



# **UNIVERSIDAD DON VASCO, A.C.**

Incorporación No. 8727-15 A la

Universidad Nacional Autónoma de México.

**Escuela de Ingeniería Civil**

## **DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PASO A DESNIVEL EN EL LIBRAMIENTO ORIENTE ESQUINA CALZADA LA FUENTE EN URUAPAN, MICHOACÁN.**

Tesis

que para obtener el título de:

Ingeniero Civil

Presenta:

**Ramiro Mendoza Zárate**

Asesor:

**I.C. José Antonio Sánchez Corza**

Uruapan, Michoacán 22 de Marzo del 2013.



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.

## DEDICATORIAS

Dedico esta obra de manera muy especial a mis padres el Sr. Ramiro Mendoza y la Sra. Mirella Zárate, y de igual manera a mi hermano Robín Mendoza y mi hermana Wendy Mendoza, que son las personas que más amo en este mundo. Ellos fueron las personas que desde que tengo uso de razón nunca me han dejado solo y siempre me han apoyado de manera incondicional a lo largo de mi vida estudiantil. A veces con disgustos y enojos, otras veces con alegría y con risas pero siempre unidos, a ellos solamente les puedo decir los amo.

También quiero dedicar mi obra de manera muy especial a la persona que a lo largo de mi preparación universitaria siempre estuvo a mi lado de manera incondicional, quizás fue de las pocas personas que desde que entre a la universidad siempre creyó en mí, y nunca tuvo dudas de mi capacidad, y sabía qué un día me iba a recibir y a titular de ingeniero civil. Dicha persona de la que hago mención es mi querida novia Liz Pulido. Y solamente le puedo decir, que la amo.

Esta tesis que hoy presento la quiero dedicar también a mis abuelos paternos y a toda la familia Mendoza Magaña.

De igual manera quiero dedicar mi tesis a toda la familia Zárate Pérez, y quiero recordar con alegría a mi abuela la Sra. Dolores Pérez que en paz descansa, porque ella fue la primer persona que creía que yo iba a ser ingeniero, ya que recuerdo con claridad cuando era niño y que íbamos a visitarla a su casa, le gustaba mucho verme jugar carritos y que yo hiciera carreteras de palitos, y

recuerdo que decía que le gustaría mucho que yo fuera ingeniero. Yo se que donde quiera que ella esté está orgullosa de mi porque ahora ella sabe que su Rami es todo un ingeniero.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios y a la Virgen de Guadalupe por haberme permitido culminar con mis estudios de manera satisfactoria, de igual manera por permitirme realizar este trabajo en tiempo y forma prevista, a estos seres divinos les doy mis más sinceras gracias.

Agradezco desde el fondo de mi corazón a mis Padres por el apoyo moral y económico que siempre me han brindado, porque gracias a su apoyo y consejos he llegado a realizar una de mis mas grandes metas, lo cual contribuye a la herencia más valiosa que pudieran dejarme. Yo solamente quiero que se sientan muy orgullosos de mí, al igual que yo siempre me he sentido de ustedes. Los quiero y los amo con todo mi corazón.

Agradezco a mis hermanos porque ellos a pesar de problemas y disgustos que a veces tenemos yo sé que puedo contar con ellos cuando los ocupo, y viceversa. Les agradezco por que de una u otra forma estuvieron involucrados a lo largo de mi vida estudiantil. Y solamente les puedo decir que los quiero mucho.

Le agradezco a mi novia porque siempre estuvo apoyándome de manera moral, ayudándome a realizar algunas tareas, aguantado el mal genio que a veces por estrés traía, y por qué ha estado apoyándome siempre de manera incondicional, a ti de digo de todo corazón gracias.

Quiero también agradecer a toda mi familia y a la gente que de una u otra forma estuvieron apoyándome durante mi carrera. También quiero agradecer a la

gente que no creía en mí, porque gracias a ellos me salían agallas y fuerzas para demostrarles que si podía y que si puedo cumplir lo que me propongo.

Agradezco a todos mis maestros y mi escuela la Universidad Don Vasco A.C. a la escuela de Ingeniería Civil y a su directivo y a todas las personas que estuvieron involucradas en la elaboración de esta tesis, gracias.

## ÍNDICE

Introducción.	1
Antecedentes	1
Planteamiento del problema	3
Objetivos	5
Pregunta de investigación	6
Justificación	6
Marco de referencia	7
<b>Capítulo 1.- Vías terrestres</b>	<b>10</b>
1.1 Definición de vías terrestres	10
1.2 Orígenes de las vías terrestres	11
1.3 Las carreteras en México	12
1.4 El ferrocarril en México	14
1.5 Vialidades	14
1.5.1 Diferentes tipos de vialidades	15
1.5.2 Sistema urbano de vialidades	17
1.5.3 Sistemas urbanos de calles colectoras y calles locales	19

1.6 Sistemas rurales de caminos . . . . .	19
1.7 Clasificación de las carreteras . . . . .	21
1.7.1 Clasificación por transitabilidad . . . . .	21
1.7.2 Clasificación administrativa . . . . .	22
1.7.3 Clasificación técnica oficial . . . . .	23
1.8 Secciones transversales en los caminos . . . . .	24
1.9 Pavimentos . . . . .	26
1.9.1 Tipos de pavimentos. . . . .	27
1.10 Pavimentos flexibles . . . . .	27
1.10.1 Resistencia estructural . . . . .	29
1.10.2 Deformabilidad . . . . .	31
1.10.3 Durabilidad . . . . .	32
1.10.4 Costos . . . . .	33
<b>Capitulo 2.- Diseño geométrico e intersecciones viales . . . . .</b>	<b>35</b>
2.1 Definición de diseño geométrico . . . . .	35
2.2 Elección de una ruta . . . . .	37
2.3 Anteproyecto . . . . .	39

2.3.1 Alineamiento vertical . . . . .	40
2.3.2 Alineamiento horizontal . . . . .	42
2.3.3 Sección transversal de una obra vial. . . . .	46
2.5 El estudio de movimiento de tierras en la construcción de las vías terrestres .47	
2.6 Intersección en una vialidad . . . . .	52
2.7 Intersecciones a nivel . . . . .	53
2.7.1 Diseño geométrico de las intersecciones a nivel . . . . .	54
2.7.2 Tipos de intersecciones a nivel. . . . .	55
2.7.3 Canalización . . . . .	57
2.8 Intersecciones a desnivel . . . . .	58
2.9 Señalización . . . . .	61
2.9.1 Señales restrictivas . . . . .	62
2.9.2 Señales preventivas . . . . .	64
2.9.3 Señales informativas. . . . .	65
<b>Capitulo 3.- Resumen de macro y micro localización . . . . .</b>	<b>66</b>
3.1 Generalidades . . . . .	66
3.2. Geología . . . . .	68

3.2.1 Edafología de Uruapan . . . . .	69
3.3 Entorno geográfico . . . . .	70
3.3.1 Macro localización . . . . .	71
3.3.2 Micro localización . . . . .	72
3.4 Hidrología y clima . . . . .	73
3.5 Estado actual . . . . .	74
3.6 Planteamiento de alternativas . . . . .	76
3.7 Alternativas de solución . . . . .	77
3.8 Informe fotográfico . . . . .	77

## **Capitulo 4.- Metodología, análisis e interpretación de resultados**

. . . . .	85
4.1 Método empleado . . . . .	85
4.1.1 Método matemático . . . . .	87
4.2 Enfoque de la investigación . . . . .	88
4.2.1 Alcance . . . . .	88
4.3 Diseño de la investigación . . . . .	89
4.4 Instrumentos de recopilación . . . . .	90

4.5 Descripción del proceso de investigación . . . . .	91
4.6 Cálculos, análisis e interpretación de resultados . . . . .	91
4.7 Áforo vial . . . . .	92
4.8 Parámetros de diseño . . . . .	109
CONCLUSIONES . . . . .	121
PROPUESTA . . . . .	126
BIBLIOGRAFIA . . . . .	131
OTRAS FUENTES DE INFORMACION . . . . .	134
ANEXOS	

# INTRODUCCIÓN

## **Antecedentes.**

El ser humano siempre ha tenido la necesidad y la inquietud de construir cosas nuevas y mejorar las cosas existentes para un beneficio propio. De aquí se puede decir que de esta necesidad tiene sus orígenes grandes ideas y grandes cambios que ha presentado la humanidad a lo largo de su historia.

Enfocados en la ingeniería civil y en especial en los medios de comunicación se puede mencionar la gran evolución que han tenido las vías de transporte alrededor del mundo.

En referente con lo anterior se cita que “los medios de comunicación son conocidos como motores de la vida social, y poderosos instrumentos de la civilización.” (Crespo;1996:XV)

Así mismo, los orígenes de los puentes se remontan a épocas primitivas y surgieron por la necesidad de cruzar algún pequeño arroyo o una pequeña depresión para las necesidades de los habitantes existentes en ese tiempo. Tal como menciona Crespo (1996), diciendo que los primeros puentes fueron naturales como la caída de un árbol.

Con el paso del tiempo siguieron en constante cambio y fueron los egipcios los pioneros en la construcción de puentes, siendo el Rey Menis el primero en construir un puente.

Posteriormente los romanos con su poderío fueron los primeros en realizar puentes de madera y puentes de arco con materiales de mampostería, construidos

con la finalidad de transportar a sus tropas de un sitio a otro, uno de los puentes que fue un emblema romano y que en la actualidad todavía se puede apreciar es el acueducto romano de Segovia.

Pero fue el Reino Unido quien puso en marcha la primera construcción de un puente con estructura de acero en el año de 1777 y librando un claro de 60 metros, este es el puente de coalbrookdale o puente de hierro. Que sirvió para unir a dos comunidades mineras y que en la actualidad se considera patrimonio cultural de la humanidad.

Los puentes colgantes fueron muy populares entre los Chinos así como los cantiléver entre los pieles rojas en los Estados Unidos De América de acuerdo con Crespo (1996).

Con el paso del tiempo los puentes han ido evolucionando tanto en dimensiones como en los materiales que se emplean para su construcción, así mismo como de la maquinaria necesaria para su elaboración. Cada día el ser humano tiene una inquietud mayor por construir puentes más grandes de los que ya existen y sobre pasar las leyes de la física.

Por lo anterior mencionado se dice que: los puentes son estructuras construidas con la finalidad principal de salvar claros para no interrumpir el tráfico vehicular, peatonal, animal o de un cuerpo de agua.

Por lo que son de mucha importancia ya que estos nos permiten salvar un claro natural, como una barranca, un río, o cualquier tipo de depresión existente en la topografía donde se piense construir algún tipo de estructura. Pero no solo se

pueden salvar claros naturales ya que los puentes también son diseñados y contruidos cuando se quiere cruzar una intersección vial, esto con la finalidad principal de no interrumpir el tráfico que transite por dicha vialidad, y estos son conocidos en la ingeniería civil como PIV O PSV el primero es paso inferior vehicular y el segundo paso superior vehicular.

En la actualidad existe una gran auge en la construcción de pasos a desnivel y distribuidores viales, desgraciadamente esto solo se da en las grandes ciudades donde hay mayor recurso económico para su construcción. A pesar de esto no es suficiente ya que en ciudades pequeñas como lo es en específico Uruapan carece de vialidades que tengan un funcionamiento adecuado esto por la falta de infraestructura como pasos a desnivel, distribuidores viales, puentes peatonales y calles nuevas, así como una reorganización de las vialidades existentes.

Uruapan sólo cuenta con un paso a desnivel ubicado en el Libramiento Oriente esquina con Boulevard Industrial. Y un paso a desnivel que urge es del que se hablara por medios de esta tesis, del paso a desnivel de libramiento oriente esquina con calzada la fuente.

Se dio a la tarea de investigar y buscar material existente sobre los pasos a desnivel en la biblioteca de la Universidad Don Vasco A.C., pero no se encontró ningún material relacionado con el tema.

## **Planteamiento del problema**

Cuando se realiza una obra de ingeniería se deben de tomar en cuenta y se hacen diferentes tipo de estudios, tales como los que son meramente para la construcción de la obra en sí que son: topográficos, hidráulicos, geológicos, etc....dependiendo el tipo de obra a realizar y los estudios económicos, ambientales, y uno muy importante que es el de costo-beneficio.

Este último nos hace referencia y compara si es mayor el beneficio que va a traer la obra que su costo, siendo correcto esto se puede decir que la obra es factible y que la sociedad tendrá un beneficio mayor.

Pero en ocasiones no siempre sucede lo que se planea y las obras que se construyen con el paso del tiempo y la demanda que genera la sociedad, con el incremento poblacional y el excedente de tráfico vehicular, puede darse un problema mayor que el que se quiso resolver y las obras civiles son superadas por la sociedad y su funcionamiento ya no es el adecuado. Por lo tanto se tiene que plantear y llevar a cabo un nuevo proyecto para dar una solución al problema.

Por lo anterior mencionado se plantea mediante esta tesis darle una solución al problema de tránsito vehicular existente en el libramiento oriente esquina con calzada la fuente en la ciudad de Uruapan Michoacán. Ya que en este cruce en las horas pico se hacen filas en 3 carriles de alrededor 300 a 400 metros con dirección de sur a norte y de igual manera en dirección de norte a sur. Ocasionando una enorme pérdida de tiempo en todos los transeúntes que circulan por la vialidad antes mencionada, y en ocasiones llegan a suceder

accidentes por la desesperación de los choferes y la necesidad de llegar a tiempo a su destino.

Esta intersección vial la única infraestructura con la que cuenta son con 4 semáforos. Pero como ya se menciona con anterioridad la obra existente en este sitio ya fue superada por la demanda vehicular, y se necesita una paso a desnivel para darle una fluidez mayor a este cruce vial, que es el objeto concreto de este estudio.

La ciudad de Uruapan Michoacán el mayor crecimiento poblacional que presenta es hacia la zona oriente. Por lo tanto los habitantes de la Zona oriente se beneficiarían en general en los tiempos de traslados de sus hogares asentados en esta zona hacia la zona centro de la ciudad o hacia las principales salidas de la ciudad.

Entonces, en referencia a lo anterior. ¿Cuál es el diseño geométrico idóneo para el paso a desnivel del Libramiento Oriente esquina con Calzada La Fuente?

**Objetivo general:**

Darle una solución a la intersección vial del Libramiento Oriente, esquina con Calzada La Fuente de la ciudad de Uruapan, Michoacán, enfocándose en el proyecto de diseño geométrico para un paso a desnivel en la arteria vial ya mencionada. Además de rediseñar el diseño geométrico existente en dicho cruce, de igual manera reubicar los señalamientos existentes en el lugar. Beneficiando de manera directa a los habitantes de la zona oriente de la ciudad de Uruapan, así

como a los transportistas de la zona cercana de tierra caliente, que diariamente transitan por esta vialidad con productos procedentes de la agricultura.

### Objetivos específicos:

- 1.- Conceptualizar el proyecto geométrico.
- 2.- Definir el concepto de vía terrestre.
- 3.- Mencionar que son los pasos a desnivel.
- 4.- Identificar el sitio del estudio.
- 5.- Determinar la situación actual de la vialidad.
- 6.- Obtener el diseño geométrico idóneo para el paso a desnivel del tramo en estudio.

### **Pregunta de investigación.**

Teniendo los objetivos anteriores definidos, surge la necesidad de plantearse una pregunta de investigación principal, la cual dará paso a la investigación que se realizara, dicha pregunta se tendrá que responder al concluir el presente estudio.

¿Cuál es el diseño geométrico ideal para el paso a desnivel del Libramiento Oriente esquina con Calzada La Fuente de la ciudad de Uruapan Michoacán?

## **Justificación**

El estudio siguiente se enfocará en el cruce de Libramiento Oriente esquina con Calzada La Fuente, donde existe un problema mayor de tráfico y que causa diversos problemas tanto a los habitantes del sitio, como a los que transitan por esta vialidad y sin dejar de lado el problema ambiental que genera este congestionamiento vial.

Este cruce es de suma importancia en todo lo que viene siendo el libramiento oriente, ya que en este punto se puede tener acceso a distintas colonias de la zona oriente, así como hacia la zona céntrica de la ciudad y de igual forma a la salida a tierra caliente y una salida más rápida hacia la autopista Uruápan- Patzcuaro.

Por lo anterior mencionado se tiene una referencia clara de lo que es el problema, y la importancia que tiene. Así como el beneficio que traería la construcción del paso a desnivel en este cruce antes mencionado.

La alternativa de solución que se propone es la construcción del paso a desnivel sobre el libramiento oriente, para que la calzada la fuente cruce por debajo del él. Y de esta forma darle una solución al congestionamiento vial existente en el sitio.

Este presente estudio también servirá de apoyo a toda la comunidad estudiantil que tenga acceso a él para investigaciones futuras, ya que se presentaran diferentes tipos de estudios y datos técnicos que servirán de apoyo en trabajos posteriores.

## **Marco de referencia.**

El sitio que se pretende estudiar corresponde a una intersección vial, donde se encuentra una de las calles más importantes de la Ciudad de Uruapan, dicha calle de la que se está hablando es una vialidad con mucha demanda de tráfico de paso, este tipo de tráfico gran parte de él lo componen camiones de carga y autobuses, además de todo el tránsito local de la zonas aledañas, y las colonias que se localizan al oriente de la Ciudad, ya que este cruce sirve como acceso a las distintas colonias de la zona antes mencionada.

Este cruce vial corresponde al Libramiento Oriente y Calzada La Fuente. La intersección vial está delimitado en su parte sur-este por los terrenos del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Uruapan Michoacán, en la esquina norte-este se localiza una construcción que esta activa pero no se sabe a ciencia cierta qué es lo que se pretenda ubicar ahí, anteriormente tal lugar correspondía a una bodega de materiales.

En las esquinas que se localizan del otro lado a las antes mencionadas, en la parte este, en específico en la parte norte-este se localiza un expendio de venta de cerveza y otros negocios como vulcanizadora y un torno.

En la esquina sur-este se puede encontrar un espacio libre que abarca de donde termina la guarnición del Libramiento Oriente a donde se localizan las banquetas de las construcciones aledañas, un espacio que pudiera ocuparse para la construcción de un carril extra en caso de ser necesario, ya que la construcción de este cabe de manera adecuada.

Las construcciones que se hacen mención en el párrafo anterior corresponde a una fábrica de hielo, y por los habitantes de la zona mejor conocida como la hielera, y justo en la esquina se encuentra un negocio de pinturas y barnices.

En las zonas cercanas al cruce vial del que se está hablando se pueden encontrar negocios de refacciones para autos, así también como para transporte de carga pesada, dicha zona corresponde rumbo hacia el norte circulando sobre el Libramiento Oriente, cabe mencionar que sobre tal Libramiento y tal zona se encuentra también un Jardín de Niños y una Escuela primaria, cabe resaltar que los bares y centros nocturnos para caballeros se localizan también por esta zona.

Rumbo hacia el sur sobre el Libramiento Oriente se encuentra como ya se mencionó con anterioridad los terrenos del Aeropuerto, y del otro lado se pueden encontrar terrenos baldíos, bodegas de fertilizantes y una bodega de refrescos.

En términos generales esta zona con la que se pretende trabajar está compuesta por una gran diversidad de negocios de todo tipo, así como también por casas habitación, escuelas y sin dejar de mencionar que también se encuentra una estación de gasolina.

# CAPÍTULO 1

## VÍAS TERRESTRES

Las vías terrestres se les conoce también como obras de infraestructura del transporte, dichas infraestructuras corresponden a los caminos, carreteras, autopistas, vías férreas, así como todas sus obras de cruce que pudiesen llevar para su funcionamiento, con este tipo de obras se hace referencia a los pasos a desnivel.

Existen grandes beneficios tanto económicos como sociales cuando se realiza una obra que tenga que ver con las vías terrestres, entre los beneficios más importantes se destacan la reducción de los costos de transporte, un mayor acceso a los productos del campo tales como los cultivos, o bien productos locales, de igual manera se fortalecen las economías locales y en general se mejora la calidad de vida de los habitantes de cierta zona en específico.

En este capítulo se mencionaran con mayor claridad de todo lo que comprenden las vías terrestres.

### **1.1. Definición de vías terrestres.**

Una vía terrestre forma parte de los medios de comunicación y se le conoce como tal. Ya que esta tiene la capacidad de canalizar los medios de transporte terrestres a determinados puntos que se desee llegar. Las vías terrestres se definen también como cualquier tipo de camino o vialidad que sea transitable por peatones o por vehículos.

## **1.2. Orígenes de las vías terrestres.**

Los orígenes de las vías terrestres se remontan a los primeros seres humano que habitaron la tierra, esto por la necesidad de trasladarse de un lugar a otro para conseguir alimento o agua, así como para establecerse en un sitio seguro donde las condiciones climáticas y topográficas fueran las más adecuadas para vivir. Esto se puede definir como: que los seres humanos construyen por la necesidad de tener una mejor calidad de vida.

Con el paso del tiempo los caminos que eran simplemente veredas peatonales se convirtieron en caminos un poco más anchos y con fines de regionales para traslado de mercancías entre una comunidad y otra, esto impulsado por la fuerza motriz animal, en concordancia con Crespo (1996).

El invento que revoluciono a las vías terrestres fue la rueda, ya que con la invención de esta se pudieron construir carretas que trasportaban una mayor cantidad de mercancía para así aminorar el tiempo de traslado de un sitio a otro. Las carretas eran jaladas por animales o por seres humanos.

Con el invento de la rueda y las carretas las vialidades que se transitaban en ese entonces tuvieron que ser rediseñadas con anchos superiores a los existentes, y una topografía más adecuada para las carretas. Entre las primeras vialidades construidas con este fin son las construidas por espartanos y fenicios, que construyeron los primeros caminos de que se tiene noticia, los Romanos construyeron caminos, tanto en la península Itálica, como en varios puntos de

Europa, de África y Asia para poder extender sus dominios así lo dice Crespo (1996).

Cuando se comenzaba a resolver las limitantes que existían por falta de espacio, de tiempo, de fuerza etc. Para el traslado de mercancías, surgía un problema nuevo, problema al cual había que darle solución, y que se refería a la falta de una superficie de rodamiento firme.

Con lo anterior mencionado en los tiempos de lluvias o en terrenos muy flojos de aquel entonces, se tuvo la necesidad de introducir piedras a los caminos para que tuvieran una mayor adherencia al suelo y por lo tanto pudieran transitar con más facilidad en terrenos flojos o lodosos. Este fue el principio con el que hoy en día se construyen las vialidades o vías terrestres. Con este principio nos habla de que se hace el revestimiento de las carreteras con la finalidad de distribuir los esfuerzos, para evitar fracturas de los elementos.

Con la invención del ferrocarril en el siglo XVIII y la del automóvil en el siglo XIX las vías de comunicación en este caso las terrestres trajeron grandes cambios y grandes beneficios para el traslado de mercancías y personas. Por lo cual se era necesario una infraestructura mayor, como las vías de tren y las carreteras de concretos, para de esta manera garantizar las demandas de la sociedad en general.

### **1.3. Las carreteras en México.**

Los españoles fueron los que introdujeron las primeras redes caminaras del país, cambiándolas de veredas peatonales a brechas o terracerías más amplias y

transitables para carretas o carruajes. Una de las primeras vías que surgió en ese entonces fue la del Puerto de Veracruz a la Ciudad de México. Esto con la finalidad del transporte de mercancías y de personas procedentes de otros continentes a México y viceversa.

Una de las ciudades fundadas a causa de esta vía de comunicación fue la ciudad de Puebla, que sirvió como punto intermedio entre el puerto de Veracruz y la Ciudad de México.

De las principales carreteras que tuvo el país con la aparición del automóvil fueron las carreteras de México-Veracruz, Pueblas-Veracruz así como la de Laredo a Guadalajara.

De acuerdo con los datos de la SCT, en la actualidad la red carretera de México es de 453 386 kilómetros de caminos, desde brechas hasta autopistas de 8 carriles que son las más grandes que hay en la actualidad en México. Un ejemplo de esta última mencionada es la autopista Toluca- México, considerada también como la caseta más cara del país, y la más peligrosa también, debido a las grandes pendientes que posee y al elevado número de transito que circula por ella.

Una vía de comunicación en su defecto las vías terrestres no pidiesen tener el funcionamiento adecuado e idóneo que se tienen hoy en día si no fuese por sus obras auxiliares y de gran importancia que se necesitan para el correcto funcionamiento de la vía. Estas obras son tales como: puentes, obras de drenaje,

señalamientos, muros de contención etc. Todas estas obras se describirán en subtemas posteriores de este trabajo.

El Estado Mexicano cuenta con una dependencia federal encargada de las comunicaciones y trasportes que es la “SCT” (Secretaria de Comunicaciones y Transportes). Esta dependencia es la encargada de definir las normas técnicas que se deben de cumplir al momento de la construcción de un camino, así como la encargada de toda la red carretera, aeropuertos, puentes y medios de transporte en el país.

#### **1.4. El ferrocarril en México.**

Los primeros ferrocarriles que existieron en la República Mexicana como en otras partes del mundo fueron las maquinas de vapor. Estas eran impulsadas por el vapor que se producía de la quema de carbón dentro del motor de la locomotora.

El ferrocarril o la máquina de vapor como se le conocía con antigüedad a los trenes, tuvo su aparición en el siglo XVIII. Su mayor auge que esta tubo, impulsado también por el Presidente en turno Porfirio Días Morí fue en el año de 1907, creando la empresa FNM (Ferrocarriles Nacionales de México) nacionalizada por el General Lázaro Cárdenas del Rio en 1937 y liquidada por Vicente Fox Quezada.

Hoy en día el Estado Mexicano solamente cuenta con sistema de transporte de ferrocarril para carga, ya que el de pasaje dejo de funcionar en el año de 1995 debido a que ya no era factible ni redituable para los costos que implica el

transporte de pasaje. Esto durante el gobierno de Ernesto Zedillo Ponce de León quien fue el que privatizo a las empresas ferroviarias.

