



UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

Incorporación no. 8727-15

a la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escuela de Ingeniería Civil

DISEÑO DEL PROYECTO GEOMETRICO PARA LA AMPLIACIÓN A CUATRO CARRILES DEL TRAMO 0+130 AL 0+900 DE LA CARRETERA URUAPAN- PÁTZCUARO.

Tesis

que para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presenta:

Carlos Alberto Cervantes Villalobos.

Asesor: **I. C. Sandra Natalia Parra Macías.**

Uruapan, Michoacán, a 1 de septiembre del 2016.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

Introducción.

Antecedentes	1
Planteamiento del problema.....	3
Objetivo general	4
Objetivos específicos	4
Pregunta de investigación	5
Justificación.....	5
Marco de referencia	6

Capítulo 1.- Vías terrestres.

1.1 Antecedentes vías terrestres en México.....	8
1.2 Infraestructura de los caminos	9
1.2.1 Caminos de integración nacional	9
1.2.2 Caminos de tipo social	9
1.3 Clasificación de caminos.....	10
1.3.1 Clasificación por transitabilidad.....	10
1.3.2 Clasificación administrativa	11
1.3.3 Clasificación técnica oficial.....	12

1.4 Elementos de ingeniería de tránsito	13
1.4.1 Características del tránsito	13
1.4.2 Transito diario promedio anual	14
1.4.3 Transito en el carril de diseño	14
1.4.4 Composición del tránsito	14
1.4.5 Volumen de tránsito	15
1.4.6 Densidad de tránsito	15
1.5 Velocidad.....	15
1.5.1 Velocidad de proyecto	16
1.5.2 Velocidad de punto.....	16
1.6 Vehículo de proyecto.....	16
1.7 Espaciamientos e intervalos.....	17
1.8 Derecho de vía	18
1.9 Curvatura.....	18
1.10 Sobre elevación.....	19
1.11 Mecánica de suelos.....	20
1.11.1 Origen y formación de los suelos	21

1.11.2 Fases del suelo, símbolos y definiciones	21
1.11.3 Granulometría de suelos	23
1.11.3.1 Sistemas de clasificación de suelos basados en criterios de granulometría.....	23
1.12 Plasticidad	25
1.12.1 Límites de plasticidad	26
1.13 Sistema Unificado de Clasificación de suelos	26
1.13.1 Grupos de granulometría clasificados por el SUCS	27
1.13.2 Identificación de suelos	27

Capítulo 2.- Características físicas de los caminos.

2.1 Trazo de las carreteras	30
2.1.1 Trazo actual.....	30
2.2 Problemas de tránsito	31
2.3 Solución de problemas de tránsito	32
2.4 Sección transversal	33
2.5 Alineamiento.....	34
2.5.1 Alineamiento vertical	34

2.5.2 Alineamiento horizontal	35
2.6 Ancho de sección	35
2.7 Drenaje de vías terrestres	37
2.7.1 Cunetas	37
2.7.2 Contracunetas	38
2.7.3 Bombeo	38
2.7.4 Vados	39
2.8 Terracerías	39
2.8.1 Terraplén	39
2.9 Capa subrasante	41
2.10 Taludes y cortes en caminos	42
2.11 Bases y sub-bases	42
2.12 Conductor	44
2.13 Visión	44
2.14 Peatones	46
2.15 Semáforos	46
2.16 Señales preventivas	47

2.17 Señales restrictivas	48
---------------------------------	----

2.18 Señales informativas	49
---------------------------------	----

Capítulo 3.- Resumen de macro y micro localización.

3.1 Generalidades	51
-------------------------	----

3.2 Resumen ejecutivo	52
-----------------------------	----

3.3 Entorno geográfico	52
------------------------------	----

3.3.1 Macro localización	52
--------------------------------	----

3.3.2 Micro localización	54
--------------------------------	----

3.4 Entorno del ecosistema de la región	55
-----------------------------------------------	----

3.4.1 Hidrología y clima	55
--------------------------------	----

3.4.2 Geología de Uruapan	58
---------------------------------	----

3.4.3 Flora	58
-------------------	----

3.4.4 Fauna	58
-------------------	----

3.5 Características y uso de suelo	59
------------------------------------------	----

3.5.1 Actividades económicas	59
------------------------------------	----

3.6 Informe fotográfico	60
-------------------------------	----

3.7 Problemas de azolve	64
-------------------------------	----

3.8 Estado físico actual	65
--------------------------------	----

Capítulo 4.- Metodología.

4.1 Método empleado.....	66
--------------------------	----

4.1.1 Método matemático	68
-------------------------------	----

4.2 Enfoqué del proceso de investigación	69
------------------------------------------------	----

4.2.1 Alcance.....	70
--------------------	----

4.3 Diseño de la investigación.....	71
-------------------------------------	----

4.4 Instrumentos de recopilación.....	72
---------------------------------------	----

4.5 Descripción del proceso de investigación.....	73
---------------------------------------------------	----

Capítulo 5.- Cálculo, análisis e interpretación de resultados.

5.1. Aforo vehicular	75
----------------------------	----

5.2. Parámetros para el diseño del camino	83
-------------------------------------------------	----

Conclusiones	93
---------------------------	----

Bibliografía	96
---------------------------	----

Otras fuentes de información	98
-------------------------------------------	----

Anexos.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

Los orígenes de lo que ahora se conoce como carreteras se puede remontar incluso hasta antes de la invención de la rueda, empezando con pequeños caminos denominados veredas, en los cuales su único tránsito eran personas y animales utilizados para la carga.

Conforme pasaban los años las civilizaciones fueron desarrollándose en todos los aspectos. Grandes ciudades de las civilizaciones antiguas empezaron a ver la necesidad de mejorar la infraestructura de sus calles, ya que también la rueda era parte muy importante del tránsito de las calles y empezaron a construirlas de una mejor manera.

Adentrándose un poco más a otras definiciones se puede decir que “la carretera se define como la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido adaptada”.
(Crespo; 1980:1)

Con la invención de la carretera y sus avances en cuanto a su infraestructura, nacieron también las leyes o normativas para llevar un control de calidad, un procedimiento y un orden en la construcción. Cada país tiene su normativa para construcción de carreteras. Abordando la definición del significado que representa esta normativa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), la cual es la encargada de las normativas y construcción de las carreteras de nuestro país, que

define como “el conjunto de criterios, métodos y procedimientos para la correcta ejecución de los trabajos que realiza la Secretaría de Comunicaciones y Transportes”. (www.sct.gob.mx)

En la presente investigación el tema que se abordará está específicamente centrado en el proyecto geométrico, toda esta investigación se llevará a cabo en un marco de planeación. Las etapas más importantes que se presentarán en esta investigación, por mencionar algunas, destaca la topografía del terreno, el volumen del tránsito y la velocidad con la que se llevará a cabo este proyecto.

En la Universidad Don Vasco A. C. existe gran variedad de tesis relacionadas con la Ingeniería Civil, de diversos temas; entre ellos los relacionados con las vías terrestres, de las cuales se tomó referencia de algunos ejemplares que a continuación se muestran:

Alternativa de proyecto geométrico para el entronque “Caracha” km 92+739 del camino directo Pátzcuaro – Uruapan, del 2008, realizada por Juan Ricardo Puga Magaña, en la cual señala como objetivo general la realización de modificaciones geométricas al entronque Caracha, Menciona el aumento al grado de seguridad y eliminar la posibilidad de una colisión, para los usuarios que transiten por este sitio, con esta investigación él llegó a la conclusión de que se llevaron a cabo las modificaciones geométricas propuestas que coinciden con la normatividad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

En la tesis titulada “Alternativa de proyecto geométrico del camino Churumuco 4 caminos, tramos Zicuirán - Churumuco km 42+340 al km 45+420 en el Estado de

Michoacán, realizada por Oscar Francisco Martínez en el año 2008 su objetivo general fue realizar modificaciones geométricas del camino Zicuíran – Churumuco, Michoacán. La conclusión a la que llegó, que con las modificaciones geométricas se tendrá una mejor seguridad en el tramo en cuestión, todo esto apegado a la normatividad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Los alumnos egresados Iván Manzo Ferrer y Martín Montaña Magaña realizaron la tesis con el título “Alternativa de proyecto geométrico, obra de drenaje y pavimentación de la carretera Ciudad Hidalgo – Casas Pintas, del km 3+000 al km 5+000” realizada en el año 2012, en la cual se menciona como objetivo general dar una alternativa de modernización para la carretera Ciudad Hidalgo – Casas Pintas, del km 3+000 al km 5+000, se llegó a la conclusión de la realización del diseño geométrico es factible para el tránsito de esa vía.

Planteamiento del problema.

La situación de este país en estos tiempos no es la más agradable para sus habitantes, no sólo se ve reflejado en lo social, político o económico. También repercute en la infraestructura el país y una de las ramas más afectas de la infraestructura del país, es las vías terrestres. No se ocupa dar una explicación o una evidencia de lo obsoletas que son en el país, todos estos problemas con las vías terrestres provienen de una falta de apegamiento a la normativa de construcción de la SCT, un empleo de materiales de baja calidad. Estos factores arrastran grandes problemas a futuro, como lo son de ámbito económico, estructural, ecológico y social.

Este problema no es ajeno a la ciudad de Uruapan Michoacán, desafortunadamente la ciudad está muy deteriorada en su infraestructura terrestre, un claro ejemplo es el tramo carretero que se encuentra ubicado en una de las salidas de Uruapan, más específicamente en la carretera Uruapan – Pátzcuaro, ya que como es un tramo en el cual su tránsito es muy fluido a lo largo del día, llegándose a la conclusión de que el tránsito de vehículos en el lugar en su mayoría es pesado, por lo que se requiere una ampliación a cuatro carriles.

Esta investigación pretende brindar una propuesta de diseño para la ampliación del tramo carretero.

Objetivo general:

Proponer el diseño geométrico para la ampliación a cuatro carriles del tramo 0+130 al 0+900 de la carretera Uruapan-Pátzcuaro.

De la misma manera se citan los objetivos específicos que han de lograrse mediante la realización de esta investigación.

Objetivos específicos:

- 1) Definir qué es una vía terrestre.
- 2) Mencionar qué características tiene un camino.
- 3) Definir al proyecto geométrico.

- 4) Especificar las partes que conformaran el tramo a diseñar.
- 5) Comprobar que tan factible resultaría la ampliación del tramo carretero.

Pregunta de investigación:

En esta investigación se responderá a varias preguntas que surgen, al mismo tiempo con la propuesta de diseño geométrico. Afortunadamente estas preguntas serán resueltas gracias a una investigación totalmente enfocada en el tema, pero en específico se desea responder:

¿Qué tan factible resultaría que se realizara el diseño geométrico de la ampliación a cuatro carriles de tramo carretero que se encuentra en el km 0+130 al km 0+900 de la carretera Uruapan – Pátzcuaro?

¿Qué mejoramiento provocaría esta ampliación en el tránsito de vehículos del tramo carretero en cuestión?

Justificación:

En la presente investigación se busca aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la Escuela de Ingeniería Civil, así como llegar a una conclusión satisfactoria del diseño del proyecto geométrico de la ampliación del tramo carretero.

En este estudio se pretende mejorar el fluido del tráfico de la zona, así como traer beneficios a la ciudad en cuanto a la infraestructura de sus carreteras. Con este proyecto se beneficiaría a muchas personas no sólo directamente, sino que también a gran parte de personas de forma indirecta, ya que no sólo se trata de un simple proyecto, sino está basado en un problema real de la ciudad de Uruapan, Michoacán y por lo tanto podría ser aplicado de forma real.

