
TRACTO CAMION DE 2 EJES 	T3S2	0	0	0	1	0	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	1
TRACTO CAMION DE 3 EJES 	T3S3	0	0	0	0	0	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
TRACTO CAMION DE 4 EJES (TRAILER DOBLE EJE) 	T3S2R4	0	0	0	0	0	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
MOTOS Y OTROS 		75	84	97	83	89	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	428
									11,127

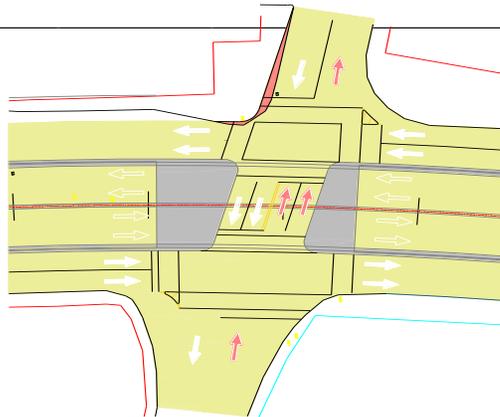


MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

MOVIMIENTO 10

DE GABRIEL CERVERA DERECHO RUMBO AL PONIENTE POR CALZ. LA FUENTE

TIPO DE VEHICULO	CLASIFICACION	DIAS					FECHA	HORAS	TOTAL
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES			
AUTOMOVILES 	A	756	845	812	789	896	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	4,098
AUTOBUSES, URBANOS 	B	845	978	886	894	965	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	4,568
CAMIONETAS 	C2	932	1,001	988	941	883	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	4,745
CAMIONES DE 2 Y 3 EJES 	C3	1	0	0	1	0	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	2
TRACTO CAMION DE 2 EJES 	T3S2	0	0	0	0	0	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
TRACTO CAMION DE 3 EJES 	T3S3	0	0	0	0	0	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
TRACTO CAMION DE 4 EJES (TRAILER DOBLE EJE) 	T3S2R4	0	0	0	0	0	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
MOTOS Y OTROS 		65	78	56	89	84	06/10/2014 A 10/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	372
									13,785

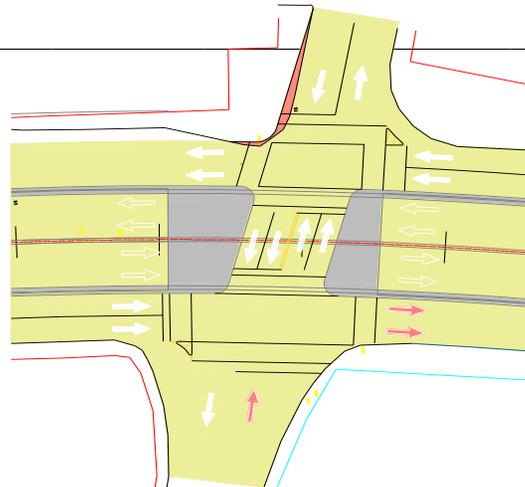


MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

MUESTRA 11

DE GABRIEL CERVERA HACIA EL NORTE POR EL LIBRAMIENTO ORIENTE

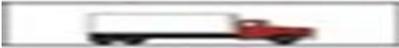
TIPO DE VEHICULO	CLASIFICACION	DIAS					FECHA	HORAS	TOTAL
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES			
AUTOMOVILES 	A	712	765	810	844	799	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	3,930
AUTOBUSES, URBANOS 	B	345	385	402	412	396	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	1,940
CAMIONETAS 	C2	945	1,112	1,100	932	1,001	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	5,090
CAMIONES DE 2 Y 3 EJES 	C3	9	10	8	7	5	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	39
TRACTO CAMION DE 2 EJES 	T3S2	1	0	0	1	0	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	2
TRACTO CAMION DE 3 EJES 	T3S3	0	0	0	0	0	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
TRACTO CAMION DE 4 EJES (TRAILER DOBLE EJE) 	T3S2R4	0	0	0	0	0	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
MOTOS Y OTROS 		45	32	65	74	62	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	278
									11,279



MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

MOVIMIENTO 12

DE GABRIEL CERVERA HACIA EL SUR POR EL LIBRAMIENTO ORIENTE

TIPO DE VEHICULO	CLASIFICACION	DIAS					FECHA	HORAS	TOTAL
		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES			
AUTOMOVILES 	A	612	542	563	587	510	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	2,814
AUTOBUSES, URBANOS 	B	100	112	97	84	72	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	465
CAMIONETAS 	C2	885	897	912	845	812	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	4,351
CAMIONES DE 2 Y 3 EJES 	C3	2	0	0	2	0	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	4
TRACTO CAMION DE 2 EJES 	T3S2	0	0	0	0	0	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
TRACTO CAMION DE 3 EJES 	T3S3	0	0	0	0	0	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
TRACTO CAMION DE 4 EJES (TRAILER DOBLE EJE) 	T3S2R4	0	0	0	0	0	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	0
MOTOS Y OTROS 		45	65	58	74	42	13/10/2014 A 17/10/2014	7:00AM A 9:00PAM	284
									7,918