En la actualidad los únicos ferrocarriles que existen para transporte de personas son los turísticos, de los cuales destacan el tequila exprés, que tiene una ruta de la ciudad de Guadalajara a una hacienda a gavera tequilera en la región de Tequila, Jalisco. Otro ferrocarril turístico, que existe en México es el Chepe que va de los Mochis, Sinaloa a Chihuahua, Chihuahua, atravesando las emblemáticas barrancas del cobre en un recorrido de alrededor de 17 horas. Esta vía fue un medio de transporte muy útil para conectar al Pacífico con el Golfo, y es una de las obras de ingeniería más impresionantes de México.

## **1.5. Vialidades.**

Una vialidad se define como cualquier tipo de infraestructura física que permita el acceso a algún punto determinado, así como todos los medios directos e indirectos donde nos encontramos con vías. Tal es el caso de los caminos peatonales o veredas, calles, carreteras o grandes espacios por donde pueda transitar desde un humano hasta un gran barco o avión, ya que una vialidad puede ser terrestre, aérea, o pluvial.

### **1.5.1. Diferentes tipos de vialidades.**

Los diferentes tipos de caminos o vialidades que se conocen hoy en día se les dan su clasificación de acuerdo a la funcionalidad que presentan. De aquí se dice que un camino varía desde una vialidad sucia en un medio rural hasta una carretera o grandes avenidas pavimentadas de carriles múltiples en una zona

urbana, así lo menciona Demetrios (1999). Los caminos también se clasifican de acuerdo al lugar que se encuentren, a lo ancho de sus carriles, a los números de carriles del camino, al tipo de tráfico al que están expuestos así como servicio que brindan al usuario.

“El tránsito se facilita por una red caminera que abarca diversas clases de caminos, compuesta de tres clases principales: arterias, colectores y caminos locales.” (Demetrios; 1999:16.1)

Las arterias se definen como un tipo de camino que brinda acceso a los principales destinos que se desee llegar.

Un colector sirve como conexión entre las arterias, y es para un servicio directo de puntos principales.

Un camino local es una red de vialidades más pequeñas que se conectan con los colectores, esta también se pudiese mencionar como una red alimentadora de las vialidades primarias. Estos 3 tipos de caminos se pueden subdividir en principales y secundarios cada uno de ellos.

Todos los caminos que se construyen tienen una finalidad o propósito en específico, tal es el caso de una gran vialidad denominada arteria que tiene la finalidad de canalizar un gran número de tráfico a puntos principales. O la de un camino o vialidad local denominada camino local, que su principal finalidad es el de facilitar el acceso a las arterias. Lo anterior depende del enfoque que se le pueda dar ya que en una zona urbana esto se conoce con el nombre de vialidades y en una zona rural se le llaman caminos.

Definiendo lo que es una zona urbana y una zona rural se encontró que de acuerdo con la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) que en español se define como la Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y Transporte. Se delimita al tipo de zona que es de acuerdo con la cantidad de habitantes que tiene el poblado, de 5 000 habitantes en adelante se refiere a una zona urbana, de 50 000 en adelante se conoce como una zona urbanizada, y de entre 5 000 y 50 000 se le conoce como una pequeña zona urbana. Los poblados que son inferiores a los 5 000 habitantes se denominan por la AASHTO como una zona rural.

#### **1.5.2. Sistema urbano de vialidades.**

Un sistema de vialidades se compone de arterias, colectores y calles locales de estas se derivan arterias primarias y secundarias, colectores primarios y secundarios y calles locales primarias y secundarias.

Se dice que un sistema urbano de vialidades se diseña para recibir y distribuir grandes cantidades de tráfico a lo largo de de distancias pequeñas o grandes dependiendo la necesidad del conductor. Y brindan un servicio de traslado de un sitio determinado a los principales puntos de interés o mayor concurrencia de una o zona urbana.

Un sistema urbano también se compone de algún tipo de sistema rural, que sirve como llave de acceso a la zona urbana que se desee llegar, así como de paso obligatorio de los que tienen que cruzar una ciudad cuando no existen libramientos o carreteras directas para las necesidades de los transeúntes.

Este tipo de sistema facilita el traslado en una zona urbana a cortas distancias y con un menor recorrido de kilometraje.

Un sistema urbano compuesto de arterias secundarias conectado a las arterias principales aumenta el tráfico de este, teniendo como consecuencia una mayor demanda en las vías principales. De tal forma se dice que “se pretende que un sistema de arterias secundarias se use mas para acceso directo a los caminos transversales y menos como provisión para movilidad de transito.” (Demetrios;1999:16.2). Este tipo de vías tienen la capacidad de darle cierta continuidad entre algunas localidades de la zona urbana.

Ejemplo de un sistema urbano de vialidades.

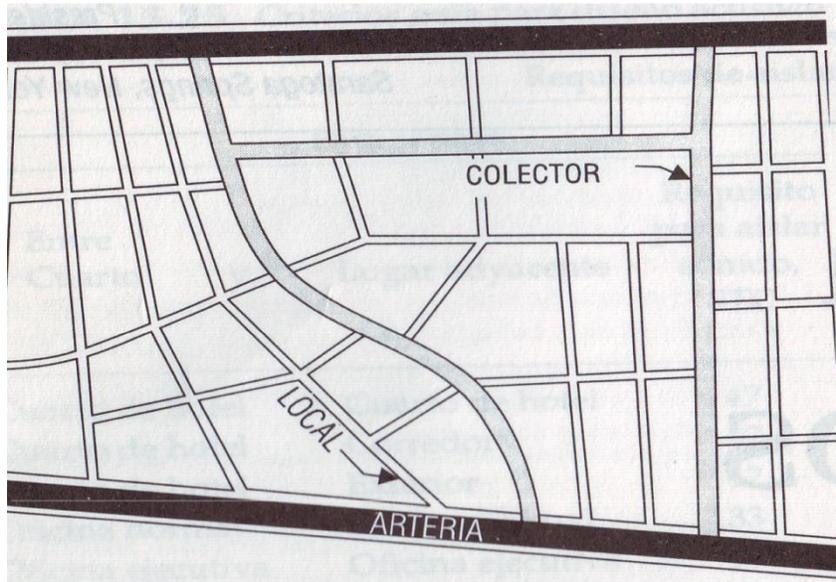


Fig. 1.1 Sistema urbano de vialidades.

Fuente: Frederick S; 1999:16.2.

### **1.5.3. Sistemas urbanos de calles colectoras y calles locales.**

Un sistema local de calles colectoras tienen la necesidad de recibir tráfico de caminos locales para posteriormente este tráfico canalizarlo a arterias principales. Este tipo de caminos locales pueden estar en zonas industriales, residenciales, comerciales o de algún otro tipo, donde se tenga la necesidad de transitar por dicha vialidad. Esta vialidad por mencionar algunos ejemplos el tránsito mayor que pudiesen recibir es el de autobuses del sistema de transporte local, y la vialidad puede abarcar una zona comercial de tamaño considerable.

En cambio los sistemas de calles locales son las vialidades con menor número de tráfico transita sobre ellas y solamente sirve de paso para las vialidades colectoras. Esta vialidad se encarga de llevar tráfico de lugares poco concurridos a vialidades principales o secundarias, tal sería el caso de las arterias y colectores.

### **1.6. Sistemas rurales de caminos.**

Los sistemas de caminos rurales son aquellos que se constituyen de vialidades que ofrecen movimientos de traslado y con tránsito de un sitio a otro en una distancia grande, por ejemplo de un poblado a otro.

Por mencionar un ejemplo se dice que una autopista en un sistema rural sería la arteria, y las carreteras libres son los colectores, y los caminos revestidos o terracerías serían los caminos locales. Ya que estas últimas vialidades mencionadas son las alimentadoras de los colectores y los colectores de las

arterias, y las arterias brindan un servicio directo entre ciudades o poblaciones de tamaño medio.

Tal como se puede observar en la figura siguiente:

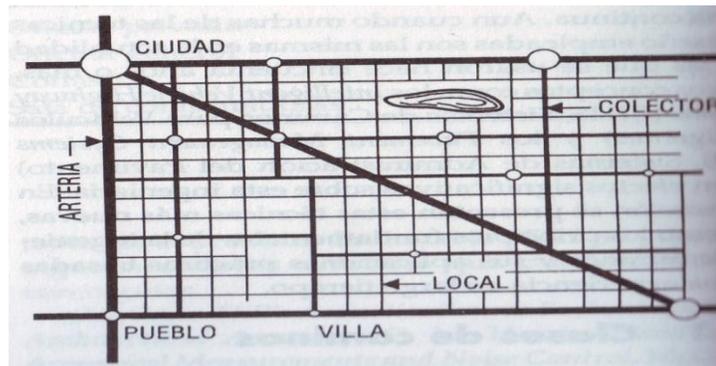


Fig. 1.2 Sistema de vialidad rural.

Fuente: Frederick S; 1999:16.2.

Las arterias secundarias también sirven para el traslado y la comunicación de manera directa de una ciudad a otra o a un poblado. Por lo tanto estas exigen también un diseño apropiado para las velocidades de proyecto y para que puedan tener una utilización adecuada y segura.

Los colectores principales en un sistema rural son los encargados de recibir el tráfico proveniente de los caminos locales donde estos últimos, por lo regular estas vialidades vienen de sitios de esparcimiento, zonas agrícolas, poblaciones pequeñas, granjas, etc. A diferencia de los urbanos como ya se describió con anterioridad. Los colectores principales también unen cabeceras municipales y poblados con ciudades, esto cuando no se tiene acceso a una arteria como una autopista ya sea por falta de la vialidad o por falta de recursos económicos para el

PEAJE. Que el peaje es el derecho que se tiene que pagar para tener acceso a un camino.

## **1.7. Clasificación de las carreteras.**

Las carreteras se clasifican diferente en todas partes del mundo dependiendo pueden dividirse de acuerdo al fin que se persigue o por la carga vehicular que lleva cada arteria vial, así lo cita Crespo (1996).

### **1.7.1. Clasificación por transitabilidad.**

La transitabilidad de un camino depende en mayor parte por las condiciones físicas del camino, la transitabilidad se sub divide en tres. Que son:

Terracerías: este tipo de caminos por lo regular es solamente transitable en época de estiaje, ya que como no tiene ninguna capa rasante que cubra la terracería, está totalmente expuesta a las inclemencias del tiempo, y por lo tanto sufre mucho deterioro con las lluvias.

Caminos revestidos: los caminos de tipo revestidos son transitables todo el año, ya que este tipo de vialidad tiene una capa en la superficie de rodamiento compuesta con materiales graduados, y por lo tanto la cubre de las inclemencias climáticas. Cabe señalar que este tipo de camino puede tener una o varias capas de las ya mencionadas.

Pavimentados: los caminos de tipo pavimentados al igual que los revestidos también son transitables todo el año, la diferencia radica en que estos su capa de superficie de rodamiento es nueva y solamente tiene una sola.

### **1.7.2. Clasificación administrativa.**

La clasificación administrativa de los caminos se divide en cuatro los cuales se describirán a continuación:

- Federales: los caminos de tipo federal son los que son operados directamente por el gobierno federal, ya que este tiene a su cargo los costos de mantenimiento que se presente en el camino.
- Estatales: un camino de tipo estatal su principal diferencia de uno federal es que para su construcción se aporta el recurso económico de ambas partes, 50% lo aporta el estado y el otro 50% lo aporta la federación. Al final de su construcción queda en manos de la llamada junta local de caminos.
- Caminos vecinales o rurales: este tipo de vialidad principalmente se construyen por exigencias de los vecinos o habitantes de un poblado pequeño, ya que para llevar a cabo dicha construcción los vecinos aportan una tercera parte del valor de la obra, el gobierno federal otro tanto y el restante el gobierno estatal.
- De cuota: los caminos de cuota son los que para poder tener acceso a él se tiene que pagar una cantidad de dinero determinada para su uso. El precio de cada cuota o caseta depende de los kilómetros y del tipo de camino que se va a transitar. Los caminos de cuota o mejor conocidos como autopistas o súper carreteras la dependencia que se encarga de ellas es CAPUFE (caminos y puentes federales) en algunos casos. CAPUFE es una dependencia oficial descentralizada.

Cabe señalar que la dependencia anterior mencionada no es la única que se encarga de los caminos de cuota o autopistas, ya que aquí juega un rol muy importante la iniciativa privada mediante las concesiones. Estas concesiones son cuando la iniciativa privada tiene el control general del camino por determinado tiempo para recuperar la inversión que realizó durante su construcción.

### 1.7.3. Clasificación técnica oficial.

La clasificación de los caminos por técnica oficial está a cargo de la secretaría de comunicaciones y transportes. Y esta a la vez se basa en el volumen de tránsito que tienen los caminos. La secretaría de comunicaciones y transportes los clasifica de la siguiente manera:

Camino tipo especial	Para tránsito promedio diario anual superior a 3 000 vehículos. Este tipo de caminos puede tener 4 carriles o más.
Camino tipo A	Para un tránsito promedio diario anual de 1 500 a 3 000 vehículos.
Camino tipo B	Para un tránsito promedio diario anual de 500 a 1 500 vehículos.
Camino tipo C	Para un tránsito promedio diario anual de 50 a 500 vehículos.

De lo referente a las clasificaciones de caminos se dice que “una red caminera proyectada con visión nacional debe existir toda una gama de

soluciones, desde aquellos caminos de gran costo por que así lo exige el tránsito, hasta los caminos de tierra estabilizada con las máximas pendientes y los mínimos radios posibles.” (Crespo;1996:3).

### 1.8. Secciones transversales en los caminos.

Los caminos o las vías terrestres se componen de tres secciones transversales principales que son: en terraplén, en cajón y en balcón o mixtas.

La primera en terraplén se compone de 3 zonas que son: la zona inferior que es el terreno natural nivelado y compactado. La zona intermedia, que consiste en el relleno con material de corte y que conforma el cuerpo principal del terraplén. Esta se compacta por capas. Y la zona superior que esta se compone de los últimos 30 centímetros del cuerpo en general del terraplén, y esta compactado y nivelado para recibir directamente las cargas de la superficie de rodamiento.

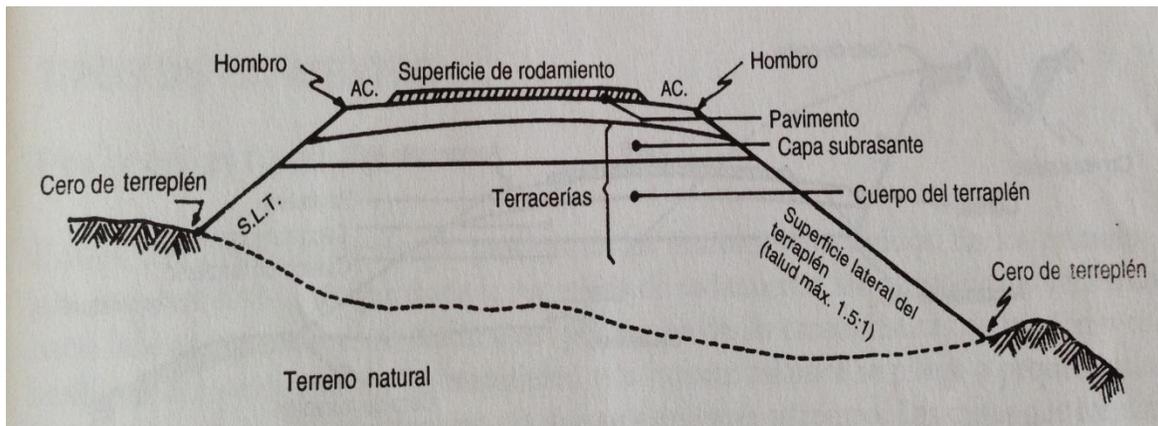


Fig. 1.3.- Sección en terraplén.

Fuente: Olivera; 2006:5.

La sección en cajón se presenta cuando se tiene la necesidad de hacer corte en los cerros para que pueda pasar la vialidad que se requiera. Se dice que en la sección de cajón se tienen taludes a ambos lados de la vía. A la sección en cajón se le conoce también como sección en corte.

A continuación se muestra una imagen de una sección en cajón.

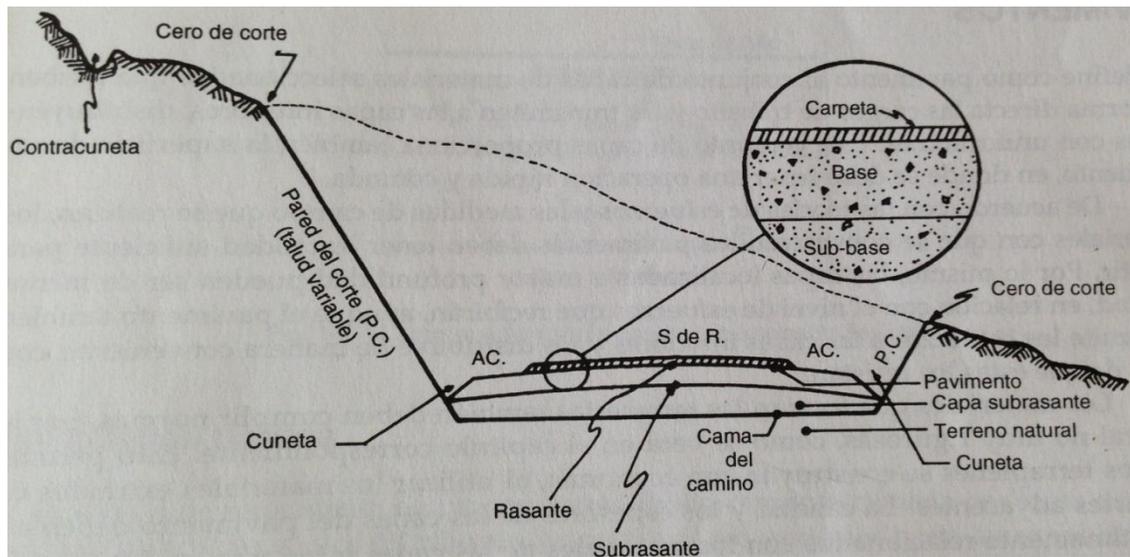


Fig. 1.4.- Sección en cajón.

Fuente: Olivera; 2006:5.

La sección transversal mixta o en balcón es la que se compone de ambas cosas como el corte y el terraplén.

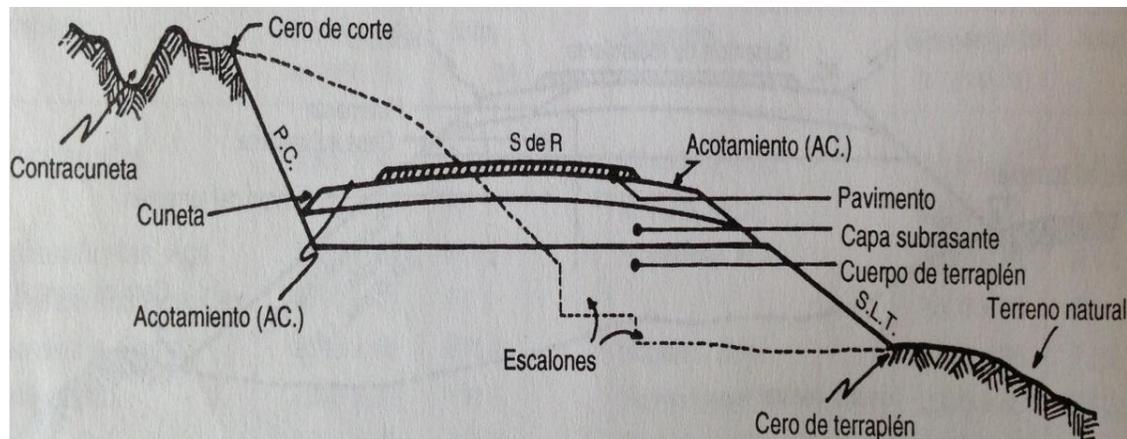


Fig. 1.5.- Sección en balcón o mixta.

Fuente: Olivera; 2006:6.

### 1.9. Pavimentos.

Los pavimentos son el conjunto de capas que se conforman de distintos tipos de materiales apropiados para recibir y transmitir las cargas de la superficie de rodamiento hacia la terracería. Por lo regular las cargas vehiculares pero también se pueden presentar otros tipos de cargas accidentales que prácticamente son despreciables.

En otro termino se dice que “el pavimento es la súper estructura de la obra vial, que hace posible el transito expedito de los vehículos con la comodidad, seguridad y economía previstos por el proyecto” (Rico del Castillo;1994:99).

La principal finalidad con la que se diseñan los pavimentos es la de transmitir las cargas uniformemente por las capas por la que está constituido, hasta llegar al terreno natural. Todos los materiales con los que se construyen un pavimento deben de tener una calidad necesaria para resistir las demandas que

se le exigen. Esto depende de los tipos de materiales que se le coloquen a cada capa del pavimento.

Un buen pavimento proporciona a la superficie de rodamiento que los vehículos transiten con rapidez y comodidad, como lo menciona Olivera (2006). cuando un pavimento tiene una funcionalidad adecuada puede operar con las velocidades de proyecto que se estiman desde un principio.

### **1.9.1. Tipos de pavimentos.**

Los pavimentos que conocemos en la actualidad solamente existen de dos tipos los primeros son los pavimentos flexibles, que estos hacen referencia a las mezclas asfálticas o a las emulsiones de asfalto. Y los otros tipos de pavimentos que son lo rígidos se refieren en especial al concreto hidráulico. Que este como su nombre lo dice se elabora a base de agua.

### **1.10. Pavimentos flexibles.**

Un pavimento flexible se conoce como aquella súper estructura o superficie de rodamiento que presenta mayor deformación mediante las cargas que recibe. Pero es una clasificación muy arbitraria tal como menciona Rico del castillo (1994). Ya que los pavimentos se distinguen de rígidos y flexibles por los diferentes tipos de materiales que contienen, no porque tanto se deforman o no presenten deformación.

Un tipo de pavimento flexible es el concreto asfáltico, este tipo de concreto se compone principalmente o la base con la que se hace es el chapopote y emulsiones asfálticas.

El concreto asfáltico consistirá en una combinación de agregados gruesos triturados, agregado fino y llenante mineral, perfectamente mezclados en caliente con cemento asfáltico en una planta de mezclas asfálticas que reúna los requisitos de calidad y control para su producto.

Los agregados gruesos deberán de ser retenidos por el tamiz numero 4 a este se le denomina agregado grueso y estará compuesto de grava triturada y deberán de ser material limpio y durable libre de polvo, terrones de materiales no aptos para la mezcla a realizar y por lo tanto que estos materiales inapropiados puedan impedir la adhesión del asfalto a los materiales pétreos.

La porción de agregado que pasa por el tamiz No. 4 y es retenida en el tamiz No.200, se denomina agregado fino y consistirá de arena natural, material de trituración o de combinación de ambos y se compondrá de granos limpios, duros, de superficie rugosa y angular, libre de terrones de arcilla o de material objetable que pueda impedir la adhesión completa del asfalto a los granos. El material fino de trituración se producirá de piedra o de grava que cumpla los requisitos exigidos para el agregado grueso.

Una superficie de rodamiento adecuada debe cumplir con los siguientes requisitos:

1.- Ser estable ante los cambios o inclemencias del tiempo que se presenten.

2.- Tener una adherencia adecuada a la superficie de rodamiento, aquí se incluye el acabado que tenga dicha vialidad.

3.- Tener una vida útil amplia, con las reparaciones mínimas que necesite.

4.- Tener una resistencia adecuada para las cargas que va a recibir la superficie de rodamiento.

5.- Que la superficie de rodamiento se construya con los mas pocos recursos económicos posibles.

6.- Tener una permeabilidad adecuada.

Cabe señalar que estos 6 puntos son tanto para los pavimentos de tipo rígido como para los pavimentos de tipo flexible, ya que las características que deben de cumplir ambos son las mismas.

#### **1.10.1 Resistencia estructural.**

Como ya se hizo mención anteriormente los pavimentos se diseñan para que resistan las cargas que se le apliquen sobre él. Al aplicarle este tipo de cargas los pavimentos están sometidos a fuerzas normales y cortantes a lo largo y ancho de la estructura. Pero cabe señalar que de acuerdo con la mecánica de suelos la falla de esfuerzos cortantes es la de mayor aceptación.

En consecuencia a lo anterior a los esfuerzos cortantes se les considera como principal punto de falla en los pavimentos flexibles, enfocándose desde el punto de vista estructural. Rico del Castillo (1994).

Los pavimentos flexibles no solamente sufren de los esfuerzos anteriormente mencionados, existen también otro tipo de esfuerzos que se pueden dar o presentar con la frenada de un vehículo o con la aceleración del mismo este tipo de situaciones le transmite un esfuerzo de tensión al pavimento, desarrollada en la parte superior de la estructura a determinada distancia del área cargada y sufriendo una deformación verticalmente.

Uno de los principales factores que afectan y dañan un pavimento es el agua. Este líquido se tiene que hacer un diseño idóneo al momento de la elaboración de las mezclas. Pero no se resuelve el problema con el diseño adecuado durante su construcción, ya que no basta con el mejoramiento del suelo ni con la buena aplicación del pavimento, es de suma importancia lo anterior pero no lo es todo. Ya que la peor parte viene cuando está construido el pavimento y por las inclemencias del tiempo sufre daños en su estructura.

Actualmente los pavimentos no pueden diseñarse con las cargas reales que transitan por él, esto por la razón de que las cargas transitables sobre él son cargas móviles, y en los laboratorios de materiales no se diseñan con cargas móviles ya que todavía no se llega a este tipo de tecnologías. Por lo tanto el tipo de diseño que se hace es con cargas estáticas o con móviles pero a muy baja

velocidad, cosa que en el realidad de operación de un pavimento es raro que transite un vehículo a la velocidad con que está diseñado.

### **1.10.2. Deformabilidad.**

En relación con la deformabilidad se dice que los pavimentos tienden a sufrir una mayor deformación en las capas inferiores que en la de la superficie de rodamiento. Estas capas presentan deformaciones mayores que la propia carpeta asfáltica ya que las terracerías por la naturaleza del material tienden a la compresión y al hundimiento. En cambio la superficie de rodamiento si presenta deformaciones y hundimientos pero son mínimos y tolerables.

Así que se dice que viendo el problema de la deformabilidad de los pavimentos desde esta perspectiva la situación de interés al problema recae en las capas más profundas del pavimento que en las más cercanas a la superficie de rodamiento.