Marco de referencia:

El proyecto en investigación se ubica en la ciudad de Uruapan, Michoacán las coordenadas 19° 25´ de latitud norte y 102° 01´de longitud oeste, a una altura de 1632 metros sobre el nivel del mar.

El clima que se presenta en la región es uno de los más variados del estado de Michoacán debido al relieve que tiene la ciudad, por ello es muy común encontrar diferentes tipos de climas en determinadas zonas de la ciudad, entre los principales climas que podemos encontrar es subhúmedo con lluvias en verano, semicálido subhúmedo con lluvias en verano.

La flora y fauna que se puede encontrar en la zona es muy variado ya que la mayor parte de la ciudad está rodeada de pino y encino, en cuanto a la fauna se conforma de coyote, zorrillo, venado, zorra, liebre, tlacuache, conejo, pato, torcaza y chachalaca.

La mayor parte del suelo de la zona es dedicado a la agricultura, en específico al cultivo de aguacate, lo que ha llevado a la ciudad a ser reconocida mundialmente como la capital mundial del aguacate.

Los tipos de suelos que conforman la ciudad son principalmente limosos, casi en la totalidad de la ciudad, sin embargo existen algunas zonas en las que su suelo está conformado por suelos arcillosos.

La demografía del municipio de acuerdo con el INEGI y su censo realizado en el año 2005, indica que la población total es de 315,350 habitantes, de los cuales 152,442 son hombres y 162,908 son mujeres.

CAPÍTULO 1

VÍAS TERRESTRES

En este capítulo se abordarán algunos aspectos, componentes y antecedentes de las vías terrestres, de los cuales se puede mencionar la clasificación de los caminos, su infraestructura, su normatividad de construcción, sus elementos de tránsito, las diferentes velocidades que se encuentran en un proyecto de vías terrestres, derecho de vía, distancias de visibilidad y mecánica de suelos.

1.1 Antecedentes de vías terrestres en México.

De acuerdo con Fernando Bustamante (2004), en lo que hoy se conoce como la República Mexicana, en épocas muy remotas sólo existían veredas o caminos peatonales, los cuales se formaban con el paso de personas y animales utilizados para carga o transporte de las mismas personas. Fue hasta la llegada de los españoles, los cuales trajeron a México nuevas tecnologías y herramientas de transporte, como las carretas las cuales impulsaron a una mejor construcción de brechas y veredas. Gracias a esto empezó a fluir más la comunicación entre los pueblos.

Según Bustamante (2004), al inicio del siglo XIX trajeron los primeros automóviles al país los cuales transitaban por las veredas que utilizaban las carretas. Pero en el año 1925 se empezaron a construir las primeras carreteras con técnicas avanzadas; los primeros caminos de este tipo conectaban la ciudad de México con Veracruz, a Laredo con Guadalajara y fueron construidas por empresas estadounidenses, pero a

partir de 1940 los ingenieros mexicanos fueron los encargados de construir las carreteras del país.

1.2 Infraestructura de los caminos.

De acuerdo con Bustamante (2004), en un país es muy importante la infraestructura de sus vías terrestres; y casi siempre están a cargo del gobierno. Se dice que los caminos son la infraestructura de la infraestructura, con esto se quiere decir que una vez que existe un buen camino tiende a representar una vía de comunicación muy importante para un país, ya que con esto se logra un buen intercambio de servicios entre las ciudades, además de que las carreteras traen consigo un importante desarrollo económico, por lo que antes de su construcción se deben evaluar los beneficios sociales y económicos que ésta puede traer.

1.2.1 Caminos de integración nacional.

Un camino nacional es el que conecta a las ciudades más importantes de un país, por ejemplo la capital del país tiene que estar conectada con las capitales de cada uno de los estados que conforman al país y estas capitales a su vez se conectan a los municipios más importantes de sus estados. A este tipo de caminos se les puede denominar caminos troncales, ya que son los más importantes de la nación. Para la construcción de este tipo de caminos, queda sólo a la evaluación y criterio de los gobernantes ya que ellos son los que deciden el monto de la inversión.

1.2.2 Caminos de tipo social.

Este tipo de caminos son principalmente construidos para conectar a zonas rurales marginadas, con ciudades mayormente desarrolladas lo cual ha permitido

una mayor comunicación en el país, así como un mejor intercambio de servicios con poblaciones marginadas. Para este tipo de construcciones se debe evaluar principalmente el costo por habitante servido que se calcula al dividir el costo de la obra entre el número de ciudadanos residentes de estas poblaciones rurales.

1.3 Clasificación de caminos.

Según Crespo (1979), con el nacimiento de las carreteras se tuvo que hacer una clasificación de las mismas de diferentes maneras en diferentes lugares del mundo, ya sea por su importancia o por su transitabilidad.

México no es la excepción, ya que también cuenta con su clasificación; la cual se divide en tres y son: clasificación por transitabilidad, clasificación por su aspecto administrativo y clasificación técnica oficial.

1.3.1 Clasificación por transitabilidad.

La clasificación por transitabilidad se clasifican dependiendo del grado de construcción en que se encuentre la carretera y se divide en:

1. Terracerías: cuando se ha construido la sección de proyecto hasta su nivel de subrasante, su uso es ideal en tiempo de secas ya que cuando es temporada de lluvias generalmente tiende a deteriorarse el camino.
2. Revestida: es cuando la subrasante del camino se le ha colocado ya una o varias capas de material granular y es transitable todo el tiempo.
3. Pavimentada: es cuando en la subrasante del camino ya se le ha construido totalmente el pavimento.

La clasificación anterior es casi universalmente usada en cartografías y planos y se representa así:



Imagen 1.1.- Clasificación usada en cartografías.

Fuente: Crespo, 1979,2.

1.3.2 Clasificación administrativa.

En cuanto al aspecto administrativo las carreteras se clasifican en:

1. Federales: es cuando son pagadas o costeadas íntegramente por la federación y por lo tanto se encuentran a su cargo.
2. Estatales: estas carreteras son construidas, mediante un sistema de cooperación a razón del 50% aportado por el estado donde se va a construir y el otro 50% del costo lo aporta el gobierno federal. Estas carreteras quedan a cargo de las juntas locales de caminos.
3. Vecinales o rurales: este tipo de caminos son costeados por una cooperación, la cual consiste en que un tercio del valor total de la obra lo aporte los vecinos beneficiados con la obra; el otro tercio lo aporta el gobierno federal; mientras que el último tercio del costo lo aporta el gobierno estatal. En cuanto a su conservación y mantenimiento, está a cargo las juntas locales de caminos.

4. De cuota: son las carreteras que quedan a cargo de la dependencia oficial descentralizada denominada Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios y Conexos, en cambio otras como las autopistas o carreteras concesionadas a la iniciativa privada por tiempo determinado, siendo la inversión recuperable a través de cuotas.

1.3.3 Clasificación técnica oficial.

De acuerdo con Crespo (1979), esta clasificación está enfocada en distinguir las características físicas de los caminos. Toma en cuenta el volumen de tránsito que pasa por el camino, su periodo económico final que ronda los 20 años y por su puesto las especificaciones geométricas del camino.

En México la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.) es la encargada de la clasificación técnica de las carreteras en el país y lo hace de la siguiente manera:

1. Tipo especial: estos caminos requieren de un especial estudio, pudiendo tener en su corona de dos a cuatro carriles en un sólo cuerpo, ganándose la designación A2 y A4 respectivamente o teniendo cuatro carriles en dos cuerpos diferentes designándoseles como A4,S. En este camino su tránsito de vehículos promedio diario anual es superior a 3,000 vehículos, lo cual equivale a un tránsito horario máximo anual de 360 vehículos o más.
2. Tipo A: son las carreteras que tiene un tránsito promedio diario anual de 1,500 a 3,000 vehículos, lo que equivale a un tránsito horario máximo anual de 180 a 360 vehículos.

3. Tipo B: son las carreteras que tienen un tránsito promedio diario anual de 500 a 1,500 vehículos, que a su vez equivale a un tránsito horario máximo anual de 60 a 180 vehículos.

Esta clasificación ha recibido modificaciones debido al tránsito de vehículos pesados igual o mayor a tres toneladas por eje que se calculan son el 50% del total del tránsito, además de la transformación de vehículos comerciales a ligeros, entre otros factores.

1.4 Elementos de ingeniería de tránsito.

Es muy importante conocer el promedio de vehículos o tránsito que pasarán o transitarán por un camino, las características de los vehículos que circularán por el camino, los diferentes tipos de cargas a los que se verá sometida la estructura del camino. Y en base a esto se puede tener una mejor planeación en el proyecto.

1.4.1 Características del tránsito.

Para efectuar el proyecto de pavimentación de un camino es necesario conocer las características del tránsito como son:

- a) Tránsito diario promedio anual (TDPA).
- b) Tránsito en el carril de diseño.
- c) Composición del tránsito por tipos de vehículos.
- d) Peso de los vehículos, cargados y vacíos.
- e) Número y posición de ejes y llantas.
- f) Incremento anual del tránsito.

- g) Número de vehículos o de ejes que transitarán por el camino durante su vida útil.

1.4.2 Tránsito diario promedio anual (TDPA).

Se le llama así al promedio de vehículos total que pasan por una carretera en ambos sentidos durante un año, dividido entre los 365 días. Para determinar el TDPA de un camino que está en operación, se cuenta de forma directa el tránsito todo esto mediante un procedimiento u operación que se llama aforo, el cual consiste en llevar un contador mecánico al lugar donde se desea realizar el aforo durante todo el año o sólo en ciertas temporadas y él se encargará de realizar el conteo del tránsito vehicular.

1.4.3 Tránsito en el carril de diseño.

Es el porcentaje de vehículos que transitan por los carriles, para conocer este porcentaje se necesita hacer un aforo, todo es muy importante para la ampliación, o construcción de un proyecto geométrico de algún tramo carretero.

1.4.4 Composición del tránsito.

Según Bustamante (2004), es necesario conocer la cantidad de vehículos de cada tipo que circulan por las carreteras, para esto se requiere clasificar los diferentes vehículos que transitan y su clasificación es por ejemplo, los vehículos de tipo A que son todos los automóviles, camionetas pick up y los que pesen menos de 3 toneladas, los vehículos de tipo B son todos los autobuses y por último los de tipo C son los camiones de carga con más de 3 toneladas de carga; estos camiones a su

vez se dividen en grupos ya que su peso puede variar desde 3 toneladas hasta 60 toneladas.

1.4.5 Volumen de tránsito.

De acuerdo con Wright (1993), el volumen de tránsito se puede definir como la cantidad de vehículos que pasan en un determinado tiempo, existen métodos estadísticos con los cuales mediante una gráfica se puede observar las épocas de año en las cuales hay mayor volumen de tránsito de alguna carretera, también se puede graficar mediante horas al día y así poder conocer a qué hora del día existe mayor volumen de tránsito.

1.4.6 Densidad de tránsito.

La densidad de tránsito, también llamada concentración de tránsito, se define como el número promedio de vehículos que ocupan un determinado tramo longitudinal de una carretera en un momento dado. La densidad de tránsito está directamente relacionada a la velocidad y volumen de tránsito.