Al ingeniero civil por naturaleza le interesa la deformabilidad de las estructuras, en el caso de los pavimentos por un lado se encuentra el interés en la deformación porque este es el principio de los estados de falla, y por el otro existe el interés por que al presentar deformaciones no permisibles afecta el funcionamiento de tal estructura.

Una de las deformaciones que se presenta en el pavimento es la deformación plástica o elástica. Esta se presenta cuando debido a una carga el pavimento sufre una deformación pero al retirar dicha carga el pavimento vuelve a tomar la forma original. Cuando este tipo de deformación se presenta con

frecuencia el material de dicha falla puede densificarse. Esto quiere decir que puede tener valores de resistencia mayores que el propio pavimento sin falla.

La deformación elástica frecuente es motivo de preocupación en los materiales que presentan resistencia a la tensión, que se colocan en la parte superior de la estructura, donde pueden presentar falla por fatiga cuando el monto de la deformación de importancia y los materiales son susceptibles. Cabe mencionar que “los materiales que acusan fuertes deformaciones elásticas bajo carga, los más peligrosos a este respecto, son muchas veces de origen volcánico” (Rico del Castillo;1994:103).

### **1.10.3. Durabilidad.**

En términos generales la durabilidad que tienen los pavimentos no se sabe con exactitud, ya que depende en mayor parte del uso que se le dé y de las condiciones climáticas de la zona.

Lo que sí se puede calcular y determinar es la vida útil que se desea tener para ese tipo de estructura. Esto varía según la magnitud de la obra refiriéndose a la cantidad de tránsito y a los beneficios para la sociedad por mencionar algunos factores, pero todo se engloba a la cantidad de recurso económico que se le aplique para su construcción. Por es lógico que a un camino como una arteria principal se pretende que dure más y por lo tanto se le aplica mas recurso económico, en cambio un camino local como va ser menos el tránsito y los beneficios se puede reducir los costos en cuanto volúmenes de materiales.

#### **1.10.4. Costos.**

Los pavimentos al igual que cualquiera de las obras civiles construidas deben satisfacer cierto tipo de necesidades, pero estas necesidades, pero sin dejar de lado es costo que se lleva un camino en este caso para su correcta construcción. De aquí es de donde se hace un análisis al igual que en cualquier obra civil de costo beneficio.

El análisis costo beneficio hace referencia a los beneficios que traerá la construcción de determinada obra contra los gastos de construcción y operación de la misma.

Entonces se dice que una obra debe de cumplir con las características adecuadas para su correcto funcionamiento pero utilizando los menores recursos económicos posibles, ya que la mejor obra civil en este caso haciendo referencia a los pavimentos es la que satisface las necesidades de una manera adecuada y la que sale más barata.

Un pavimento flexible su costo de construcción es relativamente bajo, pero cabe señalar que los gastos de conservación se elevan de manera exagerada por su deterioro continuo del mismo.

En comparación con los pavimentos rígidos su costo de mantenimiento es escaso por su resistencia y por que el deterioro que presentan es mínimo en comparación con el flexible. Pero la gran diferencia en cuando al costo es cuando se elabora el pavimento rígido, ya que este su costo de elaboración es muy caro.

Esta comparación hecha entre ambos tiene controversia en todo el ámbito de la ingeniería civil, por un lado algunos opinan que sale más caro el flexible, cuando por el otro que es más caro el rígido por su costo inicial. Cabe señalar que cualquiera de los dos tipos de pavimento ya sea rígido o flexible siempre y cuando esté bien elaborado con las normas que se especifican y la calidad requerida, y de igual forma como su tendido sobre las bases en ambos casos, si se hace conforme a la norma cualquiera de los dos pavimentos funciona con excelentes cualidades.

## CAPÍTULO 2

### DISEÑO GEOMETRICO E INTERSECCIONES VIALES

A continuación en este capítulo se hablara de lo que comprende el diseño geométrico de las carreteras, y de las vialidades. De igual forma se definirá a que se refiere cuando se habla de las intersecciones viales.

El diseño geométrico es la parte principal de un proyecto carretero, ya que su importancia radica en que debido al diseño geométrico que se proponga o que se plasme en un proyecto depende la correcta funcionalidad de tal proyecto así como su costo de elaboración y mantenimiento.

Cuando se habla de una intersección vial se hace referencia a los cruces viales que existen a lo largo de una carretera o una calle, estas intersecciones o cruces se tienen que diseñar de la mejor manera posible ya que si no funcionan de manera eficaz se corre el riesgo de que existan numerosos accidentes viales.

Una intersección vial dependiendo su demanda vehicular se puede controlar el tráfico con un tope, con un semáforo o con paso a desnivel. Como ya se menciona dependiendo la demanda vehicular, y depende también el tipo de carretera o vialidad que se quiera tratar.

#### **2.1. Definición de diseño geométrico.**

Geoméricamente, la carretera es un cuerpo tridimensional totalmente irregular, lo que en un principio hace complicada su representación. Sin embargo, posee una serie de particularidades que simplifican y facilitan su estudio:

El predominio de una de sus dimensiones respecto a las otras dos, la carretera es una obra lineal.

La posibilidad de reproducirla fielmente mediante el desplazamiento de una sección transversal que permanece constante a lo largo de un eje que define su trayectoria.

Estas dos características permiten la adopción de un sistema de representación relativamente sencillo, de fácil interpretación y muy útil desde el punto de vista constructivo. En base a este sistema, la carretera queda totalmente definida mediante tres tipos de vistas: planta, perfil longitudinal y perfil transversal, No obstante, pueden emplearse otros tipos de representación como la perspectiva cónica de cara a realizar estudios más específicos sobre un determinado aspecto, como la visibilidad o el impacto ambiental.

El Diseño geométrico de carreteras es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno. Los condicionantes para situar una carretera sobre la superficie son muchos, entre ellos la topografía del terreno, la geología, el medio ambiente, la hidrología o factores sociales y urbanísticos. El primer paso para el trazado de una carretera es un estudio de viabilidad que determine el corredor donde podría situarse el trazado de la vía. Generalmente se estudian varios corredores y se estima cuál puede ser el coste ambiental, económico o social de la construcción de la carretera. Una vez elegido un corredor se determina el trazado exacto, minimizando el coste y

estimando en el proyecto de construcción el costo total, especialmente el que supondrá el volumen de tierra desplazado y el firme necesario.

## **2.2. Elección de ruta.**

Es sabido que para cualquier tipo de proyecto u obra a realizar, se deben de tomar en cuenta y jamás se debe de dejar de lado los estudios principales para la correcta ejecución de tal obra a realizar. Ya que por sencillo que parezca el estudio es de vital importancia conocer absolutamente todo lo que va relacionado con el espacio o lugar a modificar.

La elección de ruta es el principal problema que se debe de solucionar cuando se desea construir cualquier tipo de camino que sea transitable para el ser humano. Estos caminos pueden ir desde pequeños senderos, hasta grandes autopistas, por las que se transite gran cantidad de tráfico de todo tipo.

Una ruta es una franja o línea de determinado ancho según lo diga el proyecto que se extiende sobre la faz de la tierra, donde con posterioridad tendrá lugar la construcción de una vialidad o carretera según lo proyectado. Tal y como lo cita (Olivera; 2006:25) “La elección de la ruta es la etapa más importante del proyecto de este tipo de obras de infraestructura.”

La elección de ruta en acuerdo Olivera Bustamante es el principal y la etapa más importante de tal obra civil. Ya que en esta etapa los errores cometidos repercutirán con un impacto fuerte tanto en el monto total de la obra al momento de su ejecución, como del correcto funcionamiento que pueda tener durante su uso.

La etapa de elección de ruta comprende el reconocimiento del terreno mediante estudios o vuelos aéreos para reconocimiento de la topografía del lugar, de igual forma reconocimiento a pie donde exista la manera de entrar, así como también estudios geológicos y estudios ambientales, así como también información meteorológica de la zona, todo esto auxiliándose de información ya existente como cartas topográficas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y estudios de campo.

Con los estudios mencionados con anterioridad se puede dar una idea más amplia de cómo es el terreno, ya que con dichos estudios realizados se conocen las pendientes longitudinales y transversales, el tipo de material existente, A, B, o C, fallas geológicas, así como el tipo de drenajes naturales del lugar. En este caso pueden ser desde pequeños riachuelos de temporada hasta como un cuerpo de agua de magnitudes considerables para no pasar la vialidad por dicho lugar, ya que esto comprendería un gasto mayor en las obras de drenaje, aunque queda señalar que para poner en práctica lo anterior se hace un exhaustivo estudio económico, y se toma la propuesta más conveniente.

No se debe de dejar de lado que al realizar los estudios anteriores se tiene acceso a una información de vital importancia para el proyecto de la construcción de una vía terrestre, esta es que se tiene conocimiento y se sabe con exactitud donde se localizan los bancos de material. Ya que de su localización depende el acarreo que se realice y por consecuente repercute en los costos.

Cuando se han realizado los estudios correspondientes y cuando se han analizado los aspectos económicos, ahora si es cuando se toma la decisión y se marca la ruta que resulte más conveniente con todo lo anterior.

Queda señalar que para el proyecto geométrico es necesario o está compuesto por tres etapas la primera se describió con anterioridad y es la elección de ruta, después sigue el anteproyecto y por último el proyecto final o definitivo. Estos dos últimos se describirán con posterioridad.

### **2.3. Anteproyecto.**

Un anteproyecto se define como un pre proyecto antes de entregar el proyecto final o definitivo. En un anteproyecto se presenta la idea de cómo se conformara y que es lo contendrá todo el proyecto en general pero no de manera definitiva. Algunos autores manejan la idea de que un anteproyecto es una especie de borrador.

La diferencia principal de un anteproyecto y un proyecto definitivo es que en el anteproyecto son permitidos los cambios en caso de que se consideren necesarios, o sea que el anteproyecto es para modificar detalles que no sean del total agrado de los ingenieros encargados de la petición de la obra, ya que en el proyecto definitivo se tiene que ejecutar tal y como marcan y especifican los planos sin realizar ningún tipo de cambio. Ya que en teoría el proyecto que se aprueba cumple con todas las normas requeridas.

### **2.3.1. Alineamiento vertical.**

“El alineamiento vertical es la proyección del desarrollo del centro de línea de una vía terrestre sobre un plano vertical” (Olivera; 2006:27). Este alineamiento vertical sus principales componentes son las tangentes verticales y las curvas verticales.

Las tangentes verticales se componen de su longitud y su pendiente, esta primera a su vez es la distancia horizontal entre ambos extremos. El PIV (punto de inflexión vertical) se compone del cadenamiento y la elevación del tramo en estudio. Esta su importancia radica en que corta la tangente posterior y anterior de dicho punto.

Existen tres tipos de pendientes las cuales son la mínima, la gobernadora y la máxima.

- **Pendiente mínima:** Este tipo de pendiente es la inclinación mínima que debe tener la corona del camino para poder evacuar el agua que por cuestiones naturales se acumule en el camino de acuerdo con Bustamante (2006) se dice que la pendiente mínima es el drenaje del camino y se especifica de 0.5%.
- **Pendiente gobernadora:** Una pendiente gobernadora en un camino es la que va a prevalecer a lo largo del trazo, se refiere a que es una pendiente en teoría estándar.
- **Pendiente máxima:** Este tipo de pendiente aparece en las zonas críticas del alineamiento vertical. Este tipo de pendiente al igual que

la gobernadora están definidas por el tipo de camino así como por la topografía de la zona en estudio.

Cuando en un camino existe la necesidad de hacer un cambio de una tangente vertical a otra tangente vertical, es necesario o se utilizan las curvas verticales, está a su vez se compone principalmente de la componente horizontal de la velocidad de proyecto.

A continuación se muestra una imagen con los distintos tipos de curvas verticales.

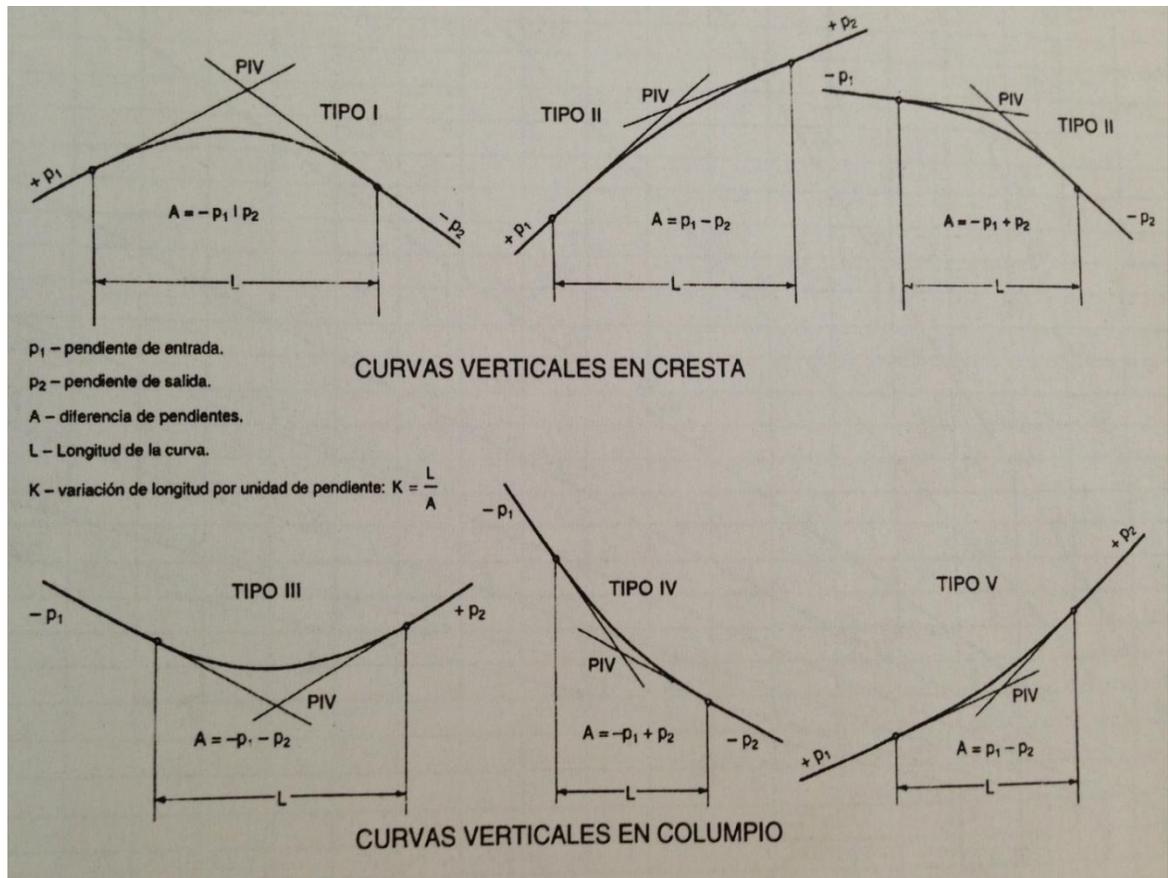


Fig. 2.1.- Curvas verticales.

Fuente: Olivera; 2006:29.

### 2.3.2. Alineamiento horizontal.

El alineamiento horizontal es la proyección que existe del centro de línea de una arteria vial sobre un horizonte. Con este alineamiento se hace mención a la longitud de la corona así como de las sobre elevaciones y sobre anchos que deben existir en las curvas horizontales. Cabe señalar que cualquier proyecto

geométrico debe estar ligado a datos de un banco geodésico cercano. Esto para seguir un patrón de datos anteriores y no desfasarnos de lo ya existente.

Una tangente de un alineamiento vertical requiere una longitud y una dirección, la primera es la distancia que existe entre el fin de la curva anterior y el principio de la curva posterior. La segunda queda simplemente definido como el rumbo a seguir.

La longitud mínima es requerida cuando se quieren hacer cambios de curvas o de pendientes en la corona, aquí cabe señalar que no existe una longitud máxima pero no es recomendable que en zonas con extensas llanuras la longitud sobrepase los 15 kilómetros. Esto debido a que causan sueño en los conductores y dañan la vista. Cuando el tipo de topografía permite hacer rectas muy largas de más de 15 kilómetros es conveniente realizar algunas bayonetas con algún par de curvas amplias para cumplir con la condición requerida.

Cuando es requerido un cambio de dirección en una carretera, no madamas es cambiar de ruta y ya, se requiere hacer una sobreelevación a la curva para aminorar la fuerza centrífuga que pueda sacar del camino a los vehículos transitan tés de tal vía. Esto depende de la velocidad de proyecto que se tenga y de la topografía del lugar, además no se puede restar por completo la fuerza centrífuga ya que vehículos que circulen a una velocidad inferior a la de proyecto pueden sufrir una volcadura. Entonces la sobre elevación de una curva vertical se define por una tabla ya existente y como se dijo con anterioridad con la velocidad de proyecto y la topografía.

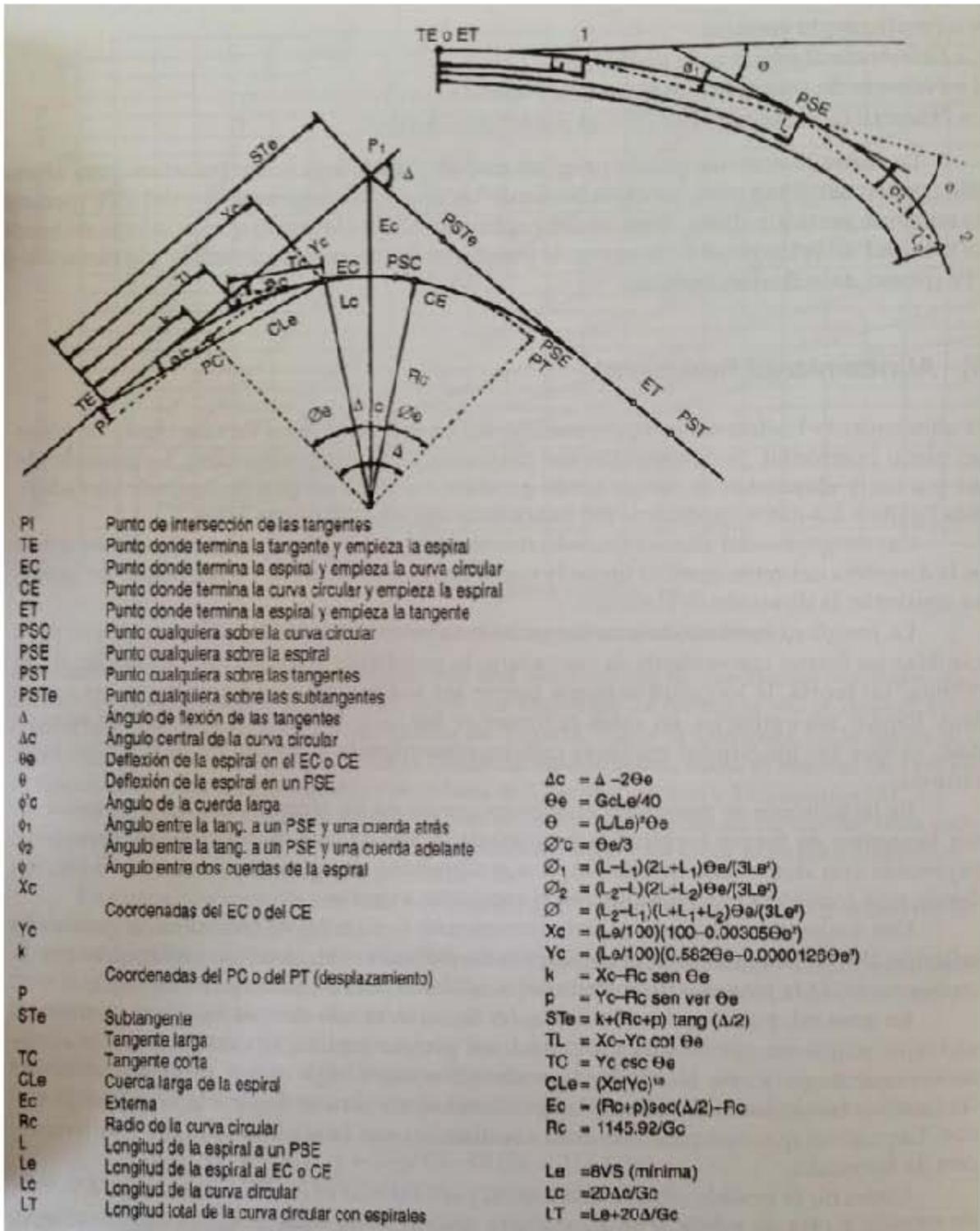


Fig. 2.2.-Elementos de la curva circular con espirales.

Fuente: (Olivera; 2006:32)

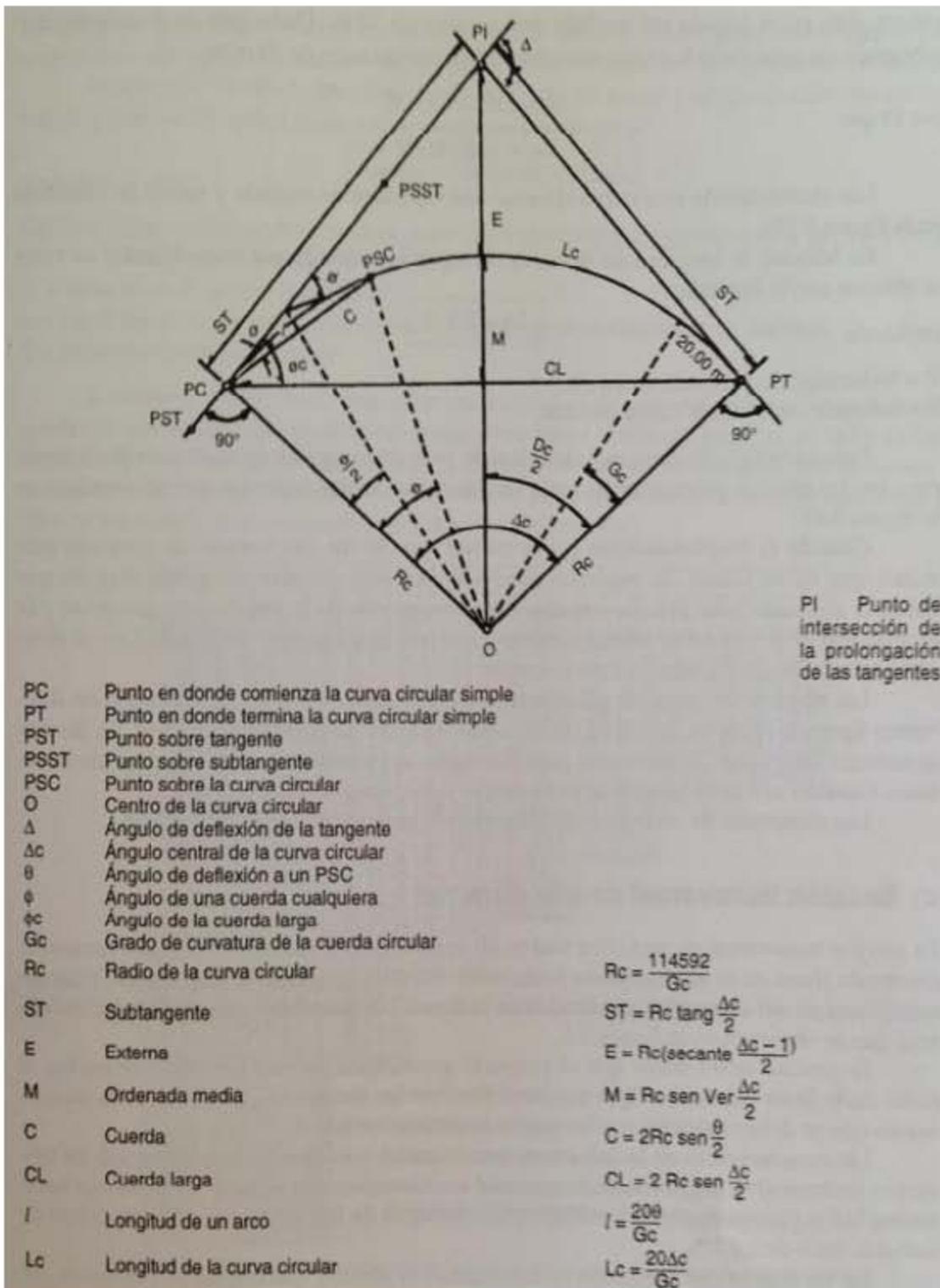


Fig. 2.3.- Elementos de la curva circular simple.

Fuente: Olivera; 2006:33.

### 2.3.3. Sección transversal de una obra vial.

Una sección transversal en una arteria u obra vial es un tipo de corte que se realiza conforme a un plano vertical y normal al centro de línea en el alineamiento vertical, así lo menciona Olivera (2006).

Existen diversas secciones transversales entre las más destacan tés se encuentran la sección típica en terraplén, la sección típica en corte y la sección transversal mixta.

La primera es una sección que se tiene que agregar material para levantar el camino y pueda quedar libre de alguna inundación.

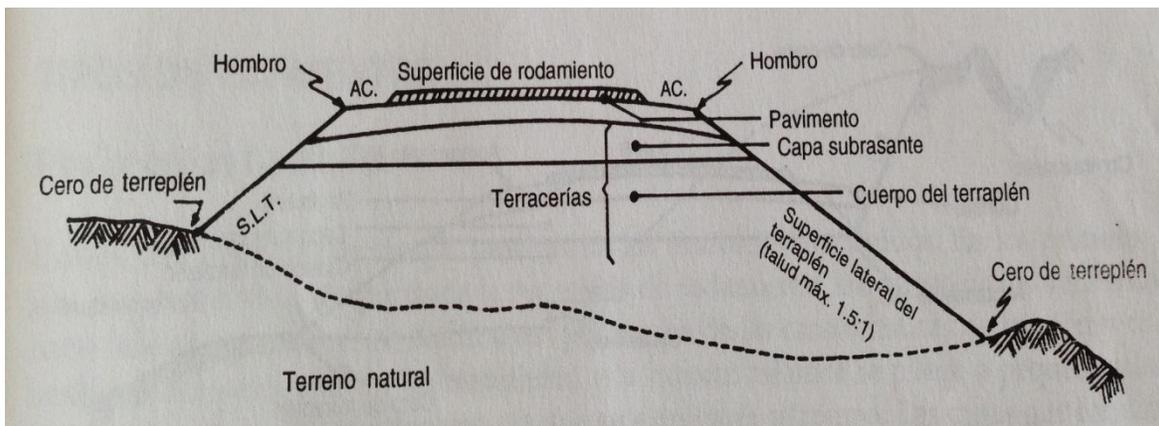


Figura 2.4.- Sección en terraplén.

Fuente: Olivera; 2006:5.

La sección en corte se presenta cuando existe la necesidad de hacer un corte a algún cerro para que pueda pasar la vialidad por dicho lugar. Al cuando se realizan estos cortes el camino que con taludes a sus extremos.

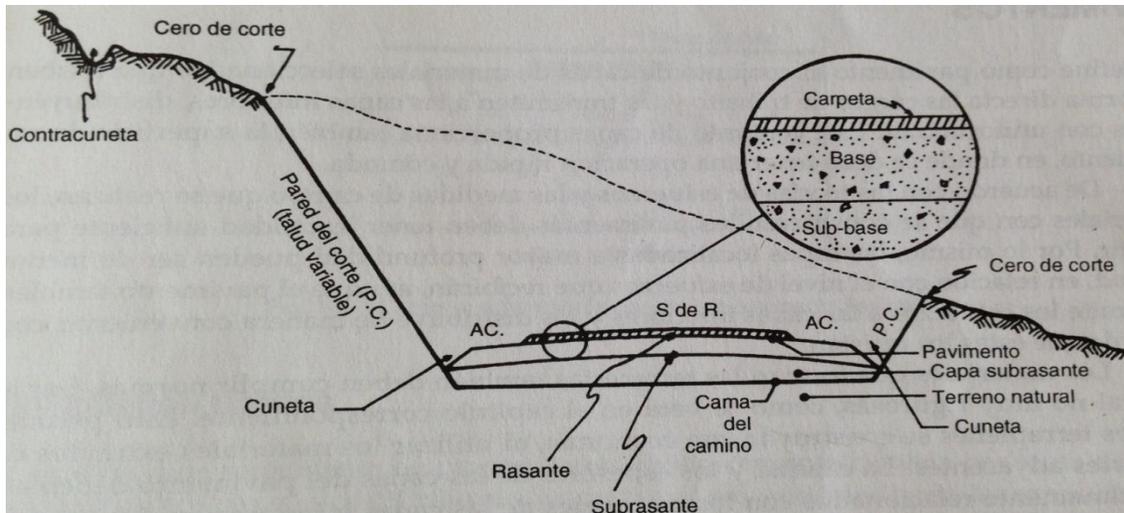


Fig. 2.5.- Sección en corte.

Fuente: Olivera; 2006:5.

Y por último la sección transversal típica mixta o en balcón es una sección que se compone de las dos ya mencionadas anteriormente, con corte y terraplén. Aquí se dice que el corte que se haga debe ser proporcional al terraplén, más que nada por motivos económicos.

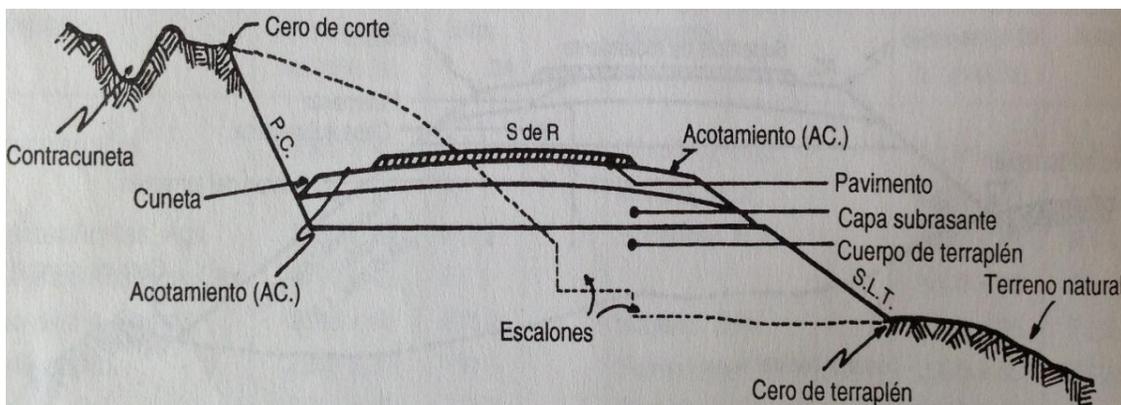


Fig. 2.6.- Sección en corte y terraplén.

Fuente: Olivera; 2006:6.

## **2.4. Proyecto definitivo.**

El proyecto definitivo es la propuesta final que se entregara a los constructores cuando estos soliciten las bases para la licitación de dicha obra, y este a su vez se tendrá que cumplir al pie de la letra.

Un proyecto definitivo engloba todo lo que se realizo para la elaboración del mismo, desde los estudios de campo como los trabajos de gabinete, esto para resumirlo y plasmarlo en los planos definitivos del proyecto. Otra cosa que no se puede dejar de lado son los volúmenes de obra y por ende el presupuesto.

Los estudios que se plasman en un proyecto definitivo para una vía terrestre son los siguientes:

- Implantación de la línea definitiva en el campo.
- Estudio de movimiento de tierras.
- Proyecto de drenaje artificial.
- Proyecto de pavimentos.
- Proyecto de puentes, viaductos, pasos a desnivel en entronques, etcétera.

## **2.5. El estudio de movimiento de tierras en la construcción de las vías terrestres.**

El estudio del movimiento de tierras al igual que cada uno de los estudios que se llevan a cabo con la realización de una obra es de vital importancia para el proyecto, cabe mencionar que la importancia mayor que recae en este análisis es la parte económica del proyecto. Esto debido a que dependiendo la topografía del sitio de construcción deben realizarse grandes cortes y terraplenes si así los

requiere la obra. A este proceso de cortar y mover material de corte para terraplenar o retirarlo del lugar de construcción se le conoce como movimientos de tierras.

El estudio del que se está haciendo referencia se realiza con el proyecto de la subrasante definitiva y cuando se ha trazado y nivelado la línea definitiva en el campo. La finalidad de esto es que la obra sea lo más parecido posible con lo que se presentó en el anteproyecto, sin dejar de lado la economía de la misma.

Para poder llevar a cabo el proyecto de la subrasante es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- La combinación posible de las pendientes de las tangentes verticales.
- El proyecto de drenaje.

Esto para que la rasante se posicione adecuadamente para dar cabida a las obras. Por otra parte también las recomendaciones geométricas en cuanto a la capacidad de carga del terreno natural, el nivel de aguas freáticas o máximas así mismo como zonas de riesgo de inundación y la altura mínima en terraplenes.

Para la realización de una sección transversal en un camino se realizan en cada estación que van a cada 20 metros, esto se trabaja a la par cuando se realiza el proyecto de la subrasante definitiva. Las secciones de construcción de un camino son plasmadas en un dibujo de las secciones transversales del terreno, esto marcando para cada estación la colocación de la subrasante sobre el centro de línea, que en caso de quedar hacia arriba será terraplén y si es al contrario será corte y tomando como base los alineamientos horizontal y vertical.

Cuando se ha determinado este punto se comienza a proyectar lo que va ser el ancho de corona, esto se regirá de acuerdo con el tipo de camino a construir como es sabido existen diferentes tipos de camino, así como diferentes anchos de corona. Además de proyectar la sub corona también son proyectados los bombeos, sobreelevaciones y ampliaciones así como cuneta y contra cuneta y todos los elementos que corresponden a una sección. Cabe mencionar que también están presentes los taludes y terraplenes en caso de existir.

En cada sección que se tiene en el camino es necesario hacer las aéreas de volumen de corte y terraplén para tener la idea del movimiento que se va a realizar. Cabe mencionar que se debe de tomar en cuenta que no es el mismo peso volumétrico ni el volumen del material que esta antes de cortar que ya cortado, ya que se debe de tomar en cuenta el abudamiento. Tampoco es el mismo peso volumétrico del material si ya esta terraplenado, esto jamás se debe de dejar de lado. Los ingenieros encargados de esta cuestión, los especialistas son ingenieros en geotecnia hacen o calculan un factor de variación volumétrica para ambos tipos de materiales. El coeficiente de variación consiste en la relación del peso volumétrico del material del mismo tipo cuando está en corte y cuando esta terraplén.

Con el factor de variación volumétrica y con los volúmenes de corte que ya se han calculado se multiplican ambos y se obtiene un resultado muy parecido entre ellos y así es más acertado las operaciones que se realicen de suma y resta entre ellos.

Enseguida así como lo menciona (Olivera; 2006:40) “se obtienen las ordenadas de curva masa que, para cada sección, es la suma algebraica de los volúmenes de corte y terraplén desde un punto, tomando como origen hasta la sección considerada”. Después con datos de las coordenadas de la curva masa se dibuja con el mismo plano del perfil, y con la rasante definitiva.

Cuando ya se obtiene la curva masa se dibujan los compensadores generales. Estas son unas líneas horizontales que cortan en diversos puntos. Se debe de tomar en cuenta que la parte de la curva que se corta debe de tener una compensadora por consecuente, ya que las figuras de corte y terraplén son iguales. De igual forma se realizan las compensadoras auxiliares.

Los acarrees se calculan con cada figura compensada. Estos se toma la distancia al centro de gravedad de cada figura y los primeros 20 metros se puede decir que no se cobran, o se le nombra acarreo libre, aunque ya están incluidos en el presupuesto cuando se realiza la extracción del material. No se debe olvidar que la palabra gratis no existe en una obra civil, porque todo lo que se realiza por mínimo que sea se contempla en el presupuesto.

Un acarreo para que sea en lo más económico posible tiene que ver y van de la mano con las auxiliares compensadoras. Las auxiliares compensadoras la posición en que se encuentran determinan la distancia de acarreo que debe existir. Y se dice que lo más conveniente es cuando es cuando la suma de los acarrees hacia adelante es igual que la suma de acarrees hacia atrás con

respecto a estas. Esto también depende si la curva masa se localiza arriba o debajo de las compensadoras.

## **2.6. Intersecciones en una vialidad.**

Una intersección vial comúnmente conocidos como cruce o cruceros, es un determinado punto donde se juntan o unen dos o más vialidades para proseguir por la misma vialidad que se transite o redirecciones a otro rumbo que se desee.

En una intersección vial es donde entran en juego los oficiales de tránsito, topes, semáforos o pasos a desnivel dependiendo la afluencia o congestión que tenga tal intersección. Esto para aminorar los accidentes que se puedan causar en el momento de que circulen los vehículos por tal vialidad, y también por otra razón muy importante, haciendo énfasis en los pasos a desnivel para agilizar el tráfico circulante de la vialidad o vialidades.

Existen intersecciones viales tanto a nivel como a desnivel. La primera se trata de una intersección que cruza a otra al mismo nivel de piso una de otra. Por el otro lado se encuentran las intersecciones a desnivel que estas para que puedan existir requieren una estructura mayor que son los puentes. Este tipo de intersección se presenta cuando una vialidad cruza a otra por arriba o por abajo de una o varias vialidades.

Las intersecciones a desnivel se aprecian en cruces con altos índices de tráfico o en vialidades muy importantes donde no se debe de interrumpir el tráfico como en autopistas. Ya que se puede observar que cuando se circula por una autopista existen PIV O PSV (Paso inferior vehicular y paso superior vehicular) de

igual forma los PSG y los PIG (Paso superior e inferior ganadero) respectivamente. Estos últimos se aprecian que no son muy transitados debido a que los utiliza tránsito local por lo regular de comunidades pequeñas para su traslado de animales a de unas tierras de cultivo a otras, pero es un requisito que debe de cumplir una autopista para no interrumpir el tráfico.

Aquí se puede recordar lo que se redactó con anterioridad, que las intersecciones a nivel se localizan donde existe congestionamiento y transitan gran cantidad de vehículos por ambas vías o donde se requiere que no se detenga el tráfico aunque sea muy poco utilizado el paso a desnivel.

Por otro lado las intersecciones a desnivel en ocasiones pueden ser muy vistosas y agradables a la vista de los transeúntes del lugar donde se localice, ya que en ciudades grandes y desarrolladas existen hasta de tres o más niveles, convirtiéndose estas en distribuidores viales.

## **2.7. Intersecciones a nivel.**

“La unión o cruce de dos o más vías en un punto de elevación común se llama intersección a nivel”. (Merritt; 1999:16.51) .

Una intersección a nivel como ya se dijo es un cruce de dos o más vías de comunicación, pueden existir intersecciones a nivel de una vialidad con las vías férreas, o de igual forma de vialidades con vialidades, o también de caminos peatonales con vialidades, por mencionar algunos.

### **2.7.1. Diseño geométrico de las intersecciones a nivel.**

El diseño geométrico de las intersecciones a nivel tiene como principal objetivo la reducción es lo mayor posible de los accidentes que se puedan provocar en dicha intersección. Para la elaboración de este diseño intervienen factores humanos, económicos y consideraciones del tráfico.

Para la elaboración de cualquier tipo de diseño geométrico es necesaria la realización de un estudio de áforo vehicular del sitio de estudio, ya que este nos determinara el tráfico que transita por tal arteria vial, y por ende se puede proyectar hacia algo real.

Para el diseño geométrico de las intersecciones a nivel como ya se hizo mención anteriormente se toman en cuenta los factores humanos, que estos son los ámbitos y cultura de manejo que tengan los conductores, y la capacidad de reacción de los mismos, de igual forma los peatones juegan un papel muy importante.

Las consideraciones referentes al tráfico se deben de tomar en cuenta en base a estudios previos que ya se hayan realizado, como tal es el caso de los aforos vehiculares, así mismo como de las limitantes o ventajas que presente la vialidad. También se debe de considerar los tamaños de los carros más grandes que transiten por la vía, así como la velocidad y las características de operación. Otra cosa que debe de tenerse presente es la tasa de accidentes que se han registrado en tal cruce vial.

Por otro lado un factor más que se debe de considerar son los elementos físicos del camino o vialidad en estudio. Ya que estos pueden limitar al camino de manera considerable, esto puede ser por causas imputables a la naturaleza o topografía del lugar que se referirían a causas naturales o por causas artificiales, en este caso se pudiera hablar de un anuncio, algún poste, semáforo por mencionar algunos.

Por lo regular las limitantes de elementos físicos naturales se presentan en la construcción de carreteras. Y las limitantes de los elementos físicos artificiales por lo general se localizan cuando se construye en la zona urbana.

Estos dos tipos de elementos afectan principalmente la distancia de visión y el ángulo de intersección.

El factor económico depende en gran parte del beneficio que pueda tener una intersección a nivel. Ya que no siempre lo barato es malo y lo caro bueno, si no que se tiene que hacer un estudio como en cualquier tipo de obra un análisis costo beneficio, haciendo hincapié en que sea mayor el beneficio que se va a tener con la construcción de tal cruce vial en este caso que el costo de la obra.

### **2.7.2. Tipos de intersecciones a nivel.**

En las intersecciones a nivel no hay gran variedad ya que por lo regular o comúnmente son de tres o cuatro ramales, no es recomendable las intersecciones a nivel con más de cuatro ramales. Un ramal se conoce así a cada camino que radia de una intersección y forma parte de ella.

La intersección con tres ramales es cuando va una vialidad y se une con otra pero al momento de que se coinciden en el mismo punto esta se une a ella haciendo un solo camino.

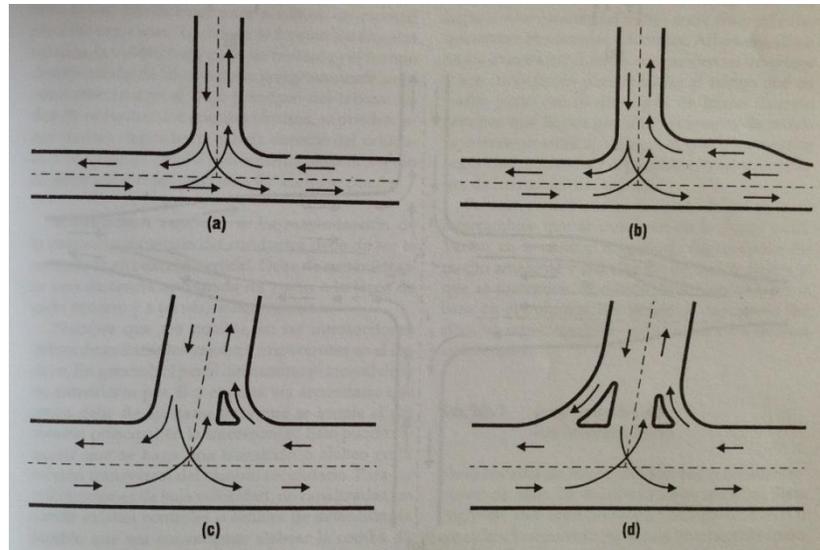


Fig. 2.7.- Intersección con tres ramales.

Fuente: Frederick S; 2008:16.53.

Este tipo de intersección se conoce también como intersección en T. Estas intersecciones pueden tener algunos carriles de des aceleramiento o de incorporación.

La intersección con cuatro ramales se encuentra cuando dos caminos coinciden en un determinado punto pero ambos continúan su mismo trayecto, solamente se cruzan.

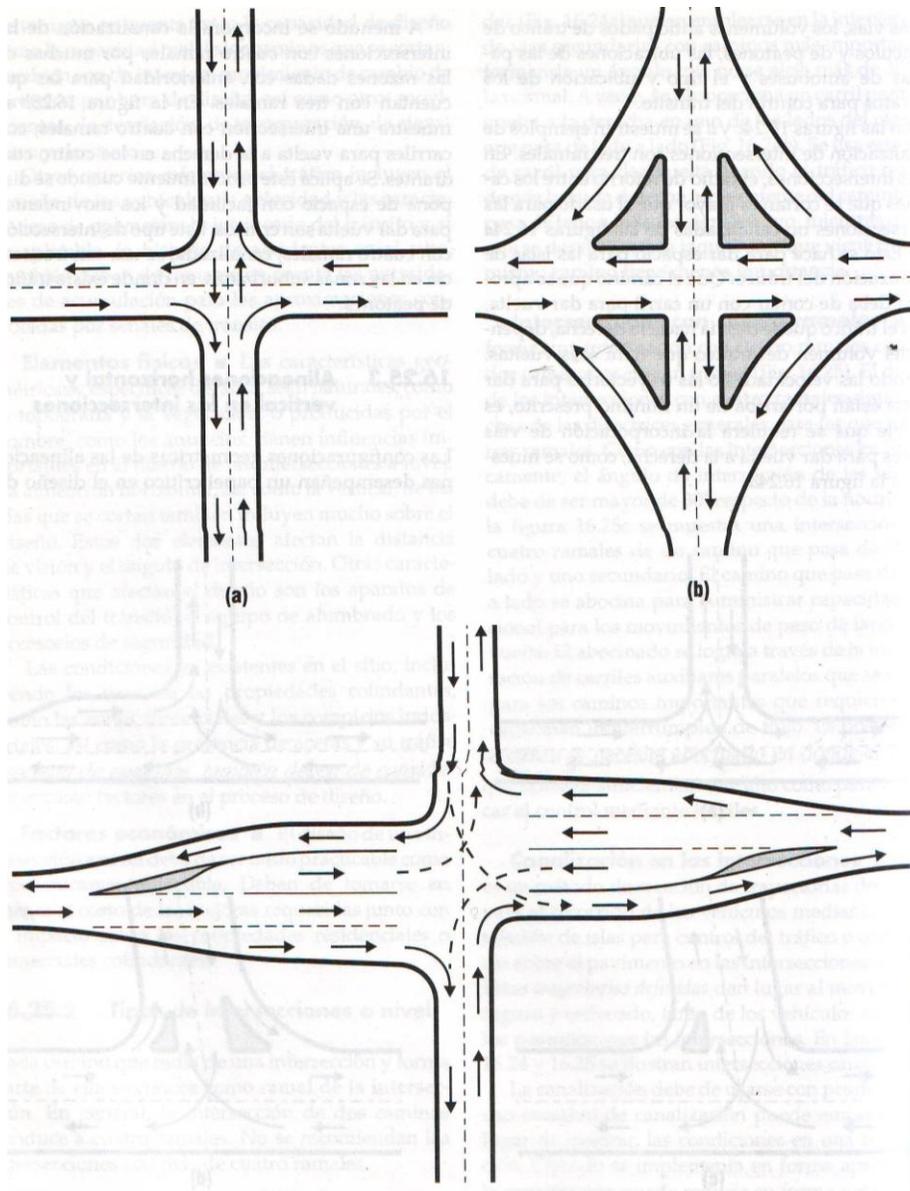


Fig. 2.8.- Intersección con 4 ramales.

Fuente: Frederick S; 2008:16.54.

### 2.7.3. Canalización.

La canalización consiste en conducir a los vehículos a la dirección que requieran cuando estos llegan a una intersección vial. El tipo de canalización que

se hace en intersecciones a nivel va desde pintura, señalando flechas, líneas entre otras, hasta islas para el control de tráfico.

Haciendo énfasis al término de isla se encuentra que una isla es un área definida que se establece entre los carriles de tráfico en las intersecciones canalizadas, para dirigir este tráfico por trayectorias definidas.

Se debe de tomar en cuenta que no por tener mucho canaliza miento va a ser factible o redituable el proyecto ya que si se tiene demasiado solo pueden confundir a los usuarios de tal cruce. Así lo cita (Merrit;1999:16.52) “Cuando se implementa en forma apropiada, la canalización puede reducir en forma notable los accidentes de las intersecciones a nivel”.

## **2.8. Intersecciones a desnivel.**

Una intersección a desnivel es aquel cruce de vialidades en las que algunas de ellas tienen que pasar una encima de otra mediante puentes túneles o ambas dependiendo las vialidades que se crucen en dicho punto.

Las intersecciones a desnivel al igual que las que son a nivel tienen la finalidad de re direccionar el trafico dependiendo a donde lo desee el conductor, pero este tipo de intersecciones la gran diferencia que existe y la gran ventaja radica que estas no detiene el trafico, y por lo tanto el trafico es más fluido. Esta es la principal ventaja que tienen una de la otra.

Los diferentes tipos de intersecciones a desnivel que existen son muy variados, esto debido a que se combinan diversidad de elementos geométricos

cuando las intersecciones son de varias vialidades, y que tienen que pasar una encima de otra y esa otra encima de otra y pueden seguir así por varios niveles.

Por mencionar algunas intersecciones a desnivel o de las más comunes se tienen las siguientes que son: T o trompeta, Y o delta, de diamante, cuadrante, trébol completo, trébol parcial, semi directo por mencionar algunos.

A continuación se presenta una imagen con las intersecciones antes mencionadas:

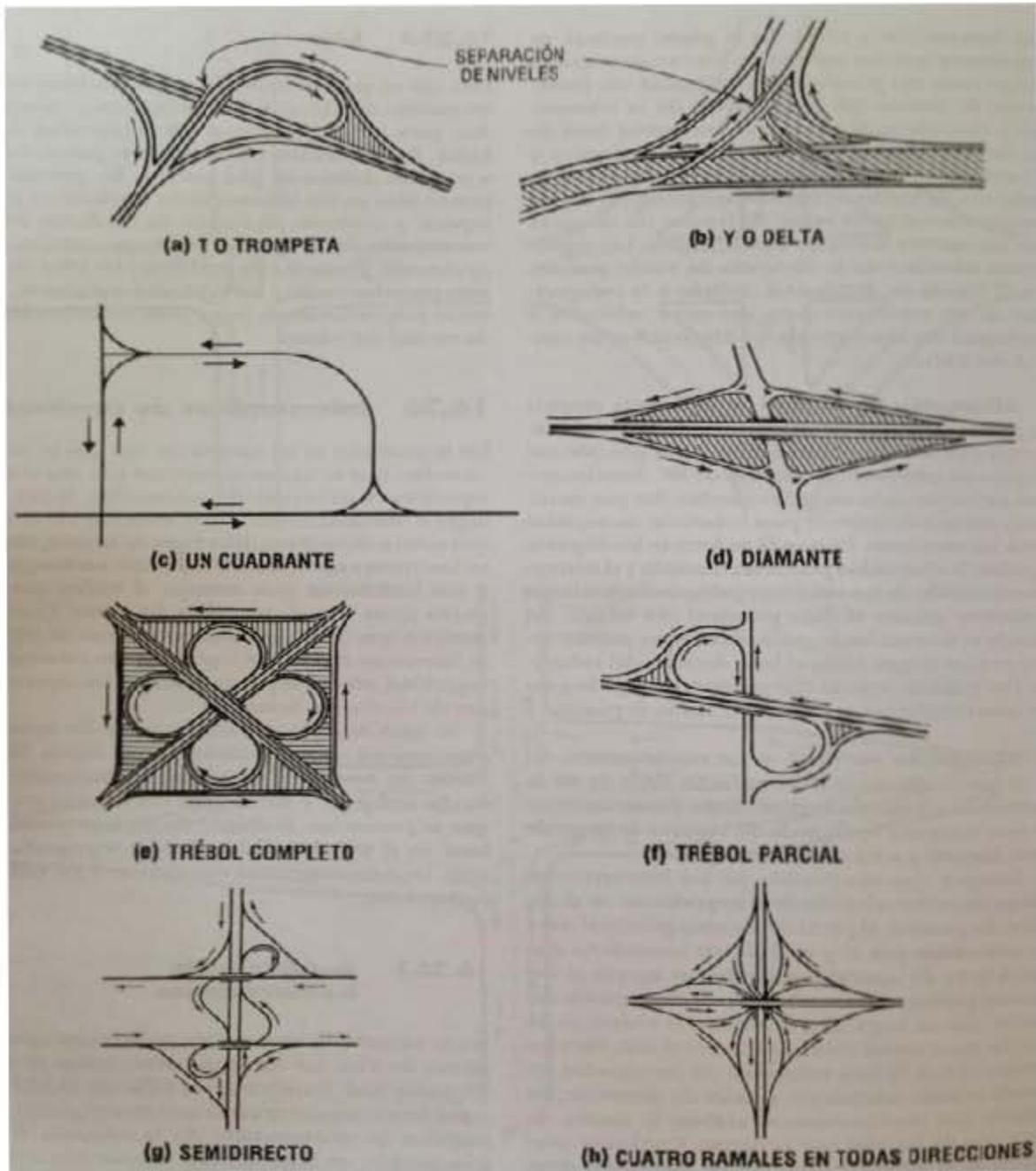


Fig. 2.9.- Diferentes tipos de intersecciones a desnivel.