1.5 Velocidad.

La velocidad en términos físicos es la relación que existe entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrer ese espacio.

La velocidad de un carro depende mucho de las características del carro, las habilidades del conductor, las condiciones del camino, condiciones climáticas y también el volumen de tránsito, todos estos factores causan una gran variabilidad en la velocidad del auto cuando transita por un camino.

1.5.1 Velocidad de proyecto.

Es la velocidad ideal o velocidad máxima ideal, para determinado tramo de alguna carretera, esta velocidad se deduce en base a diferentes características como son: el terreno y tipo de carretera, cantidad y composición del tránsito, los costos de derecho de vía y las consideraciones estéticas.

1.5.2 Velocidad de punto.

La mayor parte de los estudios de velocidad se refieren a la velocidad de los vehículos en determinado punto de un camino o de una calle, a esa velocidad se le ha llamado velocidad de punto.

1.6 Vehículo de proyecto.

Las dimensiones tanto de ancho como de largo influyen directamente en el ancho y capacidad de los carriles, así como también para el cálculo del radio de giro de una curva de una carretera, o para la realización del proyecto de esta misma. Otro factor muy importante para la realización de un proyecto geométrico es el peso de los vehículos ya que en base a este se hace un adecuado mejoramiento de suelo diseñado para la resistencia de la carretera.

“La ASSHTO recomienda que se utilicen 10 vehículos de diseño para determinar los controles en el proyecto geométrico de una carretera. Estos varían en tamaño, desde el carro de pasajeros hasta las combinaciones de semitrailer largo y tráiler completo.” (Wright, 1993, 239)

1.7 Espaciamientos e intervalos.

Una de las situaciones más importantes a las que se le debe de poner atención en el proyecto, debe ser el comportamiento que presentan los conductores. Algunas de las situaciones que engloban el comportamiento de los conductores es la demora de los vehículos y el tiempo que tarda en cruzar un peatón la carretera.

“El espaciamiento es simplemente la distancia que existe entre vehículos sucesivos, se mide normalmente de la defensa delantera de un vehículo a la defensa delantera de otro; esta medida es la inversa de la densidad. El intervalo es el tiempo que transcurre entre las llegadas de vehículos sucesivos a un punto específico y es la inversa del volumen.” (Wright, 1993, 139)

La fórmula de la ecuación para la distribución de Poisson, sirve para saber la cantidad de vehículos que pasan por un determinado tiempo en situaciones donde se presenta poco tránsito vehicular.

$$P(x) = \frac{m^x e^{-m}}{x!}$$

Donde:

$P(x)$ = es la probabilidad de que un número determinado de vehículos pase por un tramo carretero en una unidad de tiempo.

$m = VT/3600$ = número promedio de vehículos que llegan en un determinado tiempo t .

V = volumen de tránsito.

t = longitud del intervalo de tiempo.

1.8 Derecho de vía.

Es una franja de terreno la cual alberga una vía de comunicación y que es parte integral de la misma.

En México se ha establecido una amplitud mínima de cuarenta metros, veinte metros de cada lado del eje, para el derecho de vía. Deduciéndose el ancho de las calles en zonas urbanas; en casos especiales puede aumentar o disminuir la anchura antes indicada.

1.9 Curvatura.

“Se denomina grado de curvatura al ángulo en el centro correspondiente a un desarrollo de arco de 20 metros y su relación con el radio de la curva es:”
(Crespo, 1979, 16).

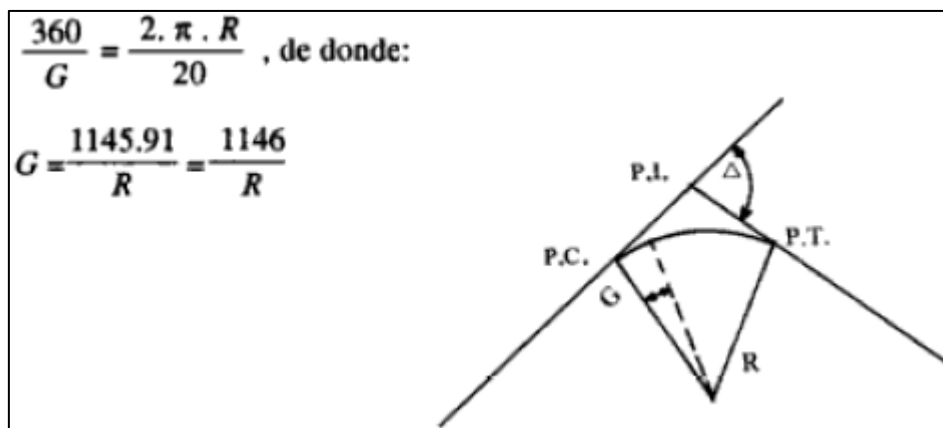


Imagen 1.2.- Grado de Curvatura.

Fuente: Crespo, 1979,16.

“La tabla que sigue muestra los grados máximos de curvatura recomendables según el tipo de camino y según la topografía, pero hay que tener presente que, en

todos los casos, el proyectista debe analizar la situación particular en cada uno de ellos para decidir qué valor escoger”. (Crespo, 1979, 17).

GRADOS DE CURVATURA MÁXIMOS RECOMENDABLES				
TOPOGRAFÍA				
Tipo de camino	Plana o con poco lomerío	Con lomerío fuerte	Montañosa, pero poco escarpada	Montañosa pero muy escarpada
Tipo Especial	2°30'	4°30'	6°	6°
Tipo A	8°	11°	16°30'	26°
Tipo B	11°	16°30'	26°	35°
Tipo C	16°30'	26°	47°	67°

Tabla 1.1 Grados de curvatura máximos recomendables.

Fuente: Crespo, 1979, 17.

1.10 Sobre elevación.

“Si un vehículo sigue la trayectoria de una tangente y pasa a la de una curva, al recorrer ésta aparece la fuerza centrífuga que origina dos peligros de estabilidad para el vehículo en movimiento:

El peligro de deslizamiento transversal y el peligro de vuelco.

El primero se presenta cuando el coeficiente de rozamiento transversal u_t no es suficiente para que $P \cdot u_t$ sea mayor que la fuerza centrífuga F_c , y el segundo se presenta cuando F_c por A_a es mayor que P por AB ”. (Crespo, 1979, 17)

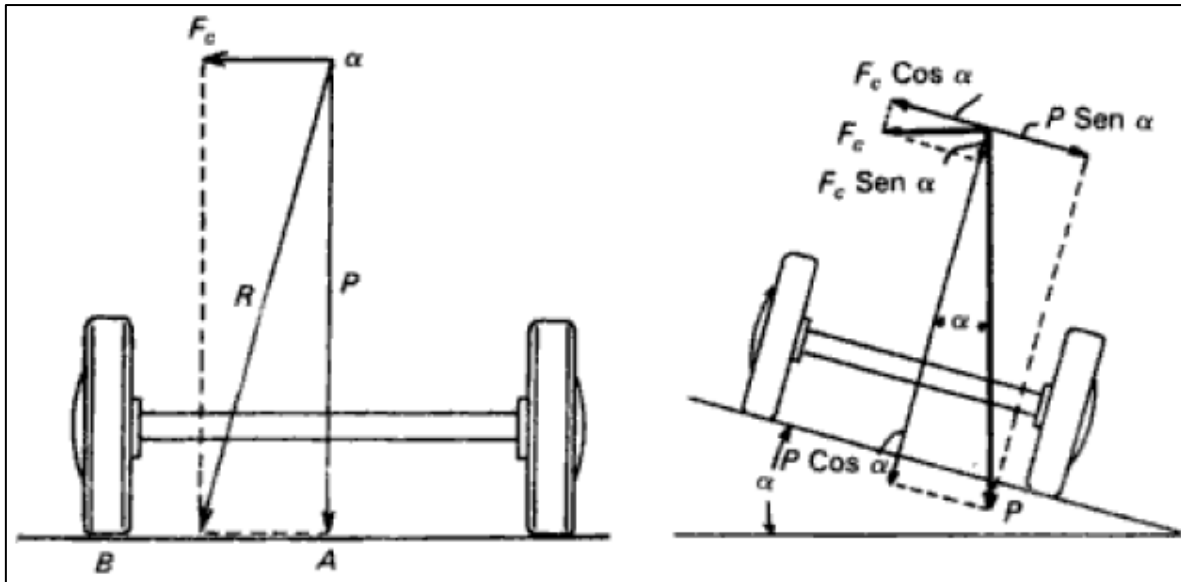


Imagen: 1.3 Sobre elevación.

Fuente: Crespo, 1979, 17.

1.11 Mecánica de suelos.

“Antes del desarrollo de la mecánica aplicada, posible a su vez gracias a las grandes contribuciones científicas de los teóricos, todos los principales problemas de la ingeniería civil eran resueltos en forma intuitiva o por tanteos. Ello perjudicaba serios riesgos en lo referente tanto a seguridad como a economía”. (Juárez Badillo, 2002, 33)

El advenimiento a la teoría de los principios de la mecánica hizo posible predecir el comportamiento de una estructura, basándose en las propiedades de los materiales constitutivos de ella. En este aspecto dos materiales fueron particularmente objeto de seria atención: el acero y el concreto, para los cuales pronto se desarrollaron normas de fabricación que garantizando ciertas cualidades, permitieron el conocimiento, siquiera aproximado, de su comportamiento.

1.11.1 Origen y formación de los suelos.

“Envolviendo al manto se encuentra la corteza terrestre, capa de densidad decreciente hacia la superficie, formada sobre todo por silicatos. Esta capa, de espesor medio 30-40 km en las plataformas continentales, ésta constituida por grandes masas heterogéneas con depresiones ocupadas por los mares y océanos”. (Juárez Badillo, 2002, 33)

En la parte superior de esta corteza terrestre, existe una pequeña capa formada por la descomposición de lo más alto de la superficie, a esta pequeña capa se le conoce como suelo, del cual se trata la mecánica de suelos.

“Suelo, es un término del que hacen uso diferentes profesantes. La interpretación varía de acuerdo con sus respectivos intereses. Para el agrónomo, por ejemplo, la palabra se aplica a la parte superficial de la corteza capaz de sustentar vida vegetal, siendo esta interpretación demasiado restringida para el ingeniero. Para el Geólogo es todo material intemperizado en el lugar en que ahora se encuentra y con contenido de materia orgánica cerca de la superficie; esta definición peca de parcial en Ingeniería, al no tomar en cuenta los materiales transportados no intemperizados posteriormente a su transporte”. (Juárez Badillo, 2002, 34)

1.11.2 Fases el suelo, símbolos y definiciones.

De acuerdo con Juárez Badillo (2002), en el suelo puedes encontrar tres fases que lo constituyen las cuales son: la sólida, la líquida y la gaseosa. La fase sólida está formada principalmente por los minerales del suelo; la líquida es prácticamente agua, aunque pueden existir otros líquidos en algunos casos; la gaseosa es formada por aire, aunque puede haber casos en donde se presenten otro tipo de gases, como por ejemplo vapores sulfurosos.

Las fases líquida y gaseosa, son las que se les puede determinar como el volumen de vacíos, que se encuentran en un suelo, y el volumen de los sólidos es representado por la fase sólida del suelo.

Un suelo saturado es cuando su volumen de vacíos es totalmente ocupado por agua.

También existen los suelos llamados turbas, los cuales contiene un gran porcentaje de materia orgánica en diferentes formas y esta materia en su mayoría es formada por vegetación en descomposición, un ejemplo de las turbas son los pantanos.