Fuente: Frederick S; 2008:16.56.

A estas intersecciones a desnivel también se les pueden encontrar y se nombran como intercambios de caminos, de tal forma lo menciona el autor Merritt en su obra citando lo siguiente “Un intercambio es un sistema de vías que se interconectan, que se usan en conjunción con una o más separaciones de niveles de caminos” (Merritt; 1996:16.55).

La AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), menciona y justifica las intersecciones o pasos a desnivel para eliminar los cuellos de botella y riesgos en accidentes viales, así como un beneficio para los usuarios de las vías y la reducción del volumen de tráfico.

## **2.9. Señalización.**

La señalización en cualquier tipo de obra civil en especial en lo que se refiere a vialidades es de suma relevancia para el funcionamiento idóneo del que se previó desde un principio.

Para efectos de esta investigación el tipo de señalización que se tomara en cuenta serán las señales viales de tránsito.

Las señales viales son los medios físicos empleados para indicar a los usuarios de la vía pública la forma más correcta y segura de transitar por la misma, este tipo de señales les permite a los usuarios de una vialidad tener una información precisa y previa dependiendo el tipo de señal vial a la que se esté visibilizando, así como las condiciones en las que se encuentra la arteria a circular.

La señal vial es una norma jurídica accesoria, por lo tanto, de cumplimiento obligatorio, esto quiere decir que el usuario debe conocer su significado, acatar sus indicaciones y conservarlas, ya que la destrucción es un delito contra su seguridad y la de los demás.

El señalamiento vial brinda por medio de una forma convenida y única de comunicación destinada a transmitir órdenes, advertencias, indicaciones u orientaciones, mediante un lenguaje común para todo el país y de acuerdo con convenios internacionales.

Las señales o señalamientos viales de tránsito se dividen principalmente en tres tipos, los cuales son:

- Señales restrictivas.
- Señales preventivas.
- Señales informativas.

Estos tres diferentes tipos de señalamientos viales se describirán a continuación.

### **2.9.1. Señales restrictivas.**

Cuando se habla de señales restrictivas estas son sinónimo de prohibición, debido a que este tipo de señales son las que limitan al conductor de ciertas condiciones que no puede realizar o mejor dicho que puede pero no debe hacerlo.

En caso de que un conductor realice una violación de este tipo de señales, es motivo para que un oficial de tránsito o un policía federal de caminos,

dependiendo el lugar donde se encuentre le realice una infracción por tal irregularidad cometida.

Las señales de tránsito del orden restrictivo se pudieran definir como tableros fijados en postes con símbolos y/o leyendas que tiene por objetivo indicar al usuario, tanto en la zona rural como urbana, la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que regulan al tránsito.



Fig.2.10.-Algunos señalamientos restrictivos.

Fuente: [www.paont.com.mx](http://www.paont.com.mx)

## 2.9.2. Señales preventivas.

Las señales preventivas, denominadas además de advertencia de peligro, tienen como propósito advertir a los usuarios de las vías de riesgos y/o situaciones imprevistas de carácter permanente o temporal e indicarles su naturaleza.

Estas señales requieren que los conductores tomen las precauciones del caso ya sea reduciendo la velocidad o realizando maniobras necesarias para su propia seguridad, la del resto de los vehículos y las de los peatones.

El uso de estas señales es de gran importancia para los conductores, ya que como se menciono con anterioridad advierte de lo que puede existir en una arteria vial.



Fig.2.11.- Algunos señalamientos preventivos.

Fuente: [www.paont.com.mx](http://www.paont.com.mx)

### 2.9.3. Señales informativas.

Las señales viales del tipo informativas tienen como principal finalidad poder guiar al usuario de la vía por la que se transite y proporcionarle información sobre los lugares, direcciones, sitios especiales, distancias y prevención de servicios. Estos tableros proporcionan al usuario toda la información sobre el kilometraje, dirección de tránsito, recomendaciones de seguridad, límites políticos, obras de importancia en el camino, ubicación de caseta de cobro o inspección entre otras.



Fig.2.12.- Algunos señalamientos informativos.

Fuente: [www.paont.com.mx](http://www.paont.com.mx)

## CAPÍTULO 3

### RESUMEN DE MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN

En este capítulo de macro y micro localización se abordara todo lo que tiene que ver con la localización del sitio en estudio, desde el Estado donde se localiza, hasta las calles y coordenadas exactas donde está el lugar de investigación, ya que de estos es principalmente a lo que hace referencia el tema.

Además de la localización exacta del lugar a estudiar, también se tomaran en cuenta aspectos relacionados con su entorno, dichos aspectos serán tanto en su entorno natural como su vida social que presenta el alrededor del sitio en estudio.

#### **3.1. Generalidades.**

El estado de Michoacán, situado al centro- oeste de los Estados Unidos Mexicanos, localizado entre las coordenadas  $20^{\circ} 23' 27''$  y  $17^{\circ} 53' 50''$  de la altitud norte y entre  $100^{\circ} 03' 32''$  y  $103^{\circ} 44' 49''$  la longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Con una extensión territorial de 58 555 kilómetros cuadrados y conformado con 113 municipios, así se conforma el estado de Michoacán de Ocampo.

La ciudad de Uruapan Se localiza al oeste del Estado, en las coordenadas  $19^{\circ}25'$  de latitud norte y  $102^{\circ}03'$  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; al

oeste, con Nuevo Parangaricutiro, Peribán y Los Reyes. Su distancia a la capital del Estado es de 120 Km.

El estado de Michoacán de Ocampo según el último censo realizado por el INEGI, tiene 4 351 037 habitantes, dicha cantidad representa al 3.9 % de la población total del país. Los datos arrojados por el INEGI también dicen que la población del estado de Michoacán creció un 9.2% con respecto al año 2000.

Cabe mencionar que los habitantes promedio por kilómetro cuadrado es de 74.3, cuando por mencionar un ejemplo en la capital del país en el Distrito Federal es de 5, 920 habitantes por kilometro cuadrado.

En el estado de Michoacán 92 de cada 100 personas practican la religión católica, mientras que seis son de otro tipo y solamente dos no profesan ningún tipo de religión.

Por otra parte, en servicios médicos se dice que de cada 100 personas, 54 son los que tienen derecho a servicios médicos de alguna institución pública o privada; de las cuales 25 son derechohabientes del seguro popular y 22, del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

En cuestión educativa de cada 100 personas entre 15 y 24 años de edad, 97 saben leer y escribir, a nivel nacional son 98. Además de cada 100 personas de entre 6 y 11 años de edad, 96 asisten a la escuela, al igual que a nivel nacional.

El promedio de estudios a nivel estatal es de primero de secundaria, este está por debajo del promedio a nivel nacional que se dé tercero de secundaria. Cabe resaltar que de cada 100 personas de 15 años y mas, 12 tienen algún grado aprobado en educación superior.

Por otro lado en el rubro de viviendas las cifras dadas por el INEGI dicen que de cada 100 viviendas en el estado de Michoacán, 10 aun cuentan con piso de tierra.

La ciudad de Uruapan del Progreso tiene 315, 350 habitantes, tal cantidad de habitantes representa al 7.2 % de la población total del estado. La ciudad de Uruapan es la segunda ciudad más importante del estado de Michoacán. Su importancia no solamente radica en su tamaño si no también en su derrama económica.

El municipio de Uruapan tiene una superficie de 954.17 km<sup>2</sup>, lo que representa 1.62 % del total del Estado de Michoacán de Ocampo. El clima predominante en la ciudad de Uruapan es templado húmedo. El clima es más detallado en el apartado que comprende a hidrología y clima.

### **3.2. Geología.**

Cundo se habla de geología se habla del estudio interno de la tierra, de los tipos de suelo que componen algún lugar en especifico, así como de las eras a las que pertenecen dichos suelos.

La ciudad de Uruapan del Progreso se compone de distintos tipos de suelo los cuales se mencionarán a continuación:

Principalmente se tienen los siguientes:

Roca: Ígnea intrusiva: granito 0.53%; Ígnea extrusiva: basalto 58.46%, brecha volcánica intermedia 16.34%, brecha volcánica básica 4.14%, basalto-brecha volcánica básica 3.28%, toba básica-brecha volcánica básica 2.97%, andesita 2.66%, toba ácida-brecha volcánica ácida 2.38%, toba básica 1.61%, dacita 0.31% y basalto-toba básica 0.20%; sedimentaria: arenisca-conglomerado 0.45%; suelo aluvial 1.06%.

### **3.2.1. Edafología de Uruapan.**

La edafología se define como una rama de la ciencia que estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea. En la ciudad de Uruapan del Progreso existe lo siguiente:

*Suelo dominante:* Andosol 51.98%, Leptosol 15.99%, Luvisol 13.98%, Cambisol 6.59%, Phaeozem 3.76%, Regosol 1.71% y Vertisol 0.19%.

Su uso es principalmente forestal y, en menor proporción, agrícola y ganadero. En estructura de la tenencia de la tierra, la superficie ejidal ocupa una extensión mayoritaria; la propiedad comunal representa el segundo lugar y, finalmente, aparece la pequeña propiedad.

### 3.3. Entorno geográfico.

La ciudad de Uruapan del Progreso su entorno geográfico o relieve lo conforman el sistema volcánico transversal, y los cerros de la Charanda, la Cruz, Jicalán y Magdalena. Dichos cerros son los que están alrededor de la ciudad.

Por otra parte a lo que comprende el municipio de Uruapan este se considera dentro de la Sierra Volcánica Transversal, siendo éste el principal sistema montañoso del estado. La orografía de este municipio está compuesta de terrenos accidentados con una topografía montañosa, lomas, mesetas y llanuras.

Las principales elevaciones del municipio de Uruapan son:

- El Brinco, con una altitud de 3000 m.s.n.m.
- Cerro de Angahuan, con una altitud de 3280 m.s.n.m.
- Cerro del Metate, con una altitud de 2900 m.s.n.m.
- Cerro del Horno, con una altitud de 2900 m.s.n.m.
- Cerro de La Cruz, con una altitud de 2300 m.s.n.m., colindando éste, en su ladera sur, con la zona urbana.

El sistema de cordilleras que comprende el municipio es en un 100 % del eje neo volcánico, de aquí se desprende el eje neo volcánico tarasco con 64.22%.

Ambos a su vez lo componen un sistema de topo formas que son las siguientes:

- Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados con llanuras 61.71%.
- Meseta basáltica con cañadas 17.34%.

- Meseta basáltica con sierras 7.72%.
- Llanura aluvial 5.77%, Sierra compleja 4.90%.
- Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados 2.51%.
- Lomerío de tobas 0.05%.

Cabe mencionar y como ya se dijo en párrafos anteriores la ciudad de Uruapan su topografía es muy accidentada, en especial en la parte norte, centro y oeste de esta. Esto debido a la barranca del Cupatitzio y al río del mismo nombre.

El río Cupatitzio reconocido a nivel mundial como de los únicos ríos que nacen dentro de una ciudad, es el río que abastece de agua a toda la población de Uruapan y algunos alrededores.

### **3.3.1. Macro localización.**

La ciudad de Uruapan perteneciente al estado de Michoacán de Ocampo, y es cabecera municipal del mismo nombre. Su nombre oficial es Uruapan del progreso.

Con clima templado y exuberante vegetación, y con una potencialidad a nivel mundial para la producción de aguacate se le considera a esta como la capital mundial del aguacate. Dicho nombre se lo ha ganado por la calidad y la cantidad de miles de toneladas que se exportan anualmente principalmente a Estados Unidos de América, Canadá, países Europeos y Asiáticos.

De acuerdo con un artículo que publicó el periódico La Jornada de Michoacán en el mes de marzo, se prevía que se iban a exportar más de 300 mil toneladas de aguacate a Estados Unidos, y más de 500 mil a países Europeos y Asiáticos, en la próxima temporada de corte.

La ciudad y el municipio de Uruapan tiene gran cantidad de empaques del cultivo antes mencionado, dichos empaques exportan miles de toneladas tanto al extranjero como a toda la república Mexicana, y estos son una gran fuente de empleo para los pobladores del municipio.

Uruapan de acuerdo a su posición geográfica es una parte aguas entre la región de tierra caliente y la meseta purépecha.

Situado en la parte 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, a 109 kilómetros de la capital Michoacana, 272 kilómetros de la ciudad de Guadalajara y 413 kilómetros de la capital del país se localiza la ciudad de Uruapan.

### **3.3.2. Micro localización.**

El sitio en estudio de esta tesis se encuentra enclavado en la ciudad de Uruapan, dentro de una de las calles más importantes de la localidad, dicha calle representa una gran demanda de tráfico tanto local como foráneo.

El lugar de estudio es un cruce vial que se localiza en la parte sur-este de la ciudad, dentro del único libramiento con el que cuenta la ciudad, denominado como libramiento oriente de la ciudad de Uruapan. Y la calle que lo cruza y que se pretende resolver el problema es la conocida calzada La Fuente.

Ubicado en las coordenadas siguientes. Latitud norte 19° 24'42" y en longitud oeste 102° 1' 32".56. Y tiene distancia de 5 kilómetros hacia la principal salida de la ciudad que es la autopista Uruapan- Pátzcuaro y una muy parecida al centro de la ciudad con 5.8 kilómetros.

### **3.4. Hidrología y clima.**

El municipio de Uruapan pertenece en su totalidad a la región hidrológica del Balsas y como es sabido ésta se divide en tres que son: alto Balsas, medio Balsas y bajo Balsas. El municipio de Uruapan pertenece al del bajo Balsas.

La cuenca o depresión del río Balsas se encuentra en una zona de convergencia entre las placas de Cocos y Americana, en una Costa de colisión continental. Cadenas montañosas y Trinchera, hacen de esta porción del centro-sur de México un fenómeno tectónicamente activo y altamente dinámico.

La Depresión tiene unos 800 km de largo por 150-200 kilómetros de ancho en promedio. Dicha cuenca se extiende en la parte central, a una altura promedio de 1,000 msnm y cubre una extensión total de 117,405.6 km<sup>2</sup>.

Uruapan pertenece a la cuenca del río Tepalcatepec-Infiernillo en un 83.84%, y a la del río Tepalcatepec en un 16.16%, y la sub cuenca a la que pertenece dicha población es a la del río Cupatitzio que comprende el 53.73%. Algunos otros afluentes que se integran a la cuenca son el río la Parota con un 18.87%, río Izticuaró 14.52%, Paracho y Nahuatzen con 11.23%, y río Tepalcatepec con 1.65%.

En Uruapan el clima presentado es templado húmedo, con temperatura media anual de 19°C.

La temperatura promedio anual oscila entre los 18°C y 24°C, siendo los meses de noviembre a febrero los más fríos, presentándose heladas en las partes más altas. La precipitación promedio anual es de 1,107 mm, siendo los meses de junio a octubre los más lluviosos, mientras que la temporada de estiaje se presenta en los meses de noviembre a mayo.

La evaporación promedio anual es de 101 mm, presentándose los valores más elevados entre los meses de marzo a junio.

Uruapan es privilegiado por la zona en la que se encuentra, ya que por estar en dicha zona su clima es muy agradable y pocos son los habitantes de la ciudad que carecen del servicio de agua. Cabe resaltar que Uruapan es una de las ciudades donde es más barato el cobro de agua potable.

### **3.5. Estado actual.**

El estado actual donde se localiza el sitio de estudio de esta tesis se compone de la siguiente manera:

Un libramiento con una calzada de que va de sur a norte y otra que va de norte a sur con dos carriles centrales cada una además la que va de sur a norte cuenta con un carril extra para dar vuelta a la derecha. Y la que va de norte a sur cuenta con dos carriles más a los lados de los centrales para dar vuelta a la derecha y a la izquierda. Además la arteria vial cuenta con un camellón de una anchura promedio de 13 metros.

Hoy en día este proyecto geométrico que se tiene queda totalmente obsoleto, por la demanda de tráfico que lo supero. En la actualidad se pueden apreciar los carriles que son para dar vuelta atestados de tráfico al igual que los carriles que son para continuar de frente, cuando son las horas pico.

Esta es la vialidad que más se ve afectada con el diseño geométrico existente ya que la arteria vial que la cruza que es la Calzada La Fuente es una vialidad con menos tráfico, pero no quiere decir que no presente también problemas de congestión vial.

La arteria vial de nombre Gabriel Cervera se compone de solamente dos carriles señalizados uno para cada sentido, cuando esta va de este a oeste. Dicha calle toma este nombre cuando llega al cruce con el libramiento oriente, ya que después del cruce del libramiento se llama Calzada La Fuente.

La Calzada La Fuente se compone de tres carriles señalizados, uno que va de este a oeste y sirve para incorporar el tráfico del Libramiento Oriente y que quiere dirigirse a la arteria vial que se menciona al principio del párrafo.

Un carril más en el centro de la vialidad para dirigir el tráfico que viene de oeste a este y que va a incorporarse al Libramiento Oriente hacia el norte. Este carril también sirve para los automóviles que se dirigen a la calle Gabriel Cervera.

Y por ultimo un tercer carril que viene en el mismo sentido de oeste a este y que es exclusivo para dar vuelta a la derecha e incorporarse al Libramiento Oriente con rumbo al sur.

Cabe mencionar y es de suma importancia decir que en este cruce vial se encuentran semáforos ceder el paso a los distintos arroyos vehiculares, pero estos presentan una mala sincronización, haciendo de esto un caos vial en horas pico.

### **3.6. Planteamiento de alternativas.**

Para solucionar el problema que presenta la intersección vial entre el Libramiento Oriente y la Calzada La Fuente se plantean diversas alternativas, una de las más contundentes es la construcción de un paso a desnivel sobre el Libramiento Oriente y que las calles Calzada La Fuente y Gabriel Cervera crucen por debajo del.

Con la construcción de un paso a desnivel en la intersección ya mencionada se desahogaría por completo el tráfico que transita de sur a norte y viceversa sobre el Libramiento Oriente, por que el tráfico sería continuo y no se detendría al circular sobre el Libramiento Oriente, y que esta vialidad es la que presenta mayor problema del congestionamiento vial.

Por otra parte, se necesitan construir algunos carriles adicionales para las vueltas hacia las calles Gabriel Cervera, Calzada La Fuente y Libramiento Oriente según sea lo requerido.

Los semáforos no pueden quedar en el sitio donde se encuentran ahorita porque con la construcción del paso a desnivel se necesitan reubicar, y al reubicarlos también se necesita hacer una adecuada sincronización para que puedan realizar una correcta función, para los vehículos que circulen por debajo del puente.

Todo lo mencionado anteriormente en el planteamiento de alternativas no puede tener un funcionamiento adecuado si no existe un proyecto geométrico idóneo tanto del paso a desnivel como de la intersección vial de la zona de estudio.

### **3.7. Alternativas de solución.**

La principal alternativa de solución que se pretende para este problema anteriormente mencionado es principalmente la construcción de un paso a desnivel así como el diseño geométrico idóneo para la intersección vial de Libramiento Oriente esquina Calzada La Fuente. Porque esta alternativa es la más eficaz para la solución del problema que presenta este importante cruce vial.

Cabe resaltar que muchas veces no se realiza lo que en realidad se necesita para resolver los problemas y la demanda de la ciudadanía en este caso en específico la construcción de un paso a desnivel, por los recursos económicos que representa la ejecución de un proyecto de esta magnitud, pero son sin duda las obras que se dan conocer por si solas y que el costo que representan no son nada con el beneficio que proporcionan durante su vida útil.

### **3.8. Informe fotográfico.**

Con el informe fotográfico que se presenta en este apartado, se pretende tener una idea más clara de las condiciones en que se encuentra el sitio en estudio, de igual forma se podrá apreciar el tipo de tráfico que transita por el cruce en estudio, así como también el entorno del lugar.

En la siguiente fotografía se puede apreciar un panorama general del sitio en estudio, que corresponde al Libramiento Oriente. Tomando la foto de norte a sur.



Fig. 3.1.- Vista hacia el sur del Libramiento Oriente.

Fuente: Propia.

En la imagen siguiente se podrá apreciar el carril del Libramiento Oriente que circula de sur a norte, y se constatará que se ocupan los tres carriles para continuar su camino hacia el norte, no se respeta el carril del lado derecho que es precisamente para dar vuelta continua a la derecha.



Fig. 3.2.- Invasión del carril de uso exclusivo para vuelta a la derecha.

Fuente: Propia.

Como se ocupan los tres carriles para continuar de frente, se genera un cuello de botella al cruzar la Calzada La fuente, ya que inmediatamente al cruzar

dicha vialidad solamente se localizan dos carriles de circulación. Esto provoca que los vehículos automotores que circulan por el carril que es de uso exclusivo para vuelta a la derecha, quieran ingresar de manera forzosa al los dos carriles que se localizan inmediatamente después del cruce vial ya mencionado, provocando en algunas ocasiones accidentes.



Fig. 3.3.- Incorporamiento forzoso a los carriles de circulación.

Fuente: Propia.



Fig. 3.4.- Incorporamiento forzoso a los carriles de circulación.

Fuente: Propia.

Como ya se hizo mención con anterioridad, el tráfico que circula por el cruce vial en estudio es muy variado.

En la siguiente imagen se puede apreciar la variedad de tráfico circulante de esa zona. Se aprecia un automóvil tipo compacto, un camión de carga de tamaño mediano, un autobús de pasajeros y un tráiler, estos tres últimos considerados como tránsito pesado. (La foto es tomada sobre el Libramiento Oriente de sur a norte)



Fig. 3.5.-Diferente tipo de tráfico que circula por el lugar.

Fuente: Propia.

El cruce vial en estudio colinda en su parte sur-oeste con los terrenos del Aeropuerto Internacional de Uruapan, por lo tanto dichos terrenos corresponden a propiedad federal.



Fig. 3.6.- Terrenos de propiedad federal del lado izquierdo y vista de la Calzada La

Fuente.

Fuente: Propia.

En la fotografía anterior se pueden apreciar los terrenos del Aeropuerto, y la Calzada La Fuente.

Para la construcción del paso a desnivel se pretende utilizar en su totalidad el camellón existente. Ya que este es demasiado grande y no se le saca el provechó adecuado.

En la imagen siguiente se muestra el camellón existente y también la zona arbolada corresponde a los terrenos federales del Aeropuerto.



Fig. 3.7.- Camellón existente sobre el Libramiento Oriente.

Fuente: Propia.

Los negocios existentes de la zona se podrán apreciar en las siguientes imágenes.



Fig. 3.8.- Negocios existentes en el cruce en estudio.

Fuente: Propia.



Fig. 3.9.- Negocios existentes en el cruce en estudio.

Fuente: Propia.

## **CAPITULO 4**

### **METODOLOGIA, ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

En este capítulo se determinará y se describirá de manera completa el método que se utilizó para la elaboración de este proyecto de investigación, tomándose en cuenta el enfoque, el alcance, el diseño, y la recopilación de datos de dicha investigación.

En los datos recopilados, se harán mención de los programas que fueron empleados para la elaboración del proyecto, ya que esto arrojará resultados más confiables y de manera tal que facilitara la creación del mismo.

#### **4.1. Método empleado.**

El método que es empleado en esta investigación, es el método científico el cual, según Tamayo (2000), es una serie de pasos en los que se plantea problemas científicos y son puestas a prueba las hipótesis que se hacendaron en dicho trabajo en el marco correspondiente.

El método científico es basado en la objetividad en los procesos de investigación, en dicho método se deja de lado la subjetividad.

Los conceptos e hipótesis se consideran como elementos de método científico entendiéndose como los conceptos, a los términos utilizados por cada ciencia para que puedan ser identificadas por sí mismas. Dentro de los conceptos

se encuentran conocimientos como abstracción, conceptos y comunicación así como definición operacional.

Por otra parte, una hipótesis muestra lo que se está buscando pero no se sabe a ciencia cierta si las suposiciones obtenidas son ciertas o no. En sí, la hipótesis es una suposición que se puesta a prueba, para ver si esta resulta real o tiene validez.

En la hipótesis se deben tener conceptos totalmente claros, deben tener referencias empíricas, ser específicas y deben estar relacionadas con técnicas que están a disposición.

Dentro de las etapas del método científico se encuentran las siguientes:

- Percepción de una dificultad. Existe un problema preocupante y no se encuentra con los medios necesarios para llegar a un fin esperado.
- Identificación y definición de la dificultad. Mediante observaciones se identifican con mayor precisión sus dificultades.
- Soluciones supuestas para el problema. Es donde se empiezan a formular hipótesis, a partir del análisis de los acontecimientos.
- Deducciones de las consecuencias de las soluciones propuestas. Se determinan si las hipótesis planteadas dieron los resultados esperados.
- Verificación de la hipótesis mediante la acción. Se pone a prueba las hipótesis, tratando de buscar si las consecuencias requeridas existen o no.

En el método científico se ven más allá de las apariencias, es auto correctivo, y se realizan con objetividad.

El método científico se compone de diferentes métodos para la recopilación de resultados, el método que se describirá a continuación es el método matemático, ya que este es el que será de utilidad en la investigación que se realizara.

#### **4.1.1. Método matemático.**

Desde tiempos remotos hasta la actualidad siempre se han tomado como referencia cantidades para definir algunos procedimientos científicos, ya sea para obtener valor económico, capacidad o importancia.

En investigaciones donde intervienen números de relaciones constantes, variedad de hipótesis, varias comprobaciones, se está aplicando un método cuantitativo.

Otra manera es la comparación, en la cual se van cambiando graduales, referencias de tiempo, análisis de algunos factores por otro, aplicándose el método comparativo.

Un método matemático por lo regular es utilizado con frecuencia, por ejemplo en el ámbito de la contabilidad se utiliza en la distribución fiscal de los impuestos, en el ámbito de la ingeniería civil es común que se presente cuando se hacen los presupuestos de obra y así como cálculos matemáticos, que se realizan para el diseño de un proyecto geométrico como lo es el caso que se presenta en esta tesis.

El método más apropiado para la realización de este proyecto es el método del que se está haciendo referencia. Ya que con este tipo de método son necesarios la implementación de cálculos a la hora de definir el proyecto idóneo para el sitio de estudio.

#### **4.2. Enfoque de la investigación.**

En todo proceso de investigación científica se hace mención o referencia a los enfoques que se tengan o se vayan a realizar para la dicho estudio. En este caso el enfoque que se utilizara es un enfoque de tipo cuantitativo. En dicho enfoque se generalizan con gran amplitud los resultados, se tienen manipulados los fenómenos, tomándose en cuenta las mismas capacidades de estos.

Los enfoques cuantitativos son basados en las ciencias exactas , como lo son las matemáticas, la física y la química, ya que estas solo tienen un solo resultado.

En esta investigación es utilizado el enfoque cuantitativo debido a que como ya se hizo mención anteriormente se necesitan resultados exactos de lo que se requiere diseñar, por lo cual se trabajara con números, esto con el fin de que a la hora de la ejecución del proyecto, sean tan eficiente como eficaz y permita tener una obra que sea costeable, sin descuidar la calidad del proyecto.

##### **4.2.1. Alcance.**

Un alcance es el resultado de la revisión de la investigación, así como de la perspectiva del estudio.

El alcance obtenido por dicha investigación es de carácter descriptivo, donde el principal propósito es detallar situaciones, acontecimientos y la forma en que ocurren los hechos.

Con el alcance se pretende tener claridad en las especificaciones requeridas para el proyecto, de igual manera las características más importantes de lo que se está analizando. Principalmente describir es la recolección de datos, que para el caso en estudio donde se tiene un enfoque cuantitativo, hace referencia a la medición.

En esta investigación se tiene un alcance de tipo descriptivo, ya que con este método se busca la medición y recopilación de la información necesaria de los conceptos requeridos para la optimización del estudio, así como especificar sus propiedades, características y rasgos más importantes.

#### **4.3. Diseño de la investigación.**

El tipo de diseño a investigar y a emplear es la investigación no experimental y dentro de esta se tiene el diseño transversal, en el cual se refiere a que la información recopilada se realiza en un solo momento únicamente.

Es un diseño transversal descriptivo se tiene como objetivo averiguar acontecimientos, ubicar, categorizar y dar una visión a un fenómeno. Este tipo de estudio muestra una perspectiva de los eventos o acontecimientos, y un determinado punto en el tiempo.

En este tipo de diseño cada variable se trata individualmente, esto quiere decir que no se relacionan las variables unas con otras.

Para la investigación en estudio se optó por un diseño transversal, debido a que los datos recopilados para realizar el proyecto fueron obtenidos durante solo un periodo, de tiempo específico y a partir de ahí se procedió a la proyección.

#### **4.4. Instrumentos de recopilación.**

Con la meta de hacer la investigación lo mejor posible, se echará mano de diversos instrumentos para la elaboración del proyecto, así como programas de cómputo para una más sencilla elaboración del mismo. Cabe mencionar que también será necesario el trabajo de campo, ya que este es fundamental, por otra parte se tomará en cuenta el uso del internet como una herramienta auxiliar en el proceso. Los reportes fotográficos también serán necesarios.

Los programas a utilizar en todo el proceso de la investigación serán programas conocidos tales como:

- Microsoft Word.
- Microsoft Excel.
- Autocad.
- Civilcad.

Así como también el uso de una estación total y trabajo manual en campo.

#### **4.5. Descripción del proceso de investigación.**

Para la investigación y el estudio en curso se llevara a cabo el proceso necesario y más adecuado para llegar a los resultados requeridos con la mayor precisión posible. Estos resultados dependerán de la correcta elaboración del proceso.

Lo primordial que se necesito para comenzar la elaboración del proyecto, así como para cualquier otro, es el reconocimiento del sitio por estudiar. Con el reconocimiento del sitio de estudio se puede dar un panorama general del problema que se quiere resolver. De igual manera se toman en cuenta diversos factores que pudiesen afectar o entorpecer el estudio que se tiene planeado.

Cuando se va a reconocer el sitio se debe de observar detenida y ampliamente, así como imaginar lo que pueda pasar en diversas estaciones del año, haciendo referencia principalmente a la época de lluvias que es la que mas afectaría la obra en dicho caso.

#### **4.6. Cálculos, análisis e interpretación de resultados.**

En este apartado es donde se vaciaran y plasmaran todos los resultados arrojados que se obtuvieron en la investigación de este proyecto, aquí es donde se describirá paso a paso lo que se tiene que realizar para la elaboración del proyecto geométrico del paso a desnivel del Libramiento Oriente esquina con Calzada La Fuente.

El proyecto que se describe en esta tesis cumplirá con las normas requeridas y adecuadas, impuestas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y se tomó como principal referencia “el programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas” realizado por la SEDESOL (Secretaria de Desarrollo Social).

Las normas que llevará el proyecto del que sea hablado a lo largo de esta investigación serán para garantizar la seguridad de los transeúntes que hagan uso del paso a desnivel, y de igual manera se pretende evitar en gran medida el número de accidentes que se puedan presentar en la vialidad antes mencionada, así como garantizar un flujo eficiente y continuo de dicha arteria vial.

De esta manera se tendrá como consecuencia que el proyecto que se diseñará funcione de la manera correcta y para lo cual está proyectado.

#### **4.7. Áforo vial.**

Los áforos viales son el conteo de los vehículos que transitan por una determinada arteria vial, y en una determinada hora. De esta manera es como se realizó el áforo vial correspondiente para el estudio del cruce vial del Libramiento Oriente esquina con Calzada La Fuente.

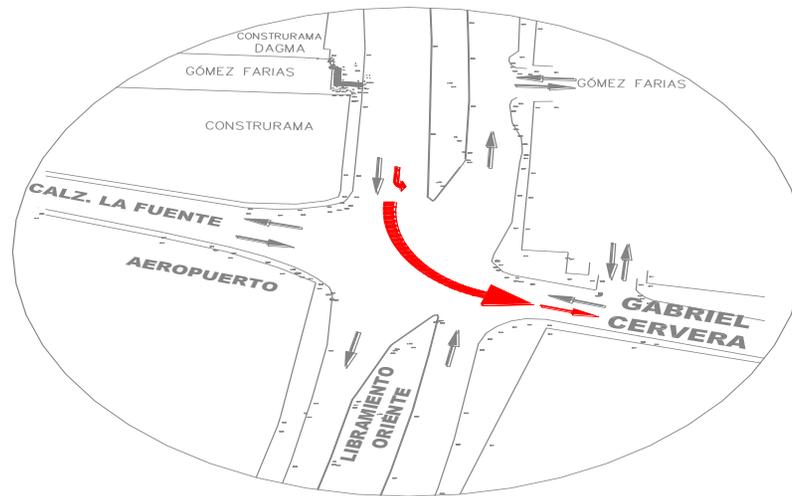
A continuación se muestra el áforo vial que se realizó en el cruce ya mencionado.

## MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

### CRUCERO DEL LIBRAMIENTO ORIENTE Y CALZ. LA FUENTE

#### MOVIMIENTO 9      LIBRAMIENTO ORIENTE DEL NORTE HACIA EL PONIENTE POR GABRIEL CERVERA

DIAS	HORAS	7:00 A 8:00	8:00 A 9:00	9:00 A 10:00	10:00 A 11:00	11:00 A 12:00	12:00 A 1:00	1:00 A 2:00	2:00 A 3:00	4:00 A 5:00	5:00 A 6:00	6:00 A 7:00	7:00 A 8:00	8:00 A 9:00	Total
09/01/13	LUNES	9	163	120	105	138	160	213	0	0	0	0	0	0	908
10/01/13	MARTES	0	0	0	0	0	0	0	228	147	176	144	182	151	1202
	<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>163</b>	<b>120</b>	<b>105</b>	<b>138</b>	<b>160</b>	<b>213</b>	<b>228</b>	<b>147</b>	<b>176</b>	<b>144</b>	<b>182</b>	<b>151</b>	<b>2,110</b>

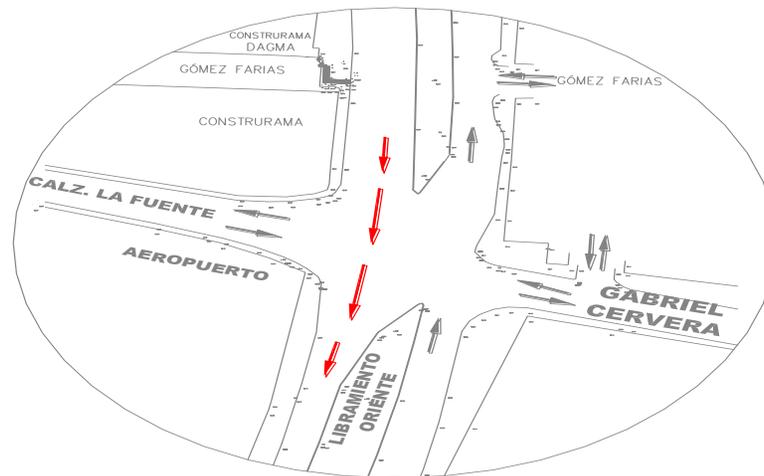


## MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

### CRUCERO DEL LIBRAMIENTO ORIENTE Y CALZ. LA FUENTE

#### MOVIMIENTO 1      LIBRAMIENTO ORIENTE DE NORTE A SUR

DIAS	HORAS	7:00 A	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	Total
		8:00	A 9:00	A 10:00	A 11:00	A 12:00	A 1:00	A 2:00	A 3:00	A 5:00	A 6:00	A 7:00	A 8:00	A 9:00	
09/01/13	LUNES	297	568	476	387	462	582	700	0	0	0	0	0	0	3472
10/01/13	MARTES	0	0	0	0	0	0	0	719	611	428	564	727	607	4267
	<b>TOTAL</b>	<b>297</b>	<b>568</b>	<b>476</b>	<b>387</b>	<b>462</b>	<b>582</b>	<b>700</b>	<b>719</b>	<b>611</b>	<b>428</b>	<b>564</b>	<b>727</b>	<b>607</b>	<b>7,739</b>

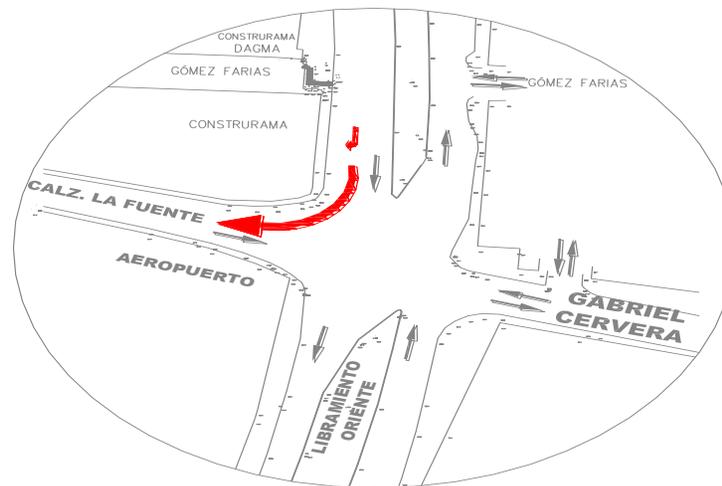


## MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

### CRUCERO DEL LIBRAMIENTO ORIENTE Y CALZ. LA FUENTE

#### MOVIMIENTO 5 LIBRAMIENTO ORIENTE DEL NORTE HACIA EL PONIENTE CALZ. LA FUENTE

DIAS	HORAS	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	Total
		A 8:00	A 9:00	A 10:00	A 11:00	A 12:00	A 1:00	A 2:00	A 3:00	A 5:00	A 6:00	A 7:00	A 8:00	A 9:00	
09/01/13	LUNES	45	36	43	42	56	72	25	0	0	0	0	0	0	319
10/01/13	MARTES	0	0	0	0	0	0	0	40	61	62	30	38	37	320
	<b>TOTALES</b>	<b>45</b>	<b>36</b>	<b>43</b>	<b>42</b>	<b>56</b>	<b>72</b>	<b>25</b>	<b>40</b>	<b>61</b>	<b>62</b>	<b>30</b>	<b>38</b>	<b>37</b>	<b>639</b>

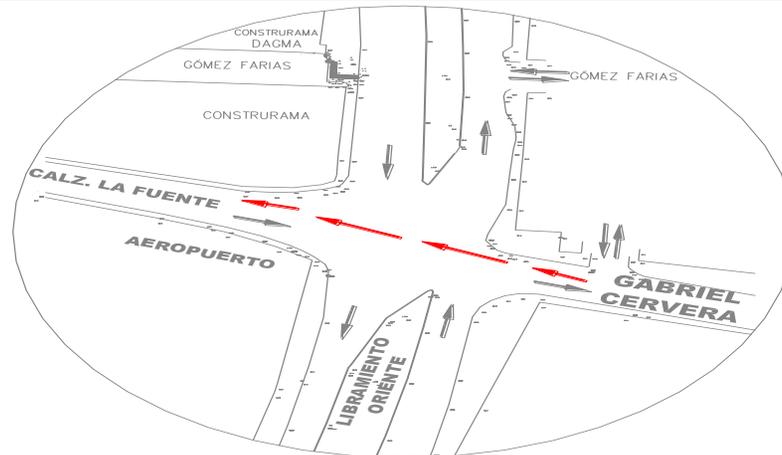


## MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

CRUCERO DEL LIBRAMIENTO ORIENTE Y CALZ. LA FUENTE

### MOVIMIENTO 2 DE GABRIEL CERVERA DERECHO RUMBO AL PONIENTE POR CALZ. LA FUENTE

DIAS	HORAS	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	Total
		A 8:00	A 9:00	A 10:00	A 11:00	A 12:00	A 1:00	A 2:00	A 3:00	A 4:00	A 5:00	A 6:00	A 7:00	A 8:00		
19/01/13	LUNES	160	153	200	128	150	178	206	0	0	0	0	0	0	0	1175
20/01/13	MARTES	0	0	0	0	0	0	0	155	184	213	172	108	181	167	1180
	<b>TOTAL</b>	<b>160</b>	<b>153</b>	<b>200</b>	<b>128</b>	<b>150</b>	<b>178</b>	<b>206</b>	<b>155</b>	<b>184</b>	<b>213</b>	<b>172</b>	<b>108</b>	<b>181</b>	<b>167</b>	<b>2,355</b>

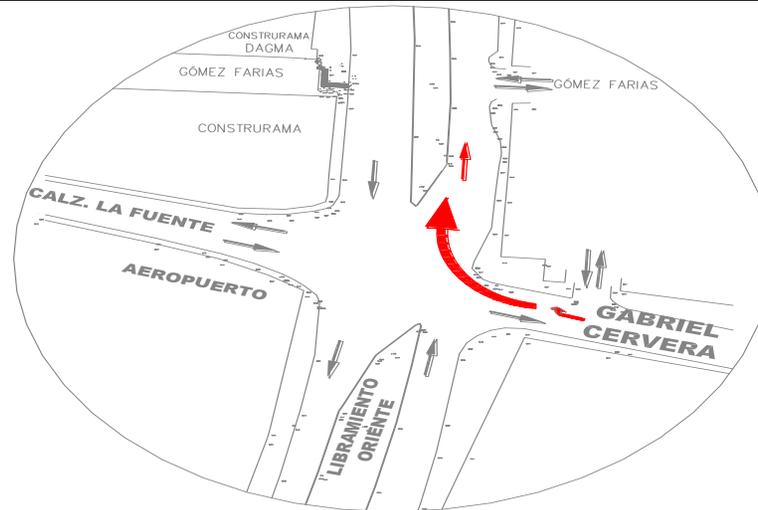


## MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

CRUCERO DEL LIBRAMIENTO ORIENTE Y CALZ. LA FUENTE

**MOVIMIENTO 6**  
**DE LA CALLE GABRIEL CERVERA HACIA EL NORTE POR LIBRAMIENTO ORIENTE.**

DIAS	HORAS	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	Total
		A 8:00	A 9:00	A 10:00	A 11:00	A 12:00	A 1:00	A 2:00	A 3:00	A 4:00	A 5:00	A 6:00	A 7:00	A 8:00		
19/01/13	LUNES	277	292	260	177	212	218	256	0	0	0	0	0	0	0	1692
20/01/13	MARTES	0	0	0	0	0	0	0	195	255	224	235	200	215	172	1496
	<b>TOTAL</b>	<b>277</b>	<b>292</b>	<b>260</b>	<b>177</b>	<b>212</b>	<b>218</b>	<b>256</b>	<b>195</b>	<b>255</b>	<b>224</b>	<b>235</b>	<b>200</b>	<b>215</b>	<b>172</b>	<b>3,188</b>



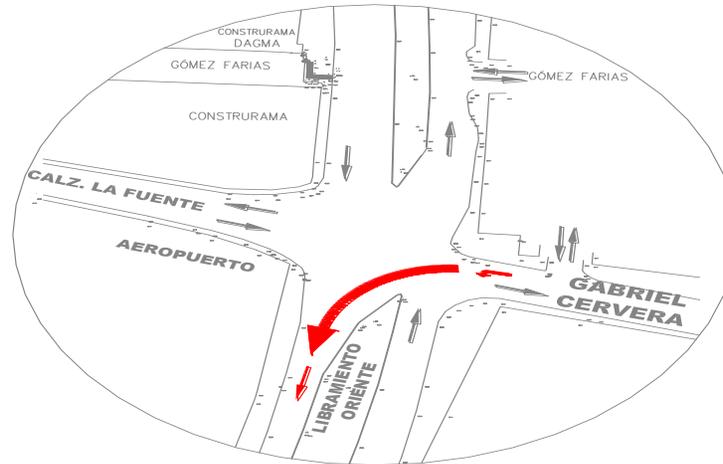
## MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

CRUCERO DEL LIBRAMIENTO ORIENTE Y CALZ. LA FUENTE

**DE LA CALLE GABRIEL CERVERA HACIA EL SUR POR  
LIBRAMIENTO ORIENTE.**

**MOVIMIENTO 7**

DIAS	HORAS	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	Total
		A 8:00	A 9:00	A 10:00	A 11:00	A 12:00	A 1:00	A 2:00	A 3:00	A 4:00	A 5:00	A 6:00	A 7:00	A 8:00		
19/01/13	LUNES	60	68	81	78	90	60	72	0	0	0	0	0	0	0	509
20/01/13	MARTES	0	0	0	0	0	0	0	79	63	85	78	75	74	70	524
	<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>68</b>	<b>81</b>	<b>78</b>	<b>90</b>	<b>60</b>	<b>72</b>	<b>79</b>	<b>63</b>	<b>85</b>	<b>78</b>	<b>75</b>	<b>74</b>	<b>70</b>	<b>1033</b>

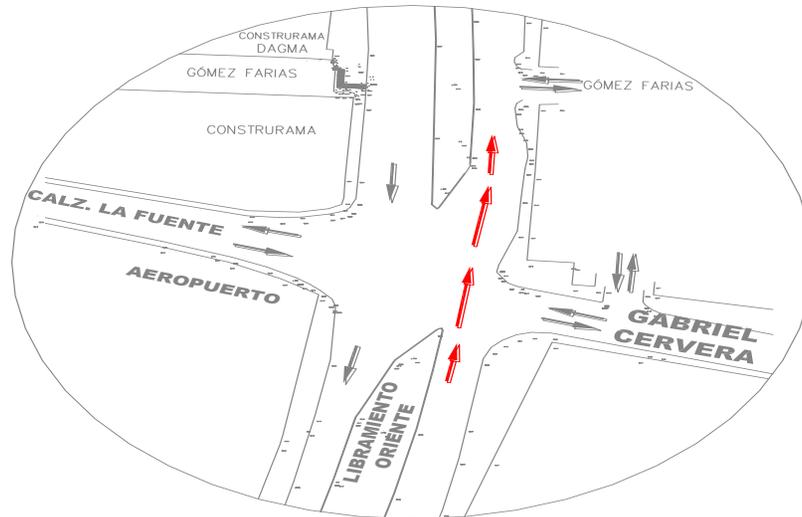


## MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

CRUCERO DEL LIBRAMIENTO ORIENTE Y CALZ. LA FUENTE

### MOVIMIENTO 3      LIBRAMIENTO ORIENTE DE SUR A NORTE.

DIAS	HORAS	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	Total
		A 8:00	A 9:00	A 10:00	A 11:00	A 12:00	A 1:00	A 2:00	A 3:00	A 4:00	A 5:00	A 6:00	A 7:00	A 8:00		
19/01/13	LUNES	804	874	804	433	596	650	622	0	0	0	0	0	0	0	4783
20/01/13	MARTES	0	0	0	0	0	0	0	611	637	727	583	638	656	516	4368
	<b>TOTAL</b>	<b>804</b>	<b>874</b>	<b>804</b>	<b>433</b>	<b>596</b>	<b>650</b>	<b>622</b>	<b>611</b>	<b>637</b>	<b>727</b>	<b>583</b>	<b>638</b>	<b>656</b>	<b>516</b>	<b>9,151</b>

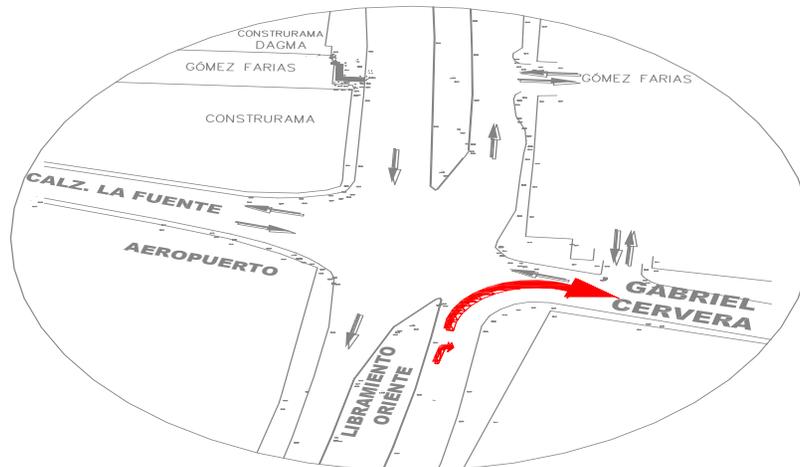


## MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

CRUCERO DEL LIBRAMIENTO ORIENTE Y CALZ. LA FUENTE

**MOVIMIENTO 10 DE LIBRAMIENTO ORIENTE DE SUR RUMBO AL ORIENTE POR GABRIEL CERVERA.**

DIAS	HORAS	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	Total
		A 8:00	A 9:00	A 10:00	A 11:00	A 12:00	A 1:00	A 2:00	A 3:00	A 4:00	A 5:00	A 6:00	A 7:00	A 8:00		
19/01/13	LUNES	54	53	63	41	54	44	45	0	0	0	0	0	0	0	354
20/01/13	MARTES	0	0	0	0	0	0	0	52	50	63	62	70	76	51	424
	<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>53</b>	<b>63</b>	<b>41</b>	<b>54</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>52</b>	<b>50</b>	<b>63</b>	<b>62</b>	<b>70</b>	<b>76</b>	<b>51</b>	<b>778</b>



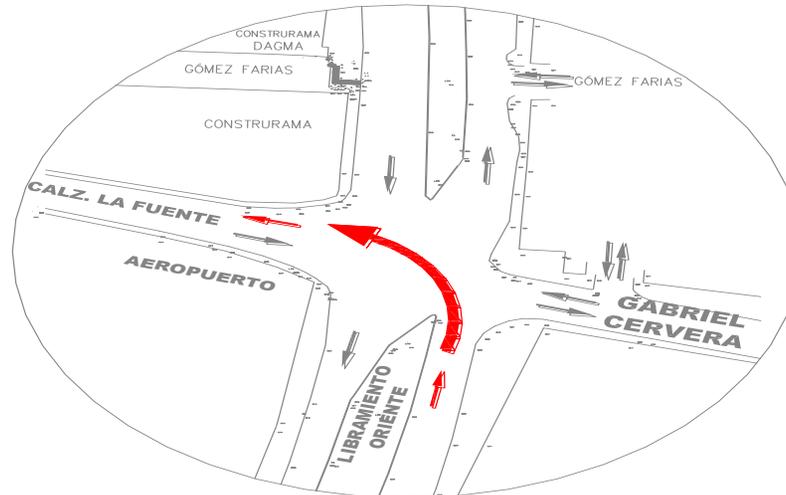
## MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

### CRUCERO DEL LIBRAMIENTO ORIENTE Y CALZ. LA FUENTE

#### MOVIMIENTO 12

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

DIAS	HORAS	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	Total
		A 8:00	A 9:00	A 10:00	A 11:00	A 12:00	A 1:00	A 2:00	A 3:00	A 4:00	A 5:00	A 6:00	A 7:00	A 8:00		
19/01/13	LUNES	262	323	242	145	230	290	249	0	0	0	0	0	0	0	1741
20/01/13	MARTES	0	0	0	0	0	0	0	187	299	249	260	172	115	229	1511
	<b>TOTAL</b>	<b>262</b>	<b>323</b>	<b>242</b>	<b>145</b>	<b>230</b>	<b>290</b>	<b>249</b>	<b>187</b>	<b>299</b>	<b>249</b>	<b>260</b>	<b>172</b>	<b>115</b>	<b>229</b>	<b>3,252</b>