“En el laboratorio de mecánica de suelos se puede determinar fácilmente el peso de las muestras húmedas, el peso de las muestras secadas en el horno y el peso específico relativo de los suelos”. (Juárez Badillo, 2002, 52)

En la siguiente figura se muestra un esquema de una muestra de suelo, en la cual se pueden observar las diferentes fases del suelo y sus símbolos:

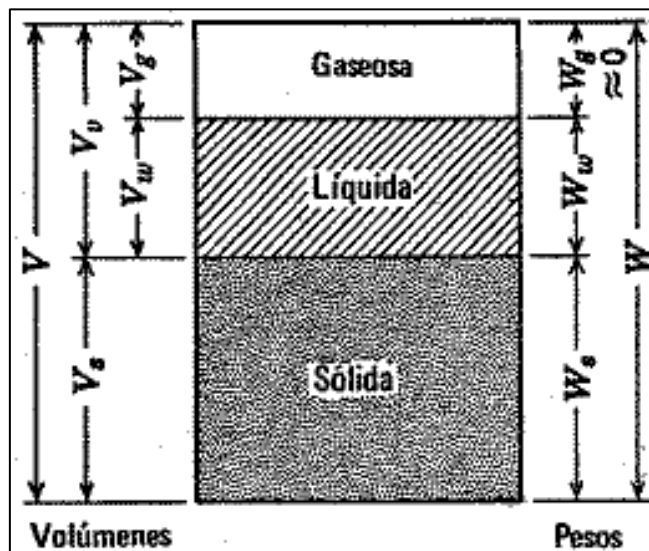


Imagen: 1.4 Fases que presenta el suelo.

Fuente: Juárez, 2005,51.

El significado de las abreviaciones de la figura anterior son los siguientes:

V_m = volumen total de la muestra de suelo.

V_s = volumen de la fase sólida de la muestra.

V_v = volumen de los vacíos de la muestra de suelo.

V_w = volumen de la fase líquida contenida en la muestra.

V_a = volumen de la fase gaseosa de la muestra.

W_m = peso total de la muestra del suelo.

W_s = peso de la fase sólida de la muestra.

W_w = peso de la fase líquida de la muestra.

W_a = peso de la fase gaseosa de la muestra, que en mecánica de suelos siempre se considera como nula o de valor cero.

1.11.3 Granulometría de suelos.

“En los comienzos de la investigación de las propiedades de los suelos se creyó que las propiedades mecánicas dependían directamente de la distribución de las partículas constituyentes según sus tamaños; por ello era preocupación especial de los ingenieros la búsqueda de métodos adecuados para obtener tal distribución”.
(Juárez Badillo, 2002, 97)

1.11.3.1 Sistemas de clasificación de suelos basados en criterios de granulometría.

Los suelos son clasificados dependiendo del tamaño granulométrico de sus partículas.

El suelo originalmente se dividía únicamente en tres o cuatro fracciones, debido a lo difícil que era la separación de los tamaños de partículas ya que en ese

entonces los procedimientos para la separación de las partículas eran muy obsoletos.

Existen algunas clasificaciones para la granulometría de un suelo según sus tamaños, son las siguientes:

a) Clasificación Internacional.

2.0	0.2	0.02	0.002	0.0002
Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Arcilla	Ultra-Arcilla (coloides)

Tabla: 1.2 Clasificación granulométrica internacional.

Fuente: Juárez, 2005, 96.

b) Clasificación M.I.T.

Según Juárez Badillo (2002), fue propuesta por G. Gilboy y adoptada por el Massachusetts Institute of Technology.

2.0	0.6	0.2	0.06	0.02	0.006	0.002	0.0006	0.0002
Gruesa	Media	Fina	Grueso	Medio	Fino	Gruesa	Media	Fina
ARENA			LIMO			ACILLA		

Tabla: 1.3 Clasificación granulométrica según M.I.T.

Fuente: Juárez, 2005, 97.

c) Esta clasificación, fue utilizada a partir del año 1936 en Alemania, está basada en una proporción original de Kopecky.

TABLA 5-1		
MATERIAL	CARACTERÍSTICA	TAMAÑO mm
Piedra	---	Mayor de 70 mm
Grava	Gruesa	30 a 70
	Media	5 a 30
	Fina	2 a 5
Arena	Gruesa	1 a 2
	Media	0.2 a 1
	Fina	0.1 a 0.2
Polvo	Grueso	0.05 a 0.1
	Fino	0.02 a 0.05
Limo	Grueso	0.006 a 0.02
	Fino	0.002 a 0.006
Arcilla	Gruesa	0.0006 a 0.002
	Fina	0.0002 a 0.0006
Ultra-Arcilla	---	0.00002 a 0.0002

Tabla: 1.4 Clasificación granulométrica basada en Kopecky.

Fuente: Juárez, 2005, 97.

1.12 Plasticidad.

“Existen suelos que al ser remoldeados, cambiando su contenido de agua si es necesario, adoptan una consistencia característica, que desde épocas antiguas se ha denominado plástica. Estos suelos han sido llamados arcillas, originalmente, por los hombres dedicados a la cerámica; la palabra pasó a la mecánica de suelos, en épocas más recientes, con idéntico significado. La plasticidad es, en este sentido,

una propiedad tan evidente que ha servido antaño para clasificar suelos en forma puramente descriptiva”. (Juárez Badillo, 2002, 123)

1.12.1 Límites de plasticidad.

“Según su contenido de agua en orden decreciente, un suelo susceptible de ser plástico puede estar en cualquiera de los siguientes estados de consistencia, definidos por Atterberg”. (Juárez Badillo, 2002, 127)

1. Estado líquido, con las propiedades y apariencia de una suspensión.
2. Estado semilíquido, son las propiedades de un flujo viscoso.
3. Estado plástico, en que el suelo se comporta plásticamente.
4. Estado semisólido, en el que el suelo tiene la apariencia de un sólido, pero aún disminuye de volumen al estar sujeto a secado.
5. Estado sólido, en que el volumen del suelo no varía con el secado.

1.13 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. (SUCS)

Según se dijo, este sistema está basado en el de aeropuertos, hasta el grado que puede decirse que es el mismo con ligeras modificaciones.

El sistema cubre los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas, menores. Un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas son gruesas, y fino, si más de la mitad de sus partículas, en peso, son finas.

Para tener un mejor orden el SUCS subdividió los tipos de suelos, de acuerdo básicamente a su porcentaje de granulometría.

1.13.1 Grupos de granulometría clasificados por el SUCS.

Grupos GW y SW: Estos suelos son gravas y arenas y se caracterizan por estar bien graduados y con pocos finos o limpios por completo; la cantidad de finos no afecta el drenaje ni las características de este tipo de suelo.

Grupos GP y SP: Las gravas y arenas de estos suelos están mal graduadas, es decir son de apariencia uniforme o se distingue un tamaño sobre los demás.

Grupos GM y SM: En estos suelos existe gran cantidad de finos los cuales afectan la resistencia del suelo y el esfuerzo-deformación de este suelo; en los laboratorios se ha descubierto que este tipo de suelo tiene un porcentaje arriba del 12% de finos.

Grupos GC y SC: Estos suelos presentan arriba del 12% de finos que van de media a alta plasticidad.

Grupos CL y CH: Estos grupos están formados por arcillas inorgánicas, los cuales se encuentran arriba del 7% del índice plástico y abajo del 50% del límite líquido.

Grupos ML y MH: Estos grupos están compuestos por limos inorgánicos y limos arcillosos, dependiendo de sus límites líquidos e índices plásticos.

Grupos OL y OH: Los tipos de suelos que entran en este grupo son los mismos que los de ML y MH respectivamente, la diferencia es que tiene una pequeña adición de materia orgánica lo cual provoca que crezca su límite líquido.

1.13.2 Identificación de suelos.

“El problema de la identificación de suelos es de importancia fundamental en la ingeniería; identificar un suelo es, en rigor, encasillarlo dentro de un sistema previo de clasificación. En el caso concreto de este trabajo, es colocarlo en alguno de los

grupos mencionados dentro del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos; obviamente en el grupo que le corresponde según sus características. La identificación permite conocer, en forma cualitativa, las propiedades mecánicas e hidráulicas del suelo, atribuyéndole las del grupo en que se sitúe; naturalmente, según ya se dijo, la experiencia juega un papel importante en la utilidad que se pueda sacar de la clasificación". (Juárez Badillo, 2002, 127)

Algunos procedimientos prácticos para la identificación de un tipo de suelo son:

- 1) La identificación en campo de suelos gruesos, que consiste en tomar una muestra del suelo y tenderla en una superficie plana y en base a la granulometría que se observe, determinar el tipo de suelo.
- 2) Dilatancia: Para esta prueba, se necesita hacer una partilla con una muestra del suelo, esta muestra deberá ser humedecida hasta que adquiera una consistencia suave, pero no pegajosa; ya con la muestra lista se sostiene con una mano, la cual deberá darle golpes a la otra mano y observar la cantidad de agua que desprenda la muestra y así poder determinar el tipo de suelo en base a su capacidad de drenaje.
- 3) Tenacidad: Esta prueba se debe realizar con un espécimen o muestra de consistencia suave, similar a la de una masilla. Este espécimen se le debe de moldear hasta que adquiera forma de rollito de aproximadamente 3mm de diámetro aproximado; se debe de amasar y rolar varias veces para poder observar como

aumenta su rigidez del rollito a medida que el suelo alcanza su límite plástico. Cuando la muestra sobrepasa su límite plástico, la muestra se partirá en dos.

Estos procedimientos son muy prácticos y funcionales para la clasificación de un suelo en campo, ya que no se cuenta con instrumentos de laboratorio.

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CAMINOS

En este capítulo se tratarán conceptos directamente relacionados con las características que se pueden observar en una carretera; este capítulo reforzará a un más los temas vistos en el capítulo anterior y para con esto se logre tener unos conocimientos más cimentados de lo que representa un camino y sus beneficios.

2.1 Trazo de las carreteras.

“La mayoría de las carreteras y calles del mundo están trazadas siguiendo las rutas de las diligencias y es común observar que las velocidades de proyecto son superadas por las de los vehículos que actualmente las transitan. Sus características de curvatura, pendiente, sección transversal y capacidad de carga, corresponden, más bien, a un tránsito de vehículos lentos, pequeños y ligeros, como lo eran los vehículos tirados por los animales y los primeros automóviles.” (Cal y Reyes, 1994, 10)

2.1.1 Trazo actual.

El trazo actual del proyecto geométrico en cuestión, a diferencia del de las ciudades antiguas ya es mucho más ancho y de forma rectangular, en cambio los trazos de las ciudades antiguas eran muy angostos ya que en esos tiempo aun no existían los vehículos y por lo tanto no ocupaban de unos caminos muy anchos; desafortunadamente a un existen caminos construidos recientemente de trazos muy angostos lo cual provoca problemas de tránsito, ya que con la evolución de la industria automovilística, los automóviles cada vez son de mayores dimensiones.