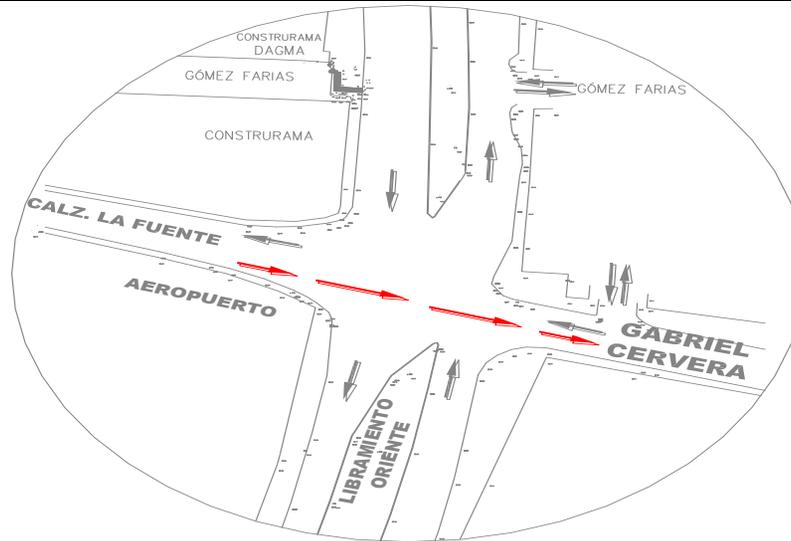
## MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

CRUCERO DEL LIBRAMIENTO ORIENTE Y CALZ. LA FUENTE

**MOVIMIENTO 4**

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

DIAS	HORAS	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	TOTAL
		A 8:00	A 9:00	A 10:00	A 11:00	A 12:00	A 1:00	A 2:00	A 3:00	A 4:00	A 5:00	A 6:00	A 7:00	A 8:00		
19/01/13	LUNES	178	157	183	146	244	158	150	0	0	0	0	0	0	0	1216
20/01/13	MARTES	0	0	0	0	0	0	0	179	189	199	171	180	209	198	1325
	<b>TOTAL</b>	<b>178</b>	<b>157</b>	<b>183</b>	<b>146</b>	<b>244</b>	<b>158</b>	<b>150</b>	<b>179</b>	<b>189</b>	<b>199</b>	<b>171</b>	<b>180</b>	<b>209</b>	<b>198</b>	<b>2,541</b>



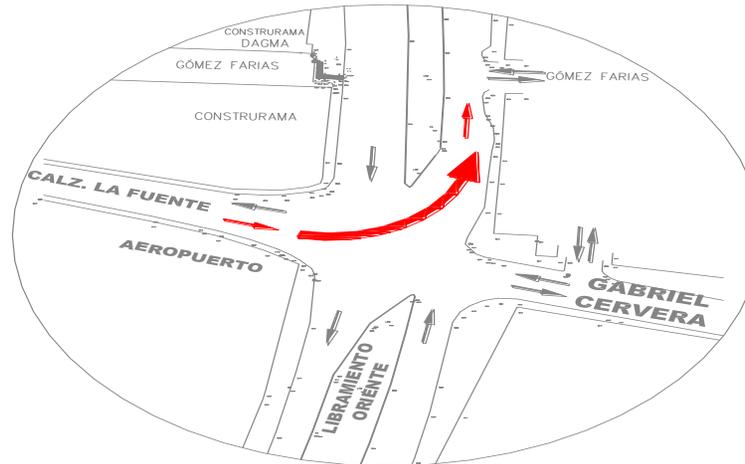
## MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

CRUCERO DEL LIBRAMIENTO ORIENTE Y CALZ. LA FUENTE

**MOVIMIENTO 8**

**CALZ. LA FUENTE DE PONIENTE HACIA EL NORTE POR EL LIBRAMIENTO ORIENTE**

DIAS	HORAS	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	TOTAL
		A 8:00	A 9:00	A 10:00	A 11:00	A 12:00	A 1:00	A 2:00	A 3:00	A 4:00	A 5:00	A 6:00	A 7:00	A 8:00		
19/01/13	LUNES	172	127	134	143	136	190	130	0	0	0	0	0	0	0	1032
20/01/13	MARTES	0	0	0	0	0	0	0	133	128	147	139	158	149	115	969
	<b>TOTAL</b>	<b>172</b>	<b>127</b>	<b>134</b>	<b>143</b>	<b>136</b>	<b>190</b>	<b>130</b>	<b>133</b>	<b>128</b>	<b>147</b>	<b>139</b>	<b>158</b>	<b>149</b>	<b>115</b>	<b>2,001</b>



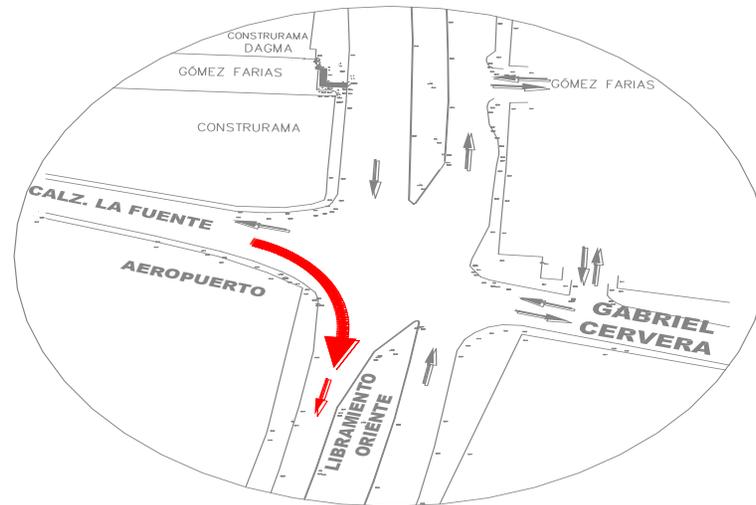
## MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

CRUCERO DEL LIBRAMIENTO ORIENTE Y CALZ. LA FUENTE

**MOVIMIENTO 11**

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

DIAS	HORAS	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	TOTAL
		A 8:00	A 9:00	A 10:00	A 11:00	A 12:00	A 1:00	A 2:00	A 3:00	A 4:00	A 5:00	A 6:00	A 7:00	A 8:00	A 9:00	
19/01/13	LUNES	395	343	342	327	346	328	309	0	0	0	0	0	0	0	2390
20/01/13	MARTES	0	0	0	0	0	0	0	322	340	350	330	360	372	343	2417
	<b>TOTAL</b>	<b>395</b>	<b>343</b>	<b>342</b>	<b>327</b>	<b>346</b>	<b>328</b>	<b>309</b>	<b>322</b>	<b>340</b>	<b>350</b>	<b>330</b>	<b>360</b>	<b>372</b>	<b>343</b>	<b>4,807</b>



## MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

### CRUCERO DEL LIBRAMIENTO ORIENTE Y CALZ. LA FUENTE

MOVIMIENTO 1	7,739	PROMEDIO 595.30 VEHICULOS X HORA
MOVIMIENTO 5	639	PROMEDIO 49.15 VEHICULOS X HORA
MOVIMIENTO 9	2,110	PROMEDIO 162.3 VEHICULOS X HORA
MOVIMIENTO 2	2,355	PROMEDIO 181.15 VEHICULOS X HORA
MOVIMIENTO 6	3,188	PROMEDIO 245.23 VEHICULOS X HORA
MOVIMIENTO 7	1,033	PROMEDIO 162.3 VEHICULOS X HORA
MOVIMIENTO 3	9,151	PROMEDIO 703.92 VEHICULOS X HORA
MOVIMIENTO 10	778	PROMEDIO 59.84 VEHICULOS X HORA
MOVIMIENTO 12	3,252	PROMEDIO 250.15 VEHICULOS X HORA
MOVIMIENTO 4	2,541	PROMEDIO 195.46 VEHICULOS X HORA
MOVIMIENTO 8	2,001	PROMEDIO 153.92 VEHICULOS X HORA
MOVIMIENTO 11	4,807	PROMEDIO 369.76 VEHICULOS X HORA

## MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

### CRUCERO DEL LIBRAMIENTO ORIENTE Y CALZ. LA FUENTE

MUESTRA MOV. 1	A2, A'2	B1	B2	C-2	C-3	T2-S2	T2 S1-R2
07 A 8	<b>275.00</b>	<b>6</b>	2	5	5	4	0
8 A 9	522.00	9	4	6	15	12	0
9 A 10	423.00	5	4	15	18	9	0
10 A 11	361.00	7	2	6	9	2	0
11 A 12	416.00	4	1	3	14	1	0
12 A 13	536.00	1	1	3	14	4	0
13 A 14	633.00	4	2	22	34	4	1
14 A 15	637.00	7	3	20	25	5	3
15 A 16	550.00	8	4	15	27	5	2
16 A 17	525.00	12	2	22	39	8	3
17 A 18	458.00	12	6	19	20	1	0
18 A 19	256.00	5	1	6	7	7	0
19 A 20	676.00	7	1	15	16	11	1
20 A 21	571.00	16	2	9	18	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>6,839.00</b>	<b>103</b>	<b>35</b>	<b>166</b>	<b>261</b>	<b>74</b>	<b>10</b>
PROMEDIO TH	526.08	7.92	2.69	12.77	20.08	5.69	0.77
TD	12,625.85	190.15	64.62	306.46	481.85	136.62	18.46

TPDA **7,488.00**

ESALS (AASHTO) **10,433,433.00**

FHP

## MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

### CRUCERO DEL LIBRAMIENTO ORIENTE Y CALZ. LA FUENTE

<b>MUESTRA MOV. 3</b>	<b>A2, A'2</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C-2</b>	<b>C-3</b>	<b>T2-S2</b>	<b>T2 S1-R2</b>
07 A 8	738.00	10	6	33	17	0	0
8 A 9	782.00	14	6	46	33	6	0
9 A 10	730.00	12	2	30	40	18	4
10 A 11	794.00	4	3	9	13	5	2
11 A 12	490.00	6	7	8	24	18	2
12 A 13	578.00	6	2	16	32	16	0
13 A 14	537.00	13	2	10	36	23	1
14 A 15	537.00	12	0	17	22	18	0
15 A 16	545.00	12	2	22	33	22	3
16 A 17	628.00	14	6	20	40	17	1
17 A 18	515.00	9	1	16	30	12	1
18 A 19	554.00	5	1	8	14	14	0
19 A 20	573.00	14	3	11	25	25	0
20 A 21	419.00	36	9	12	30	30	0
<b>TOTAL</b>	<b>8,420.00</b>	<b>167</b>	<b>50</b>	<b>258</b>	<b>389</b>	<b>224</b>	<b>14</b>
<b>PROMEDIO TH</b>	<b>647.69</b>	<b>12.85</b>	<b>3.85</b>	<b>19.85</b>	<b>29.92</b>	<b>17.23</b>	<b>1.08</b>
<b>TD</b>	<b>15,544.62</b>	<b>308.31</b>	<b>92.31</b>	<b>476.31</b>	<b>718.15</b>	<b>413.54</b>	<b>25.85</b>

FHP

TPDA

**9,522.00**

ESALS

**19,925,895.00**

## MUESTRA DE AFORO VEHICULAR

CRUCERO DEL LIBRAMIENTO ORIENTE Y CALZ. LA FUENTE

FLUJO DE NORTE A SUR	10,488
----------------------	--------

FLUJO ORIENTE PONIENTE	6,576
------------------------	-------

FLUJO SUR A NORTE	13,181
-------------------	--------

Un áforo vial es de suma importancia debido a que teniendo un conteo de los vehículos que pasan por una vialidad se puede proyectar de una manera más eficiente y eficaz las necesidades que requiera dicha vialidad.

Como se puede constatar en el áforo vial que se plasma en este proyecto los flujos vehiculares mayores se presentan sobre el Libramiento Oriente en sus dos sentidos, tanto de norte a sur como de sur a norte. Se puede apreciar que sobre dicha vialidad transita tráfico de todo tipo, desde autos compactos hasta tráiler de doble remolque, haciendo el cruce más peligroso.

Se puede deducir que la manera más apropiada para la solución de este problema es la construcción de un paso a desnivel sobre el Libramiento Oriente, ya que de esta manera todo ese flujo que circula sobre la vialidad ya mencionada no tendría que detenerse para cruzar la Calzada La Fuente.

#### **4.8. Parámetros de diseño.**

De acuerdo a las normas de proyecto geométrico de la SCT y al manual de diseño geométrico de vialidades de la SEDESOL, las arterias viales que se están estudiando en esta investigación corresponden a una vialidad primaria con una vialidad secundaria. De lo anterior mencionado se deduce que el Libramiento Oriente correspondería a una vialidad primaria, y la Calzada La Fuente correspondería a una vialidad secundaria.

A continuación se enumerarán los parámetros con que se diseñará el proyecto geométrico del paso a desnivel del Libramiento Oriente esquina con Calzada La Fuente:

La secretaría de comunicaciones y transportes clasifica las vialidades de la siguiente manera:

- Primarias: La función de las arterias primarias es proveer de viajes a velocidades más altas para el tránsito de paso. El acceso a propiedades adyacentes puede ser permitido si está diseñado de tal manera que no interfiera indebidamente con el tránsito de paso. En lugares donde se permite el acceso, normalmente se requiere de entradas y salidas bien diseñadas con adecuados radios de viraje y posibles rutas de aceleración y desaceleración. Las intersecciones entre las calles locales, colectores y vías primarias están normalmente al grado de intersecciones.
- b) Secundarias: las vías secundarias o colectores, las cuales combinan las dos funciones de enlazar las calles locales al sistema arterial y proveen el acceso local a propiedades adyacentes.
- c) Locales: las calles locales, las cuales tienen un objetivo de tanta importancia como es el de dar acceso a propiedades adyacentes y en las cuales las necesidades de tránsito de paso tienen poca o ninguna prioridad. Muchas calles locales están colocadas de tal manera que no puedan ser usadas por tránsito de paso.

1.- Vialidad primaria y secundaria: de acuerdo con los párrafos anteriores la normativa determina que la vialidad en estudio es una vialidad primaria y la cruza una vialidad secundaria.

2.- Vehículo de proyecto: el vehículo de proyecto con el que se hará el diseño del paso a desnivel anteriormente mencionado corresponde al DE 1525.

Ya que este es el que marca la SCT como el apropiado para las vialidades en estudio.

En las tablas siguientes se muestran los vehículos de proyecto determinados para ciertas vialidades, así como sus dimensiones.

<b>CLASE DE VIALIDAD</b>	<b>VEHICULO DE PROYECTO</b>
Regional	DE1525
Subregional	DE1525 (*)
Primaria	DE1525 (*)
Secundaria	DE610 o DE1220
Local	DE610

(\*) A menos que esté específicamente prohibido por el Reglamento Local.

Tabla 4.1.- Vehículo de proyecto por nivel funcional de vialidad.

Fuente: Manual de proyecto geométrico de carreteras, S.O.P.

CARACTERISTICAS			VEHICULO DE PROYECTO						
			DE - 335	DE - 450	DE - 610	DE - 1220	DE - 1525		
D	Longitud total del vehículo	L	580	730	915	1525	1875		
I	Distancia entre ejes extremos del vehículo	DE	335	450	610	1220	1575		
M	Distancia entre ejes extremos del tractor	DET	—	—	—	397	915		
E	Distancia entre ejes del semiremolque	DES	—	—	—	762	610		
N	Vuelo delantero	Vd	92	100	122	122	92		
S	Vuelo trasero	Vt	153	180	183	183	61		
I	Distancia entre ejes tándem tractor	Tt	—	—	—	—	122		
O	Distancia entre ejes tándem semiremolque	Ts	—	—	—	122	122		
N	Distancia entre ejes inferiores tractor	Dt	—	—	—	379	488		
E	Dist. entre ejes interiores tractor y semiremolque	Ds	—	—	—	701	793		
S	Ancho total del vehículo	A	214	244	259	259	259		
	Entrevía del vehículo	EV	183	244	259	259	259		
E	Altura total del vehículo	Ht	167	214-412	214-412	214-412	214-412		
N	Altura de los ejes del conductor	Hc	114	114	114	114	114		
	Altura de los faros delanteros	Hf	61	61	61	61	61		
cms.	Altura de los faros traseros	Ht	61	61	61	61	61		
Angulo de desviación del haz de luz de los faros			1°	1°	1°	1°	1°		
Radio de giro mínimo (cm)			Rg	732	1040	1281	1220	1372	
PESO TOTAL (Kg)		Vehículo vacío	Wv	2500	4000	7000	11000	14000	
		Vehículo cargado	Wc	5000	10000	17000	25000	30000	
Relación Peso/Potencia (Kg/ HP)			Wc/P	45	90	120	180	180	
VEHICULOS REPRESENTADOS POR EL DE PROYECTO			Ap y Ac	C2	B.- C3	T2 - S1	T3 - S2		
						T2 - S2	OTROS		
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA DISTANCIA ENTRE EJES EXTREMOS (DE) ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DEL PROYECTO			Ap y Ac	99	100	100	100	100	
			C2	30	90	99	100	100	
			C3	10	75	99	100	100	
			T2 - S1	0	0	1	80	99	98
			T2 - S2	0	0	1	93	100	
			T3 - S2	0	0	1	18	90	
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA RELACION PESO/POTENCIA ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DEL PROYECTO			Ap y Ac	98	100	100	100	100	
			C2	62	98	100	100	100	
			C3	20	82	100	100	100	
			T2 - S1	6	85	100	100	100	
			T2 - S2	6	42	98	98	98	
			T3 - S2	2	35	80	80	80	

Fig. 4.1.- Características de los vehículos de proyecto.

Fuente: Manual de proyecto geométrico de carreteras, S.O.P.

3.- Velocidad de proyecto: la velocidad de proyecto con la que se diseñara será de 50 kilómetros por hora, esto debido a que la vialidad es una vialidad primaria (centro) de tipo plano.

Clase	<u>Topografía</u>		
	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 4.2.- Velocidad de proyecto por nivel funcional de vialidad. (Km/hr)

Fuente: Manual de proyecto geométrico de carreteras, S.O.P.

4.- Pendientes: las pendientes son la parte más importante para un proyecto de este tipo debido a que de la pendiente depende la longitud de las rampas, y pueden representar un incremento muy considerable en el presupuesto si es una rampa muy larga, pero tampoco por el hecho de economizar se tendrá que poner una rampa muy corta por qué no sería lo adecuado para el proyecto. Entonces la pendiente de las rampas que se propone sería del 5%. Y con esto quedaría dentro de la norma, ya que esta pide una pendiente máxima del 8% Y 9%.

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 4.3.- Pendientes máximas de acuerdo a la vialidad y velocidad de proyecto.

Fuente: Manual de proyecto geométrico de carreteras, S.O.P.

5.- Tipo de secciones: el paso a desnivel de Libramiento Oriente equina con Calzada La Fuente se propondrá con secciones separadas y cada sección con dos carriles por cada sentido.

La principal ventaja que presenta este tipo de sección es que aminora por mucho las colisiones frontales.

6.- Ancho de carriles: el ancho que se propondrá para cada carril es el óptimo que pide la normativa de la SCT que es de 3.5 metros para cada carril sin acotamiento.

La norma de la SCT dice lo siguiente:

- El ancho mínimo de un carril de circulación es de 3.2 m y el deseable es de 3.5 m para todos los movimientos direccionales (frente y vueltas a la izquierda o derecha). El ancho mínimo de carriles de estacionamiento es de 3.2 m, sin embargo, siempre que sea posible debe de proporcionarse un ancho igual a un carril de circulación por la probabilidad de que en el futuro se convierta en un carril de circulación.

7.- Ancho de camellones: el paso a desnivel del Libramiento Oriente esquina con Calzada La Fuente se proyectara con un camellón de 1 metro de ancho, ya que este servirá solamente como separador de sentido y alojamiento de luminarias, no se pretende que el camellón sirva como andador peatonal.

8.- Claro a librar: el claro que se librará será de 42 metros de longitud, sin apoyos centrales. Ya que esto permitirá una maniobrabilidad mejor en la intersección que se encontrará debajo del puente.

Cabe resaltar que para librar el claro ya mencionado se propondrán vigas de concreto y acero pretensado con la geometría siguiente:

En la siguiente imagen se pueden apreciar el tipo de trabes, con la geométrica que presentan y los claros que libran.

PROPIEDADES DE SECCIONES DE TRABES AASHTO PARA PUENTES					
TIPO	H (cm)	B <sub>1</sub> (cm)	B <sub>2</sub> (cm)	Claro (m)	A (cm <sup>2</sup> )
I	71	40	30	10 a 13	1,743
II	91	45	30	12 a 18	2,325
III	115	56	40	16 a 24	3,629
IV	135	66	50	21 a 30	4,974
V	160	71	107	27 a 36	6,463
VI	183	71	107	33 a 42	6,923

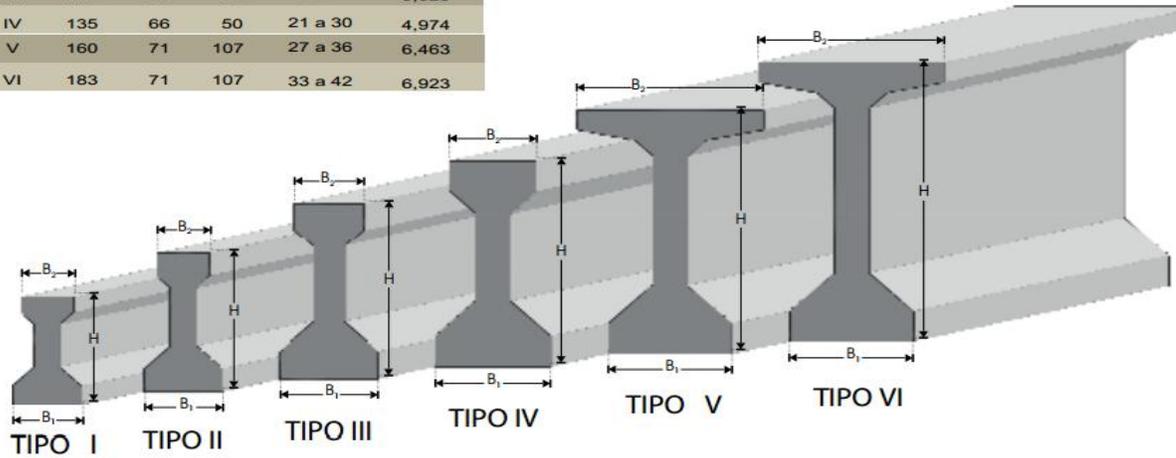


Fig. 4.2.- Diferentes tamaños de trabes.

Fuente: Mexpresa.com

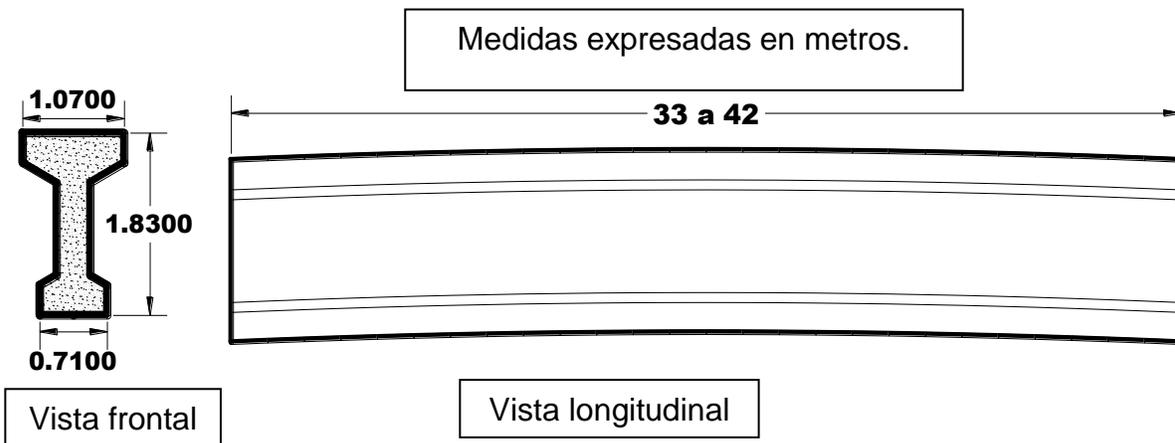


Fig. 4.3.- Vigas pretensadas que se proponen, para el claro de la intersección vial.

Fuente: Elaboración propia.

9.- Altura libre: la altura libre que debe de poseer el paso a desnivel será la que marca la SCT como la mínima, esta es de 5.50 metros. Como se muestra en la figura 3.7.2.

La norma de la SCT dice lo siguiente:

- D.1. Para estructuras que crucen una carretera.

Cuando se trate de pasos inferiores vehiculares (PIV), de ferrocarril (PIF), peatonales (PIP) y ganaderos (PIG), así como pasos superiores vehiculares (PSV), puentes canal y puentes ductos, el galibo vertical o espacio libre vertical debe ser como mínimo (5,5) metros, si 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 5 metros.

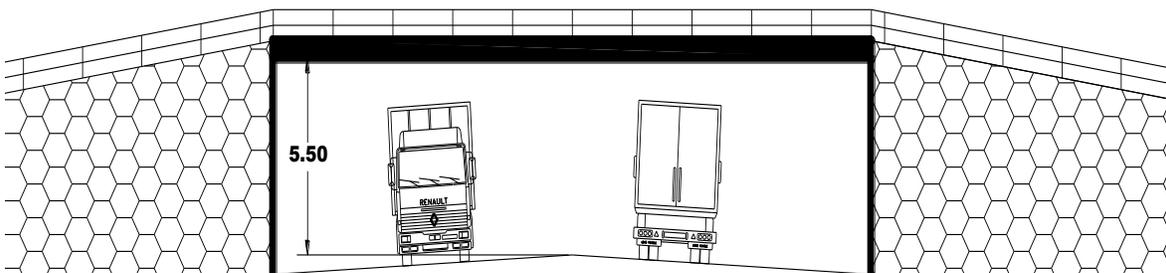


Fig. 4.3.-.Altura a librar en la intersección vial.

Fuente: Elaboración propia.

Con todos los puntos mencionados anteriormente se pretende realizar un proyecto de diseño geométrico idóneo, para que el paso a desnivel cumpla con las expectativas que se plantearon en la hipótesis de esta investigación.

10.- Señalización: la señalización propuesta para el paso a desnivel se presentara en un plano en el apartado de anexos. Y a continuación se presentan las imágenes de los señalamientos que se pretenden colocar una vez que esté terminado el proyecto.