A continuación se observan unas imágenes de la ciudad de Pompeya y de la Ciudad Juárez, México, y sus trazos. Claramente se puede observar los trazos antiguos y los trazos actuales de las ciudades:

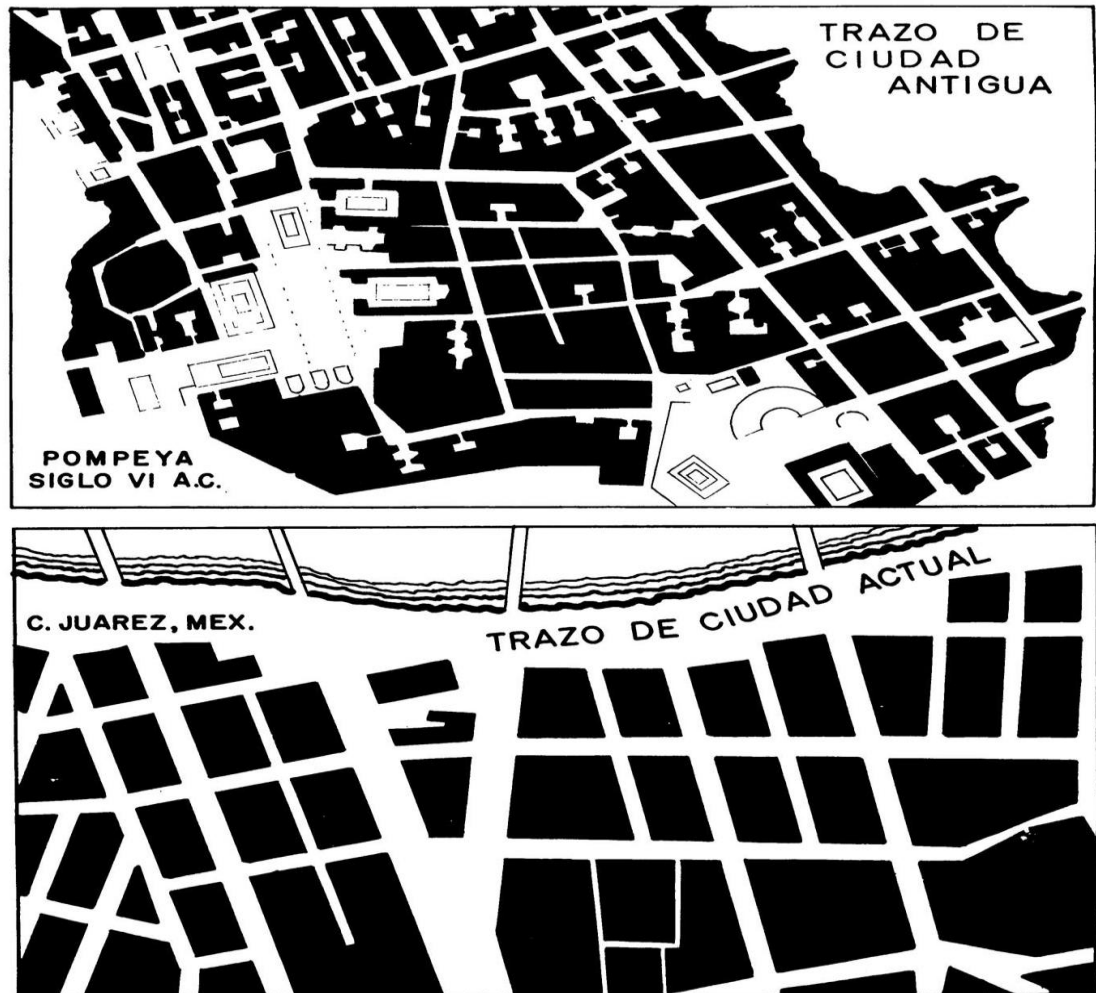


Imagen 2.1.- Trazo de las Ciudades antigua y actual.

Fuente: Cal y Reyes, 1994, 11.

2.2 Problemas de tránsito.

“Las ciudades dependen grandemente de sus sistemas de calles, ofreciendo servicios de transporte. Muchas veces, estos sistemas tienen que operar por arriba

de su capacidad, con el fin de satisfacer los incrementos de demanda por servicio de transporte". (Cal y Reyes, 1994, 14)

A continuación se puede mencionar algunos problemas que se pueden presentar:

1. Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad. Como lo sería vehículos de diferentes dimensiones, vehículos pesados a altas y bajas velocidades, motocicletas, bicicletas, etc.
2. Falta de planificación en el tránsito. Un claro ejemplo de esto sería la falta de previsión de estacionamientos, localizaciones inadecuadas de zonas residenciales, industriales y comerciales.
3. Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas. Englobaría aceras insuficientes, carreteras muy antiguas, calles muy angostas, etc.

2.3 Solución de problemas de tránsito.

Los problemas de tránsito desafortunadamente causan pérdidas humanas, materiales y económicas y para esto se requiere de soluciones que se obtendrán haciendo el tránsito seguro y eficiente.

Hay tres tipos de soluciones para los problemas de tránsito que a continuación se mencionarán:

1. Solución integral no es nada más que la modernización de carreteras, ya que un automóvil nuevo podría causar problemas en vías antiguas y para esto se requiere de la modernización de las mismas.
2. Solución parcial de alto costo, esta solución consiste en la modernización de la infraestructura de carreteras que ya existe, y un

ejemplo muy claro de esto sería el ensanchamiento de alguna vía terrestre.

3. Solución parcial de bajo costo, esta solución consiste en aprovechar al máximo la infraestructura ya existente, con la menor inversión posible.

2.4 Sección transversal.

Después de muchos años de construir carreteras; de recopilar estadísticas; de conocer las dimensiones de los vehículos y de la experiencia adquirida. Se llegó a la determinación de las dimensiones ideales para la sección transversal de los diferentes tipos de carreteras, estas dimensiones fueron determinadas por la AASHTO, y por lo general se ha utilizado mucho en América, tanto para proyectos geométricos, como para cuestiones estructurales.

Por mencionar un ejemplo, la AASHTO determina que para una carretera de dos carriles su corona ideal debe de ser de 12.20 metros, sin olvidar que la superficie de rodamiento deberá tener 7.20 metros y cada acotamiento 2.50 metros.

A continuación se muestran las tablas, que expresan las dimensiones geométricas para las carreteras:

Velocidad de proyecto km/h	Vehículos por hora (proyecto)									
	10 a 50		50 a 100		100 a 200		200 a 400		Más de 400	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
48	5.40	6.00	5.40	6.00	6.00	6.00	6.00	6.60	6.60	7.20
64	5.40	6.00	5.40	6.00	6.00	6.60	6.60	6.60	6.60	7.20
80	5.40	6.00	6.00	6.00	6.00	6.60	6.60	7.20	7.20	7.20
96	6.00	6.00	6.00	6.60	6.60	6.60	6.60	7.20	7.20	7.20
112	6.00	6.00	6.00	6.60	6.60	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20

Tabla 2.1.- Anchura mínima para carreteras de dos carriles.

Fuente: Normatividad de la SCT 1984.

Tipo de carretera	Anchos de					
	Corona (m)	Calzada (m)	Acotamientos (m)		Faja separadora central (m)	
E	4.00	4.00	—		—	
D	6.00	6.00	—		—	
C	7.00	6.00	0.50		—	
B	9.00	7.00	1.00		—	
A	A2	12.00	7.00		2.50	
			Ext.	Int.		
	A4	22.00 mín.	2× 7.00	3.00	0.50	1.00 mín.
	A4S	2× 11.00	2× 7.00	3.00	1.00	8.00 mín.

Tabla 2.2.- Secciones transversales de carreteras.

Fuente: Normatividad de la SCT 1984.

2.5 Alineamiento.

Es la construcción de un camino, en el cual consiste en mantener una ruta en el terreno plano aunque a veces no es posible debido a la topografía del terreno.

2.5.1 Alineamiento vertical.

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

Para la realización de un proyecto del alineamiento vertical se definen tres tipos de pendientes de las tangentes verticales: mínima, gobernadora y máxima. La mínima es la que se requiere para la pendiente de la corona para asegurar el drenaje y se especifica que debe ser de 0.5%. La pendiente gobernadora, es la que se puede mantener a lo largo de todo el trazo de forma indefinida. En cuanto a la pendiente máxima es la mayor que se puede usar en un proyecto.

2.5.2 Alineamiento horizontal.

“El alineamiento horizontal es la proyección del centro de la línea de una obra vial sobre un plano horizontal. Sus elementos tangentes y curvas horizontales. La posición de los puntos y elementos de un proyecto geométrico, tanto en planta como en elevación, está ligada a los datos geodésicos del banco más cercano a la nueva obra.” (Bustamante, 2006, 31)

Para la tangente horizontal su longitud mínima es la que se requiere para cambiar en forma conveniente la curvatura, la pendiente transversal y el ancho de la corona. La longitud máxima poder ser indefinida, pero en zonas muy llanas se limita a 15 km por razones de seguridad, ya que las longitudes mayores pueden causar somnolencia y dañan los ojos de los conductores.

2.6 Ancho de sección.

Para el diseño de una sección transversal de un camino es complicado por lo que hay que prestarle mucha atención, ya que influye directamente con el costo de la obra y en su capacidad de tránsito. Cuando una sección es reducida resulta ser económica pero su capacidad de tránsito es baja, en cambio cuando la sección es más amplia su costo es elevado pero su capacidad de tránsito es alto.

Es por lo anterior que se debe de realizar un estudio del tramo carretero y la demanda que requiere, para así mismo realizar un ancho de sección adecuado a las necesidades del terreno.

Existen diferentes anchos de secciones, adecuándose dependiendo a las necesidades de las zonas donde van a ser implementados, en los siguientes planos se muestra las medidas correspondientes de los tipos de ancho de sección:

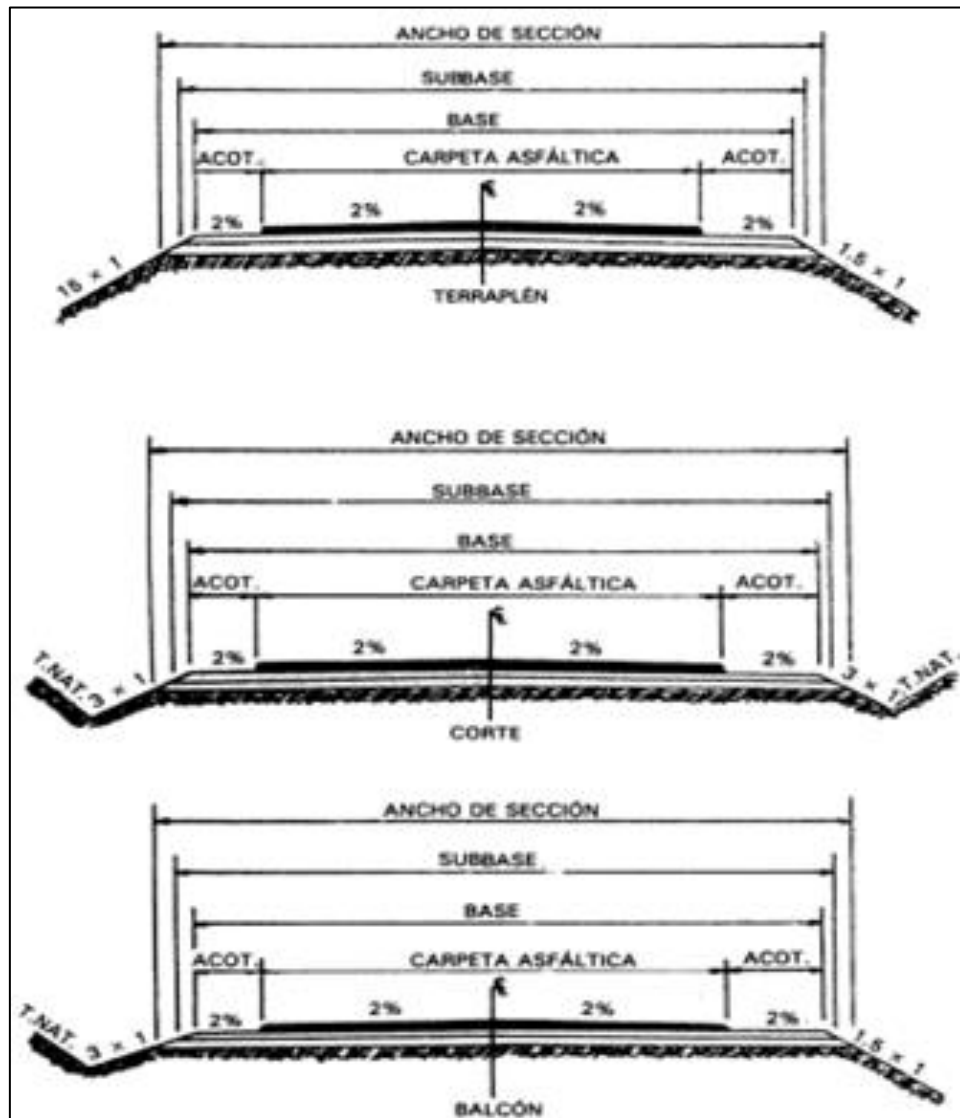


Imagen 2.2.- Anchos de secciones.

Fuente: Bustamante, 2006, 32.

2.7 Drenaje en vías terrestres.

“El drenaje artificial se clasifica en superficial y subterráneo, dependiendo de si el agua escurre o no por las capas de la corteza terrestre. El drenaje superficial se considera longitudinal o transversal, según la posición que las obras guarden con respecto al eje del camino.” (Bustamante, 2006, 48)

La principal función del drenaje longitudinal es captar los escurrimientos para no permitir que lleguen al camino o que se estanquen en el camino. Algunos ejemplos de este tipo de drenaje son las cunetas, contracunetas, bordillos y canales de encauzamiento.

Con respecto al drenaje transversal su función es dar paso al agua que cruza de un lado a otro del camino, algunos ejemplos de este drenaje son losas, tubos, lavaderos vados, puentes, bóvedas, etc.

2.7.1 Cunetas.

Las cunetas se les puede interpretar como canales que se construyen a los lados de la cama del camino y su función es captar el agua que escurre de la corona del camino. Esta agua será conducida a un cauce natural o a una obra de transversal y así poder alejar el agua del camino.



Imagen 2.3.- Cunetas en los costados de los caminos.

Fuente: Propia.

2.7.2 Contracunetas.

“Las contracunetas son zanjas que se construyen aguas arriba de los cerros de los cortes y su finalidad es interceptar el agua que escurre por las laderas y conducirla hacia alguna cañada inmediata o a una parte baja del terreno; así se evita que al escurrir el agua por los taludes los erosione y aumente el caudal de las cunetas.” (Bustamante, 2006, 52)

2.7.3 Bombeo.

El bombeo proporciona a la corona del camino una pendiente transversal desde el centro del camino hasta los hombros. Su función principal es dar salida al agua que caiga sobre el camino y con esto evitar que el líquido se estanque.

En los caminos rurales, donde la corona es revestida, el bombeo debe ser del 4% como máximo.

2.7.4 Vados.

“Los vados son estructuras superficiales del camino, ubicadas en el cruce con escurrimiento de agua efímero o permanente de tirante pequeño. Su uso es frecuente cuando hay corrientes de régimen torrencial que permiten el paso de vehículos la mayor parte del año y donde el tránsito se interrumpa de dos a cuatro horas en promedio.” (Bustamante, 2006, 54)

2.8 Terracerías.

“Las terracerías pueden definirse como los volúmenes de materiales que se extraen o que sirven de relleno en la construcción de una vía terrestre. La extracción puede hacerse a lo largo de la línea de la obra y si este volumen de material se usa en la construcción de los terraplenes o los rellenos, las terracerías son comprendidas y el volumen de corte que no se usa se denomina desperdicio.” (Bustamante, 2006, 161)

2.8.1 Terraplén.

El terraplén es una estructura que forma parte de una vía terrestre y sus principales funciones que tiene es: alcanzar la altura necesaria requerida para un determinado proyecto geométrico, resistir las cargas del tránsito transmitido por las capas superiores y distribuir los esfuerzos a través de un espesor y así transportarlos de forma adecuada al terreno natural.

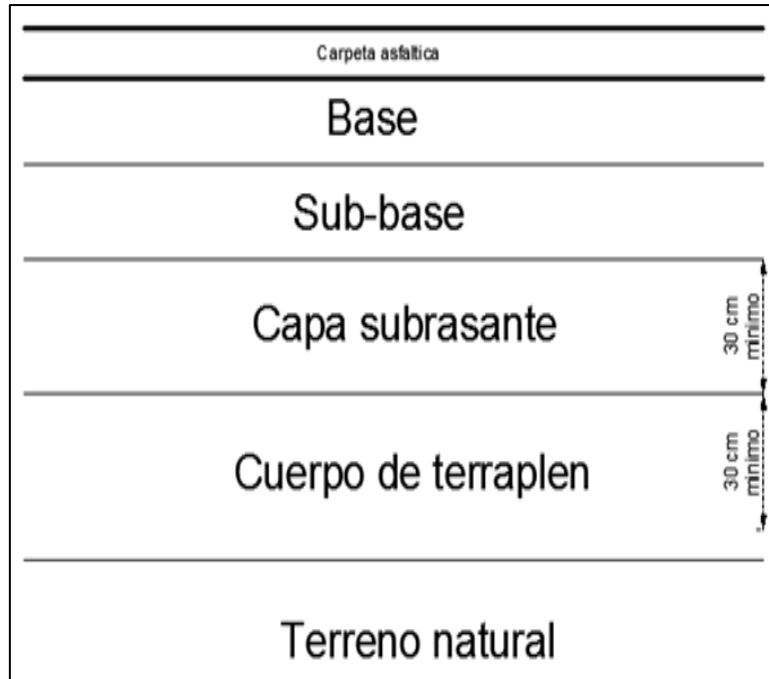


Imagen 2.4 Sección transversal en terraplén con volumen de tránsito de hasta 5000 vehículos.

Fuente: Propia.

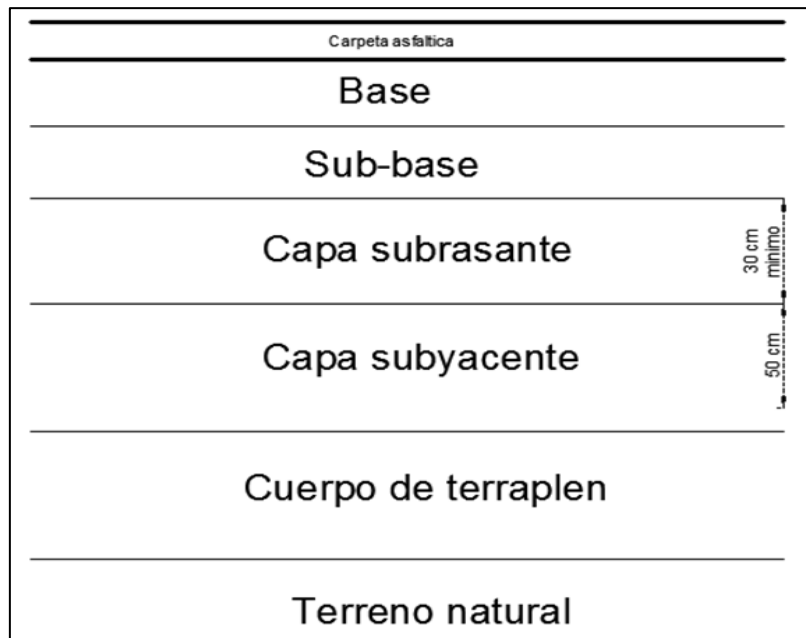


Imagen 2.5 Sección transversal en terraplén con volumen de tránsito mayor de 5000 vehículos.

Fuente: Propia.

2.9 Capa subrasante.

La capa subrasante se encuentra encima del cuerpo de terraplén, esta capa se presentó oficialmente en las especificaciones mexicanas de 1957.

Sus características mínimas deben cumplir lo siguiente:

- Espesor de la capa: 30 cm mínimo.
- Tamaño máximo: 7.5 cm
- Grado de compactación: 95% del PVSM.
- Valor relativo de soporte: 15% mínimo.

El valor del grado de compactación y el del valor relativo se obtienen mediante la Prueba Porter estándar.

Las funciones principales de esta capa son:

1. Recibir y resistir las cargas que son transmitidas por el pavimentos, provocadas por el tránsito vehicular.
2. Transmitir y distribuir de modo adecuado las cargas del tránsito al cuerpo del terraplén.

Estas dos funciones anteriormente mencionadas son estructurales y comunes en todas las capas de las secciones transversales de una vía terrestre.

3. Evitar que los materiales finos plásticos que formen el cuerpo del terraplén contaminen el pavimento. El tamaño de las partículas debe estar entre las finas correspondientes al cuerpo del terraplén y las granulares del pavimento.
4. Evitar que las terracerías, cuando estén formadas principalmente por fragmentos de roca, absorban el pavimento. La granulometría del material debe ser intermedia.

5. Evitar que las imperfecciones de la cama de los cortes se reflejen en la superficie de rodamiento.
6. Uniformar los espesores de pavimento, sobre todo cuando varían mucho los materiales de terracería a lo largo del camino.
7. Economizar los espesores de pavimentos, en especial cuando los materiales de las terracerías requieren un espesor grande.

2.10 Taludes y cortes en caminos.

“Para cualquier tipo de vía terrestre, los taludes de terraplén y el corte se deben proyectar de acuerdo con los materiales del terreno natural y los de relleno. En cortes, los taludes usuales son de 0 para roca firme, de 1 / 4:1 para pizarras, lutitas y calizas, con echados horizontales o que no pongan en peligro la estabilidad.” (Bustamante, 2006, 167)

Los taludes en terraplenes en general se utilizan de 1.5:1; pero cuando se forman con arena de médano o de playa, resulta mejor usar los valores 3:1 a 5:1, ya que el agua de lluvia erosiona el material.

En todos los caso, resulta mejor el provocar crecimiento de hierba para una mejor protección.

2.11 Bases y sub-bases.

“Las sub-bases y bases tienen finalidades y características semejantes; sin embargo, las primeras pueden ser de menor calidad.” (Bustamante, 2006, 172)

Las funciones de estas capas son:

1. Recibir y resistir las cargas del tránsito por medio de la capa que constituye la superficie de rodamiento denominada carpeta asfáltica o losa.

2. Impedir que la humedad de la terracería ascienda por capilaridad.
3. Transmitir las cargas recibidas, y distribuirlas adecuadamente a la terracería,
4. En caso de que se introdujera agua por la parte superior, se debe permitir que el líquido descienda hasta la capa subrasante, donde se desaloja al exterior por el efecto del bombeo o la sobreelevación.