De acuerdo con la norma para la infraestructura del transporte de la SCT, la distancia a la que están los señalamientos está en función de la velocidad de proyecto. Esto en el caso de las señales preventivas.

A continuación se presenta la tabla de la ubicación longitudinal de las señales preventivas.

Velocidad <sup>[1]</sup> km/h	≤30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Distancia <sup>[2]</sup> m	30	45	65	85	110	140	170	205	245	285

[1] En carreteras y autopistas nuevas se utilizará la velocidad de proyecto; cuando estén en operación, se utilizará la velocidad de operación estimada como el 85 percentil de las velocidades medidas en el tramo. En calles se utilizará la velocidad establecida por las autoridades correspondientes.

[2] Valor redondeado correspondiente a la distancia de visibilidad de parada (AASHTO, 1994).

Tabla 4.4.- Ubicación longitudinal de señales preventivas.

Fuente: Normativa para la infraestructura del transporte de la SCT.





Fig. 3.4.-Señalamiento propuesto.

Fuente: [www.paont.com.mx](http://www.paont.com.mx)

Por otro lado se debe de hacer énfasis que el proyecto de investigación que se está presentando es de diseño geométrico, por lo tanto no se habla ni se hace referencia a lo que se refiere con el cálculo estructural.

En el apartado de propuesta se presenta el detallado con los dibujos correspondientes de cada punto de los que aquí se señalaron en los parámetros de diseño, y adicionalmente en los anexos se presentan los planos de manera conjunta del paso a desnivel, intersección a nivel, señalamiento, alzado longitudinal de las rampas y señalamiento.

## CONCLUSIONES

Todo tipo de trabajo no pudiera estar bien, ni se pudiera decir que esta completo, si este carece de un apartado de suma importancia que es el de la conclusión.

Para la culminación de este trabajo de investigación se mencionarán las conclusiones a las que se llegó después de todo lo investigado y lo realizado a lo largo de este trabajo, y posteriormente se presentara la propuesta del paso a desnivel del Libramiento Oriente esquina con Calzada La Fuente.

Primeramente se debe de tener claro el concepto o a lo que hace referencia el diseño geométrico, ya que este es el tema principal de esta investigación. Entonces de aquí se partirá para desarrollar las conclusiones a las que se han llegado.

El diseño o proyecto geométrico se entenderá como una técnica que se aplica en el área de ingeniería civil, y que consiste principalmente proyectar el trazado de una carretera o calle en el terreno.

Esta definición pudiese escucharse muy pobre pero cabe resaltar que para llegar a lo que se acaba de decir son muchas las condicionantes que intervienen para la realización del proyecto geométrico. Tales condicionantes van desde las normas que establece la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, hasta condiciones climatológicas y por supuesto sin dejar de lado el ámbito económico que se presenta al momento de realizar un proyecto.

Posteriormente se concluye que una vía terrestre es una franja de terreno con una geometría totalmente irregular, y que es transitable principalmente por vehículos y su principal función es canalizar dichos automotores a diversos puntos que se desee, por los ocupantes del mismo.

Una vía terrestre es parte de los medios de comunicación que existen en la tierra, entonces también se le puede llamar vía terrestre a cualquier tipo de camino que sea transitable por el hombre.

Los pasos a desnivel son estructuras que forman parte de las vías terrestres y por consecuencia deben de poseer un diseño geométrico adecuado para su correcto funcionamiento.

Los pasos a desnivel tienen como principal finalidad cruzar una intersección vial, peatonal, ganadera o ferroviaria sin la necesidad de parar el tráfico de ambas vialidades. Entonces podría decirse que sirven para garantizar un flujo continuo en condiciones ideales a las que se fue proyectado.

Los pasos a desnivel son la mejor alternativa que existe para resolver problemas de congestión vial, pero en muchas de las ocasiones donde es necesario una estructura de este tipo la razón principal por la que no se realiza es por la elevada inversión que se requiere, y debido a esto pues en muchas ocasiones se omiten. Pero sin duda alguna se concluye que no existe otra solución mejor al congestión vial que los pasos a desnivel o los distribuidores viales, que estos últimos son pasos a desnivel pero de mayor longitud, y que atraviesa por más intersecciones viales.

Entonces cabe mencionar que para llevar a cabo la construcción de un paso a desnivel se tiene que justificar por completo dicho proyecto en lo que se refiere a lo económico, por lo tanto una obra de tal magnitud debe dar un beneficio mucho mayor que lo que costaría su inversión.

El sitio donde se propone el paso a desnivel en esta tesis es un cruce vial con elevado grado de peligrosidad, esto debido a que las distancias a cruzar son grandes y por la demanda vehicular que presenta, además por la imprudencia de muchos de los transeúntes de ese sitio.

Este lugar del que se hace mención corresponde al único libramiento que posee la ciudad de Uruapan Michoacán, por lo tanto por el hecho de ser libramiento se sabe que es una vialidad por donde transita tránsito pesado.

Cabe mencionar que tal lugar de estudio tiene colindancia con el Aeropuerto Internacional de la ciudad de Uruapan Michoacán “Gral. Ignacio López Rayón” por lo tanto estos terrenos con los que colinda son parte o corresponden al gobierno Federal.

La intersección vial en estudio corresponde a dicho libramiento ya mencionado y donde hace esquina con la Calzada La Fuente. Este cruce vial ya es superado por la demanda vehicular que presenta. Como ya se dijo con anterioridad es una vialidad de paso por donde transitan muchos transportes de carga, así como autobuses, camiones urbanos y tránsito local de la zona.

El cruce de Libramiento Oriente esquina con Calzada La Fuente es un lugar idóneo para elaboración de un proyecto y su construcción de un paso a desnivel,

ya que con este se solucionaría el congestionamiento vial que presenta tal intersección.

En la actualidad la el cruce vial del que se habla se conforma de la siguiente manera:

El libramiento oriente se compone de secciones separadas con un gran camellón de 13.5 metros, la sección que tiene circulación de sur a norte se compone de tres carriles y la sección que fluye en sentido contrario de cuatro carriles señalados de la siguiente manera: la sección que va de sur a norte presenta un carril para dar vuelta a la izquierda este mismo carril sirve para los que van de frente junto con carril al lado que se supone que es exclusivamente para los que van de frente pero muchas veces no se respeta.

También cuenta con un carril que debería de funcionar solamente para los que dan vuelta a la derecha, este carril por ser vuelta a la derecha el tránsito debería de ser más fluido, pero no lo es, ya que este carril es tomado por los usuarios de esta vialidad para cruzar la calle y seguir de frente. Este tipo de maniobra se realiza de manera peligrosa y en muchos casos imprudente, debido a que como no es un carril para el uso que se le da, al cruzar la calle se encuentran con una banqueta que esta salida y por lo tanto tienen que meterse a fuerzas al arroyo vehicular que provienen de los dos carriles apropiados para el cruce de la vialidad.

Lo anterior mencionado es causa de una menor fluidez en el tráfico y un mayor congestionamiento vial, presentándose en esta zona en específico un cuello de botella, y en ocasiones provocando accidentes.

En la sección del Libramiento Oriente que circula de norte a sur ocurre un problema similar pero en mayor dimensión. Esto debido a que existen dos carriles exclusivos para los automóviles que van de frente uno para los que dan vuelta a la izquierda o retornan en “u” y otro para los que dan vuelta a la derecha.

Pero aun así de todas maneras existe un congestionamiento vial de tamaño considerable porque lo existente en la sección de la que se está hablando no abastece la demanda que tiene.

Con todo lo mencionado en el apartado de conclusiones se determina que la solución para el problema que existe en esta intersección vial, es la construcción de un paso a desnivel.

En este trabajo de investigación la principal finalidad por la que se llevo a cabo, es para diseñar el proyecto geométrico idóneo de un paso a desnivel en la intersección ya mencionada, y por consecuencia dar la propuesta del diseño geométrico que se requiere.

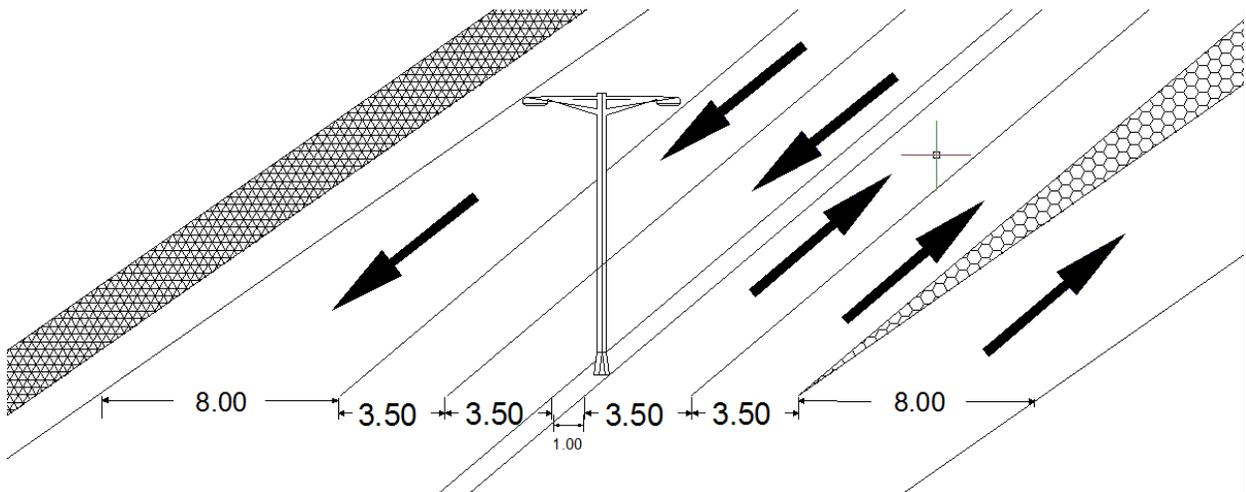
En el apartado de anexos se podrá localizar el plano de la propuesta que se plantea para la solución del problema. En específico el plano con el diseño geométrico del paso a desnivel del Libramiento Oriente esquina con Calzada La Fuente.

## PROPUESTA

En el apartado de anexos se presentan los planos correspondientes con las propuestas realizadas para la intersección vial de la que se está estudiando.

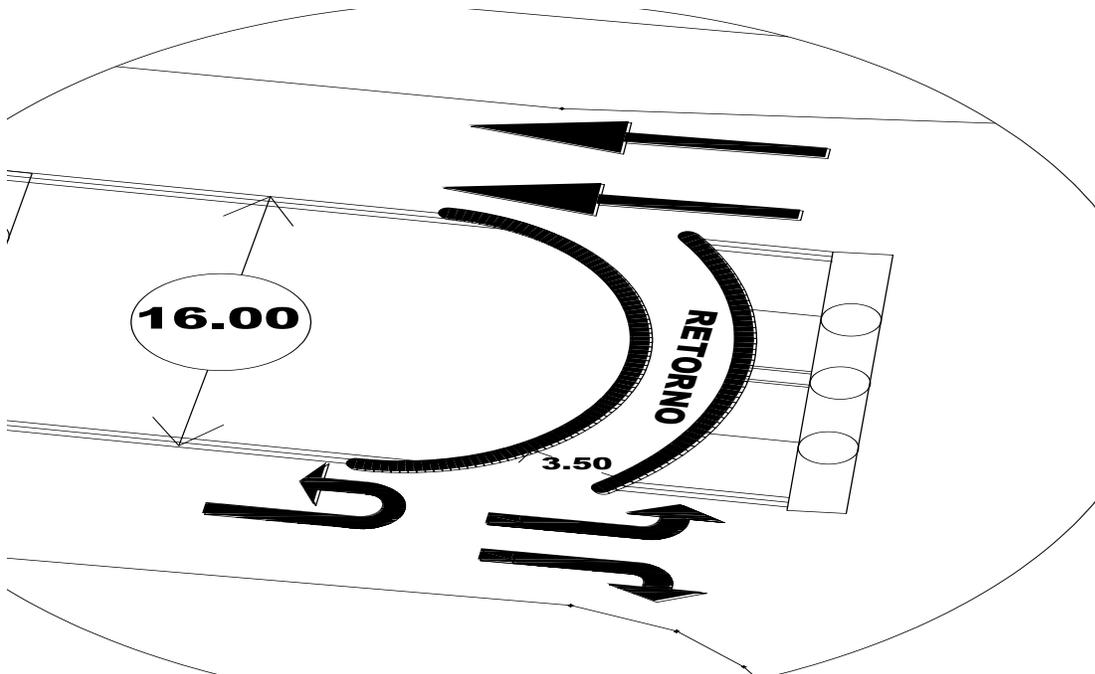
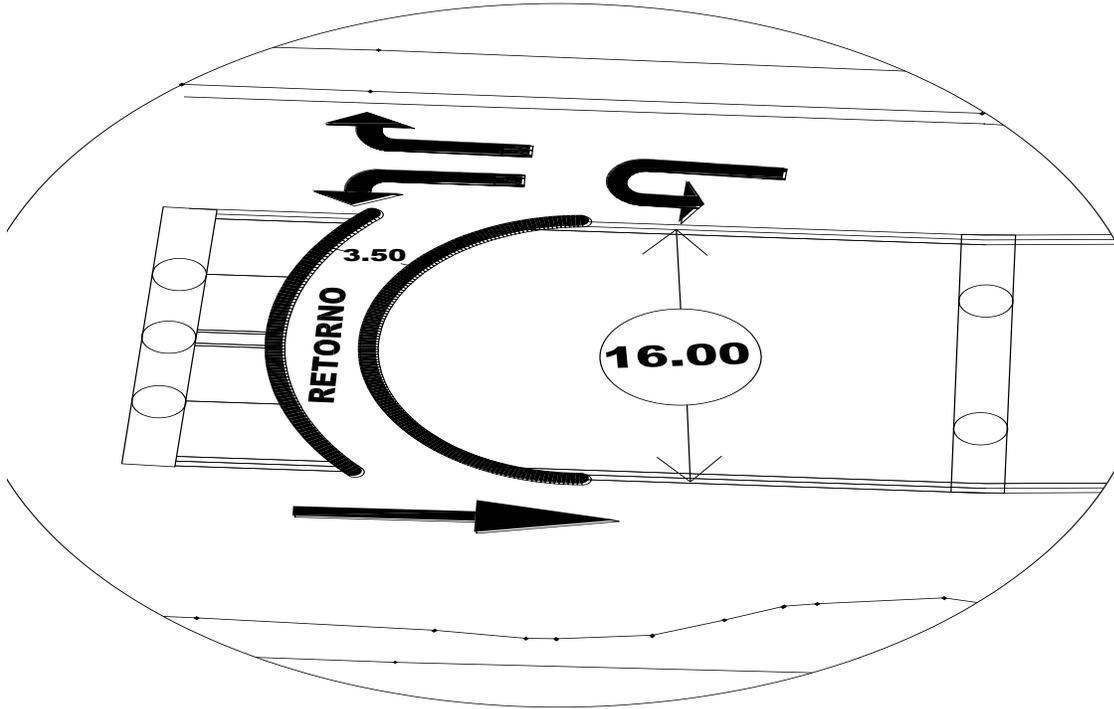
A continuación se presenta como quedaría conformada dicha intersección

- Primeramente se propone un paso a desnivel con las siguientes características:
- Un paso a desnivel de secciones separadas por un camellón central de un metro de ancho. Y los carriles de circulación serán dos por sentido de tres metros y medio cada uno.

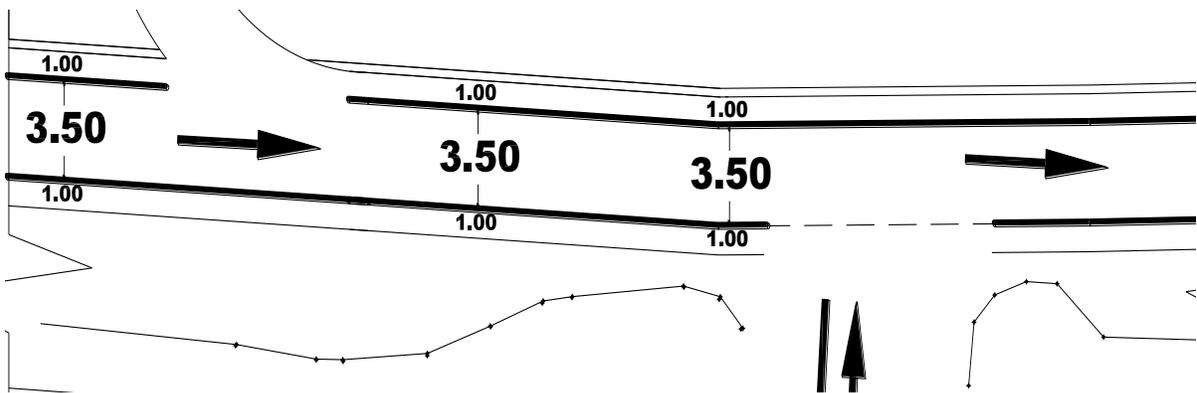
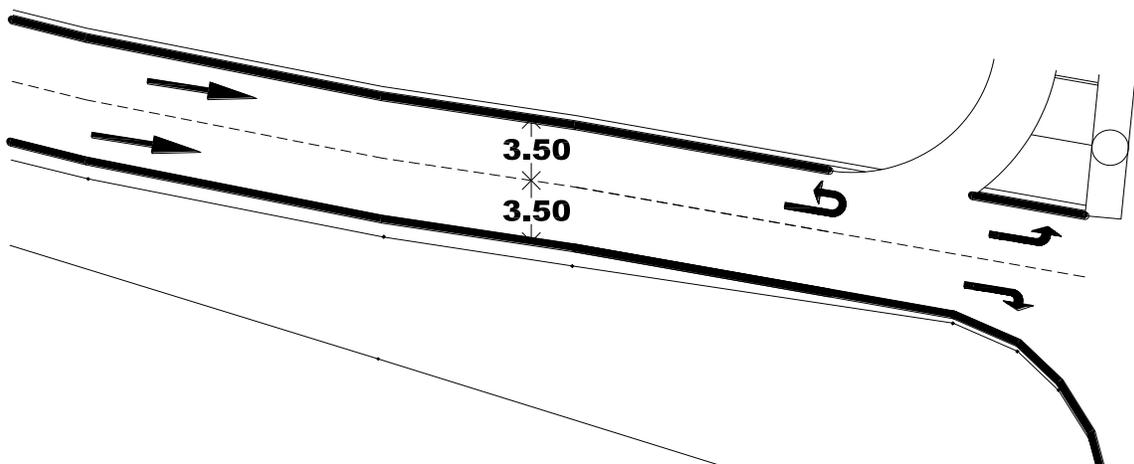


- Un retorno para los vehículos que circulan de norte a sur, y otro para los que circulan de sur a norte sobre el Libramiento Oriente.

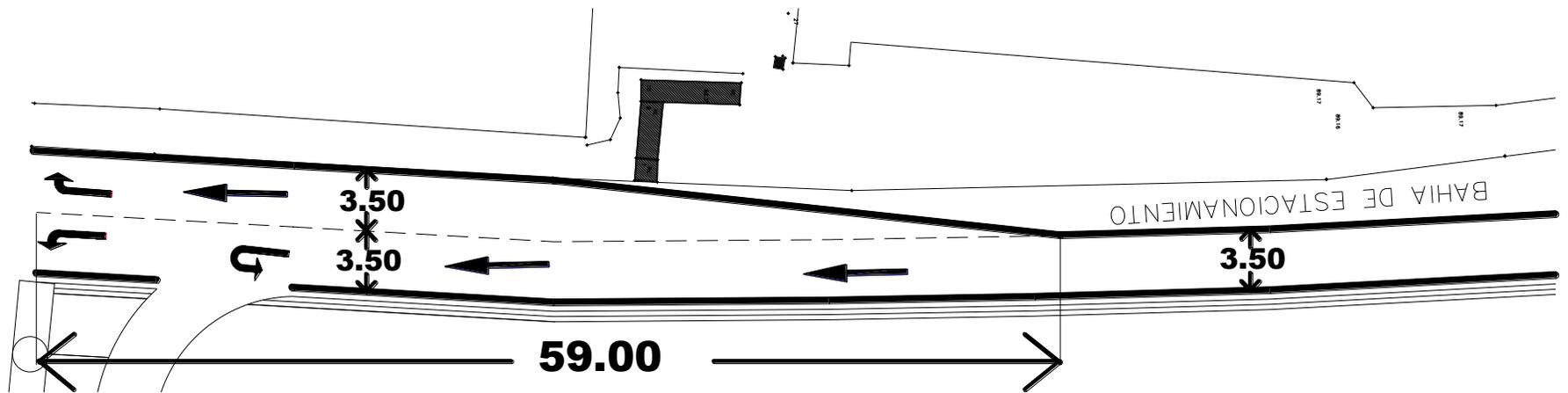
En los planos se aprecia con claridad.



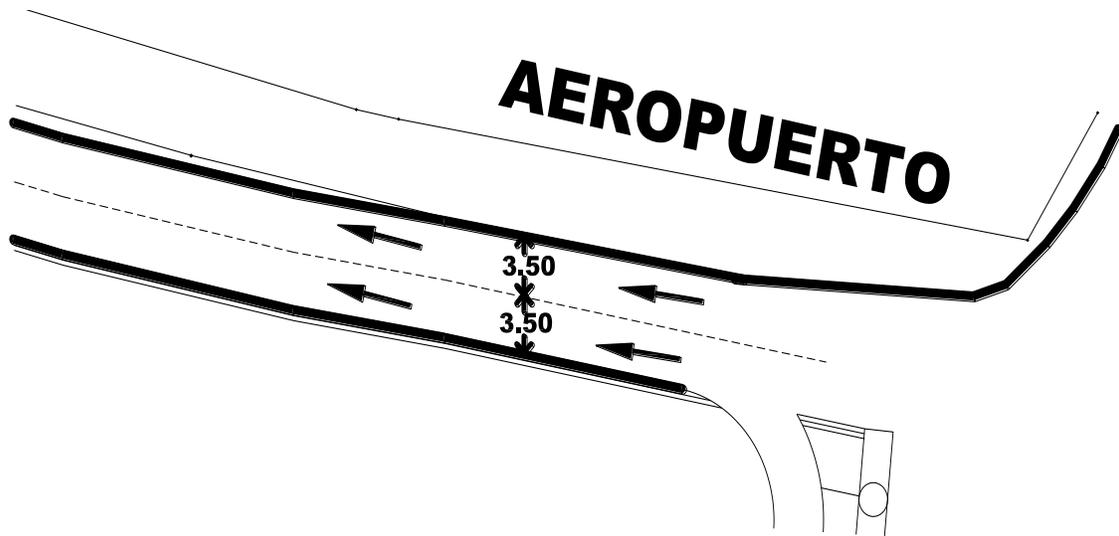
- El señalamiento se encuentra en el apartado de anexos.
- El sentido de sur a norte sobre el Libramiento Oriente, se proponen adicionalmente del paso a desnivel dos carriles de tres metros y medio cada uno para los vehículos que quieran integrarse a la Calzada La Fuente o a la calle Gabriel Cervera, así también como para el transporte urbano. Lo anterior se propone de donde comienza el paso a desnivel a la calle Gabriel Cervera, y de dicha calle hacia adelante se propone un carril de tres metros y medio con un acotamiento de un metro hacia cada lado además de la bahía de estacionamiento.



- En sentido de norte a sur a partir de donde empieza el paso a desnivel hasta llegar a Calzada La Fuente se plantea la propuesta de un carril de la misma dimensión de tres metros y medio, y cincuenta y nueve metros antes de la Calzada La Fuente se propone un carril extra de la misma dimensión.



- En el mismo sentido cruzando la vialidad anteriormente mencionada se proponen dos carriles de tres metros y medio cada unos, hasta incorporarse a los otros dos carriles que provienen del paso a desnivel.



En los planos se puede apreciar conjuntamente lo que aquí se propone.

## BIBLIOGRAFÍA

Crespo Villalaz, Carlos. (2005)

Vías de comunicación.

Ed. Limusa, México.

Cuara Isidro, Jesús Alberto. (2008)

Propuesta de diseño del proceso constructivo de la carretera Nuevo Parangaricutiro- antiguo pueblo de San Juan Nuevo, del tramo 5+000 a km 11+000 del municipio de Parangaricutiro, Michoacán.

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

Hernández, Sampieri Roberto. (2006)

Metodología de la investigación

Mc Graw-Hill, 5ta edicion.

Medina Martínez, Omar. (2011)

Diseño del proyecto geométrico de la carretera “El capulín” del tramo km. 0+000 al km. 2+740, en el municipio de Zitacuaro Michoacán.

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

Mier Suárez, José Alfonso. (1987)

Introducción a la ingeniería de caminos.

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.

Olivera Bustamante, Fernando. (2006)

Estructuración de vías terrestres.

Compañía Editorial Continental, México.

Rico del Castillo. (1993)

La ingeniería de suelos en las vías terrestres.

Ed. Limusa, México.

Puga Magaña, Juan Ricardo. (2008)

Alternativa del proyecto geométrico para el entronque "Caracha" km 92+739 del camino directo Patzcuaro- Uruapan.

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

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 DE INFORMACION

<http://normas.imt.mx/barra.php?tm=1>

<http://normas.imt.mx/barra.php?tm=1>

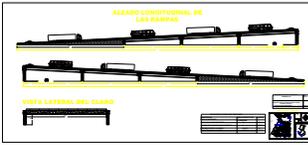
<http://es.scribd.com/doc/51754531/Tomo-4-Manual-de-Diseno-Geometrico-de-Vialidades>

[http://www.uruapan.gob.mx/gobierno/plan\\_municipal\\_desarrollo.pdf](http://www.uruapan.gob.mx/gobierno/plan_municipal_desarrollo.pdf)

[http://www.paont.com.mx/catalogo\\_viales.html](http://www.paont.com.mx/catalogo_viales.html)

[http://www.mexpresa.com/productos/vigas\\_p.php](http://www.mexpresa.com/productos/vigas_p.php)

# **ANEXOS**



**INTERSECCION A NIVEL Y UBICACION DE PILAS Y RETORNOS**