“Conviene insistir en que el valor cementante en una base es indispensable para dar una sustentación adecuada a carpetas asfálticas delgadas como las que se construyen en el país, que varían de 2 a 8 cm. En estos casos, si las bases se construyen con materiales inertes, a poco de abrirse el camino el tránsito provoca deformaciones rítmicas transversales, denominadas “permanentes” en lenguaje común.” (Bustamante, 2006, 172)

Si los materiales que se van a utilizar para sub-bases y bases en caminos con menos de 3000 vehículos diarios no tienen suficiente valor cementante, pueden estabilizarse mezclándose con materiales que tengan baja plasticidad, o materiales con límite líquido menor que 18% o contracción menor que 6.5%.



Imagen 2.6.- Construcción de la sub-base

Fuente: <http://topsuelos.com/pg-seguridad1.html>

2.12 Conductor.

El vehículo automotor resulta ser algo novedoso entre la población ya que solo cuenta de entre 70 a 90 años de interacción con los humanos. Con el transcurso de los años las personas se han ido poco a poco adaptando a este medio de transporte motorizado, sin embargo con apoyo de las estadísticas de accidentes se puede asegurar que el vehículo que sea conducido por un conductor, sin la adecuada preparación con la educación vial el auto se puede convertir en un arma mortal.

De acuerdo con Cal y Mayor 1994, la persona que conduce un vehículo, la mayor parte de las ocasiones no se da cuenta que un leve descuido en el movimiento del pedal puede causar la muerte de una o varias personas.

Se ha visto que a través del tiempo el hombre ha tenido una gran adaptabilidad a los cambios que ha sufrido la vida moderna y no es la excepción en la evolución de los medios de transporte. Ya que se ha visto cómo el hombre de conducir carretas a rápidamente conducir vehículos motorizados no ha sufrido ningún inconveniente en el cambio.

2.13 Visión.

El órgano visual llamado ojo tiene una gran semejanza con la cámara fotográfica, ya que el mecanismo de la cámara es muy parecido al mecanismo que tiene el órgano humano.

A continuación se muestra una imagen de sus semejanzas:

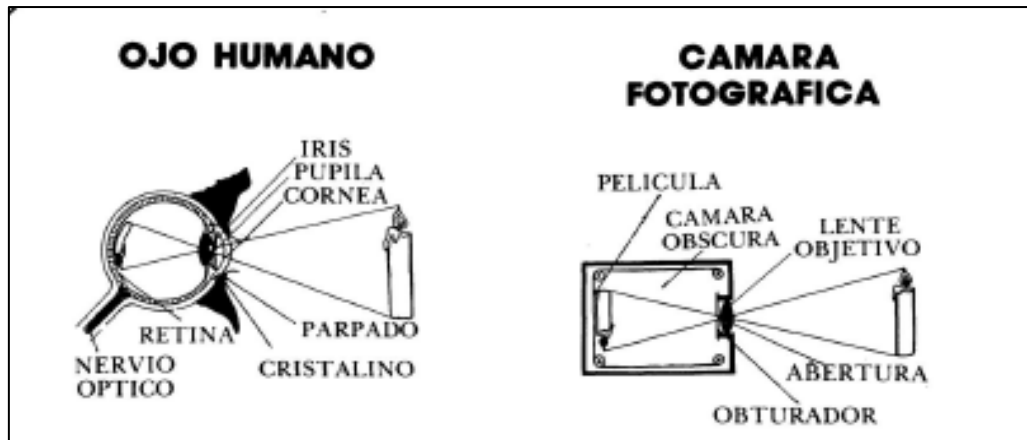


Imagen 2.7.- El ojo humano y la cámara fotográfica.

Fuente: Cal y Mayor, 1994, 46.

“Un conductor que llega a una esquina, para saber únicamente si el paso está libre tarda para voltear hacia la derecha de 0.1 a 0.3 segundos, enfocar 0.3 segundos, voltear a la izquierda de 0.1 a 0.3 segundos, y finalmente enfocar otra vez 0.3 segundos. Esto es la suma total del tiempo necesario para voltear a la derecha, enfocar, voltear a la izquierda y enfocar es de 1.2 segundos, tomando valores máximos. Son valores obtenidos a través de experiencias directas, es decir, en forma empírica.” (Cal y Mayor, 1994, 46)

La buena visión de un conductor es parte fundamental para que este tenga un buen desempeño al momento de conducir. La visión normal de una persona con la vista mirando hacia enfrente abarca todo lo que sucede en un rango 180° grados así que las personas pueden percibir aunque no con detalle lo que sucede a sus lados.

Debido a lo importante que es la buena visibilidad del conductor se han implementado exámenes visuales como parte de la acreditación de una licencia de manejo.

2.14 Peatones.

Se le puede considerar como peatón a toda la población en general, por lo tanto todos somos peatones y por lo tanto a todos nos interesa este aspecto ya que los peatones son desgraciadamente víctimas de los vehículos, generalmente muchos de los accidentes sufridos por los peatones son ocasionados por que estos no cruzan en las zonas marcadas para ellos.

2.15 Semáforos.

“Los semáforos son dispositivos electromagnéticos y electrónicos proyectados específicamente para facilitar el control del tránsito de vehículos y peatones, mediante indicaciones visuales de luces de colores universalmente aceptados, como lo son el verde, el amarillo y el rojo. Su finalidad principal es la de permitir el paso, alternadamente, a las corrientes de tránsito que cruzan, permitiendo el uso ordenado y seguro del paso disponible.” (Cal y Mayor, 1994, 386)

Los primeros semáforos utilizados fueron usados en la ciudad de Londres, funcionaban mecánicamente y eran operados por personal de tránsito al accionar una palanca.



Imagen 2.8.- Semáforos.

Fuente: Propia.

Los semáforos lograron tener una buena aceptación por la población ya que es una herramienta fundamental para el control de tránsito y precaución de accidentes, sin embargo con la utilización de los semáforos surgieron sus ventajas y desventajas. A continuación se muestran algunas de ellas:

Ventajas:

- Regula la circulación del tránsito.
- Reduce la frecuencia de accidentes.
- Produce una circulación más fluida y permite el cruce en intercepciones de vehículos y peatones.

Desventajas:

- Genera gastos económicos en la reparación y mantenimiento de los semáforos.
- Causa demoras injustificadas.
- Incrementa el número de accidentes vehiculares de tipo por alcance.
- Causa pérdidas de tiempo en el día en momentos donde el volumen de tránsito no requiere de los servicios de un semáforo.

2.16 Señales preventivas.

Las señales preventivas “SP” tienen como función dar al usuario un aviso anticipado sobre algún tipo de peligro. Estos señalamientos son ubicados a un costado o sobre algún camellón de la carretera.

Para la instalación de estas señalizaciones, se debe previamente hacer un estudio del camino y así mismo determinar si es necesaria o no la colocación de las señales.

Algunas razones por las cuales son colocadas estas señales son por la presencia de intersecciones de caminos, pasos a desnivel o algún paso de una vía férrea, la reducción o aumento de carriles, entre otros factores.

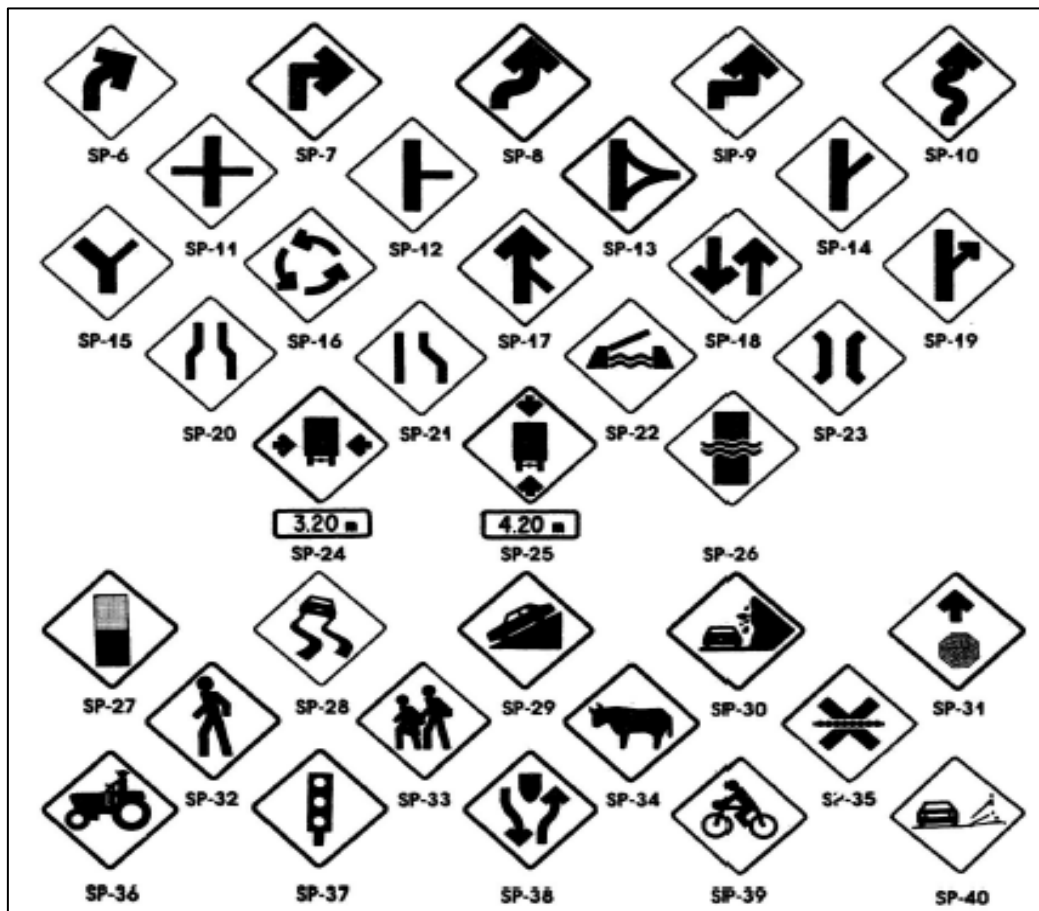


Imagen 2.9.- Señales preventivas.

Fuente: Cal y Mayor, 1994, 120.

2.17 Señales restrictivas.

Las señales restrictivas “SR” tiene como función dar información al usuarios sobre normas del reglamento de tránsito como por ejemplo limitar la velocidad de los usuarios, el hacer “ALTO” en alguna intersección.

2.18 Señales informativas.

Tiene como función es guiar o informar al usuario a lo largo de su viaje por carreteras o calles, informándole sobre nombres y ubicaciones de poblados, lugares de interés, servicios, o como se muestran en la imagen 2.11 y 2.12.

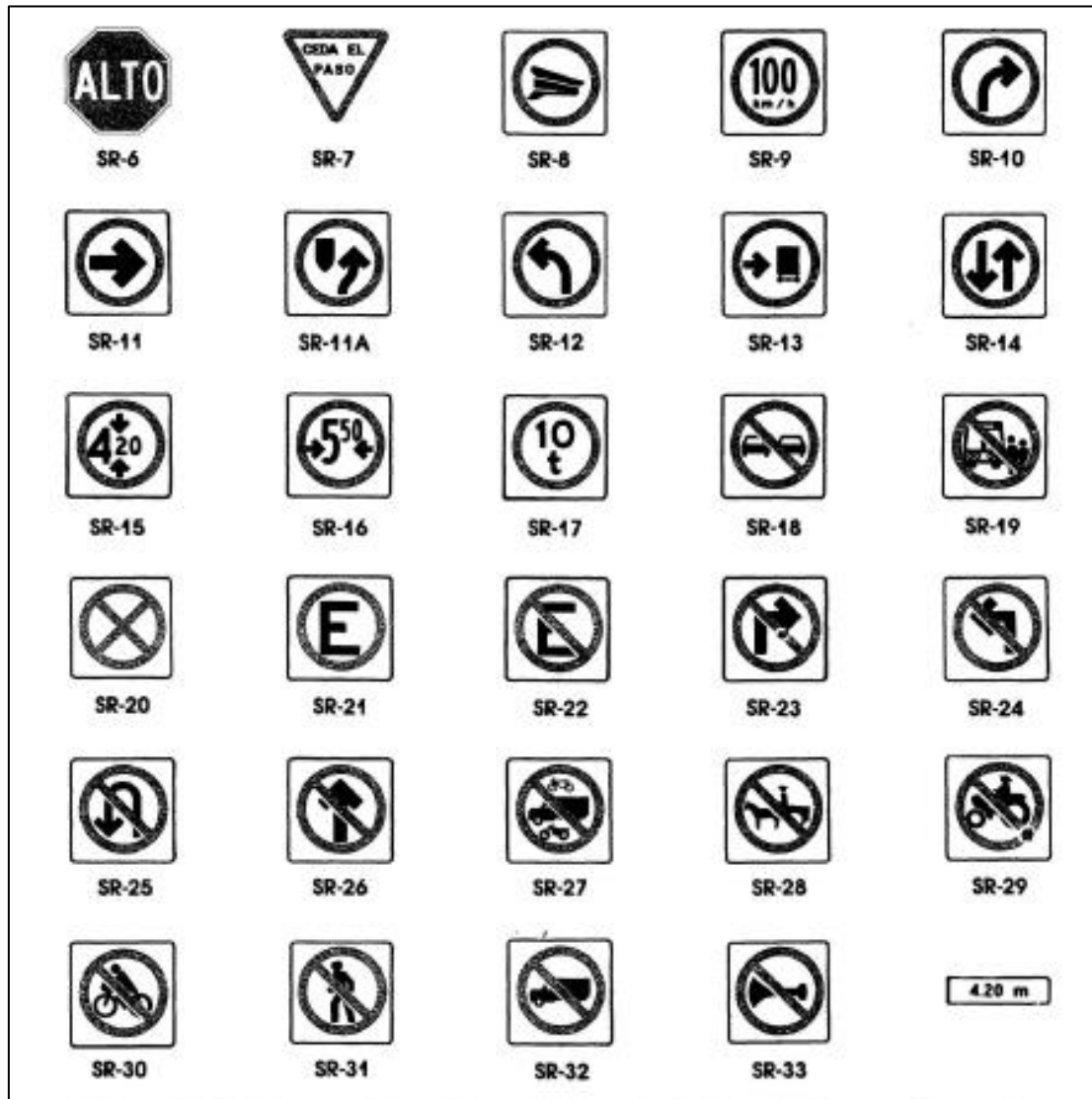


Imagen 2.10.- Señales restrictivas.

Fuente: Cal y Mayor, 1994, 126.

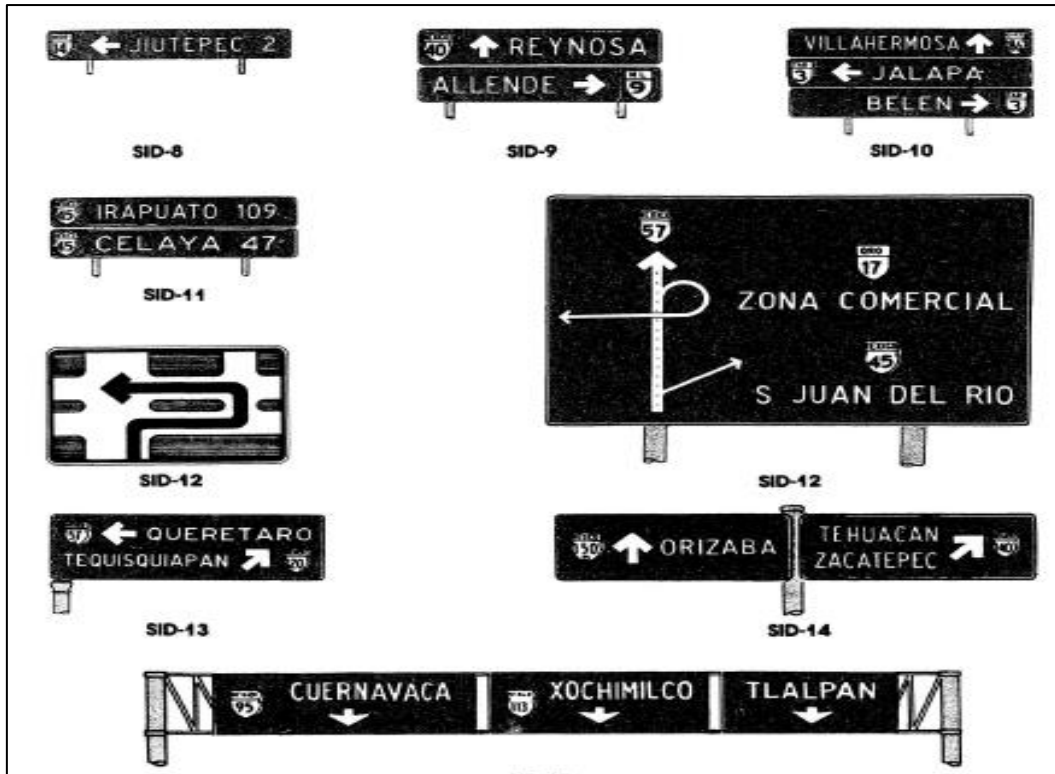


Imagen 2.11.- Señales informativas.

Fuente: Cal y Mayor, 1994, 131.

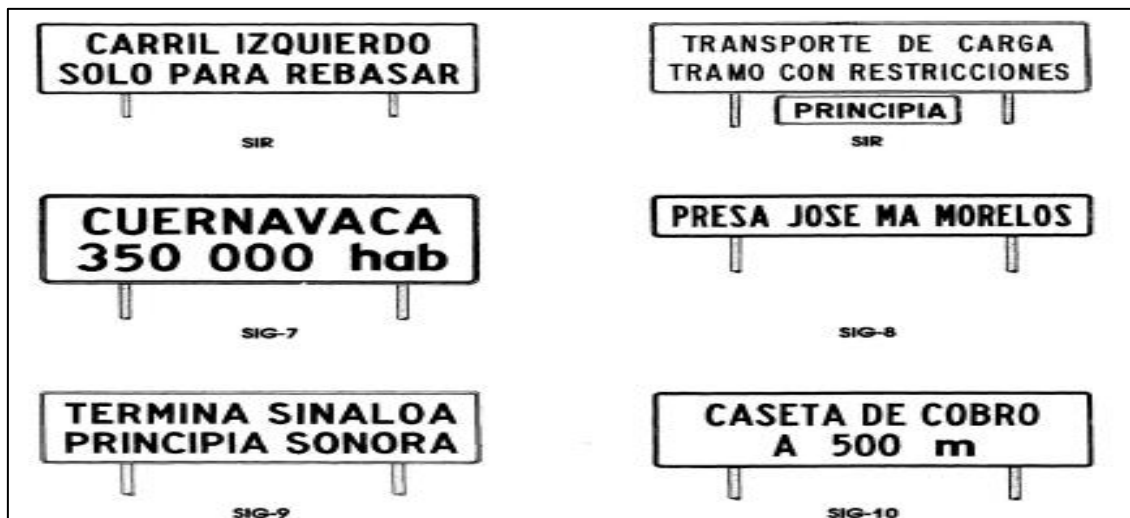


Imagen 2.12.- Señales informativas

Fuente: Cal y Mayor, 1994,134.

CAPÍTULO 3

RESUMEN DE MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN.

En el presente capítulo se abordará la macro y la micro localización de la ubicación del sitio en donde se realizará el estudio del proyecto, así como también abarcarán desde el estado donde se localiza, hasta las calles o avenidas con sus coordenadas exactas del lugar en investigación.

Cabe mencionar que además de la localización del lugar se abordarán aspectos relacionados con el entorno del lugar como son aspectos económicos, flora, fauna, sociales, entre otras particularidades que ayudarán a tener un mejor conocimiento del lugar.

3.1. Generalidades.

Este proyecto en estudio se encuentra situado en el estado de Michoacán, perteneciente a la parte oeste de la República Mexicana, entre las coordenadas 20° 23' 27" y 17° 53' 50" de la altitud norte y entre 100° 03' 32" y 103° 44' 49" de la longitud oeste, basándose en el programa google earth.

El estado de Michoacán cuenta con una extensión territorial de 58,555 kilómetros cuadrados y conformado de 113 municipios. La capital de este estado es Morelia, antiguamente era conocida como Valladolid.

Michoacán económicamente depende principalmente de la agricultura, como por ejemplo sus cultivos de aguacate así como también es gran productor de limón, ajonjolí, sorgo, garbanzo y fresa.

Cabe mencionar que gracias a los datos recabados en el año 2014 por el Consejo Nacional de Población de México (CONAPO), Michoacán ocupa el lugar

número 9 en cuanto a mayor cantidad de habitantes, contando con 4,563,849 de habitantes.

3.2. Resumen ejecutivo.

En este proyecto se trabajó sobre información proporcionada por la Secretaría de Obras Públicas, organismo perteneciente al municipio de Uruapan, dicha información consta de un levantamiento topográfico y en base a esta información se podrá iniciar la realización el proyecto.

En este trabajo se realizará el trazo del proyecto geométrico del tramo carretero ubicado en la carretera Uruapan-Pátzcuaro a la altura del km 0+130 al km 0+900, y así mismo poder verificar que la ampliación de este tramo es factible para la ciudad de Uruapan.

Para la realización de este proyecto se tuvo que requerir de trabajos de campo así como de visitas al lugar. En las visitas al lugar se verificó el estado actual de la infraestructura del camino, también se realizó el levantamiento topográfico del terreno, se pudo observar el mal drenaje que tiene el camino así como su mal construcción.

3.3. Entorno geográfico.

En cuanto al entorno geográfico es específicamente el espacio marcado por grupos sociales y su relación con la naturaleza, estos aspectos engloban el entorno agrario, social, industrial, urbanístico y natural.

3.3.1. Macro localización.

El tramo carretero que se tiene en estudio se encuentra más en concreto en el municipio de Uruapan, localizado al oeste el estado de Michoacán con más exactitud

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.

El municipio de Uruapan cuenta con una extensión territorial de 954.17 kilómetros cuadrados, esta extensión representa el 1.62% del total de la superficie del estado de Michoacán.

Uruapan colinda al Norte con Charapan, Paracho, y Nahuatzen; al Este, con Tingambato, Ziracuaretiro y Taretan; al Sur, con Gabriel Zamora; al Oeste con Peribán, Los Reyes y Nuevo Parangaricutiro.

Como se puede apreciar en la siguiente imagen, se observa el estado de Michoacán con su división municipal y en color negro el municipio de Uruapan.



Imagen 3.1.- Ubicación de Uruapan en el estado de Michoacán

Fuente: Wikipedia Uruapan.

En la siguiente imagen obtenida mediante la aplicación de google earth, se puede observar con más detenimiento y mediante imágenes satelitales la ciudad de Uruapan.

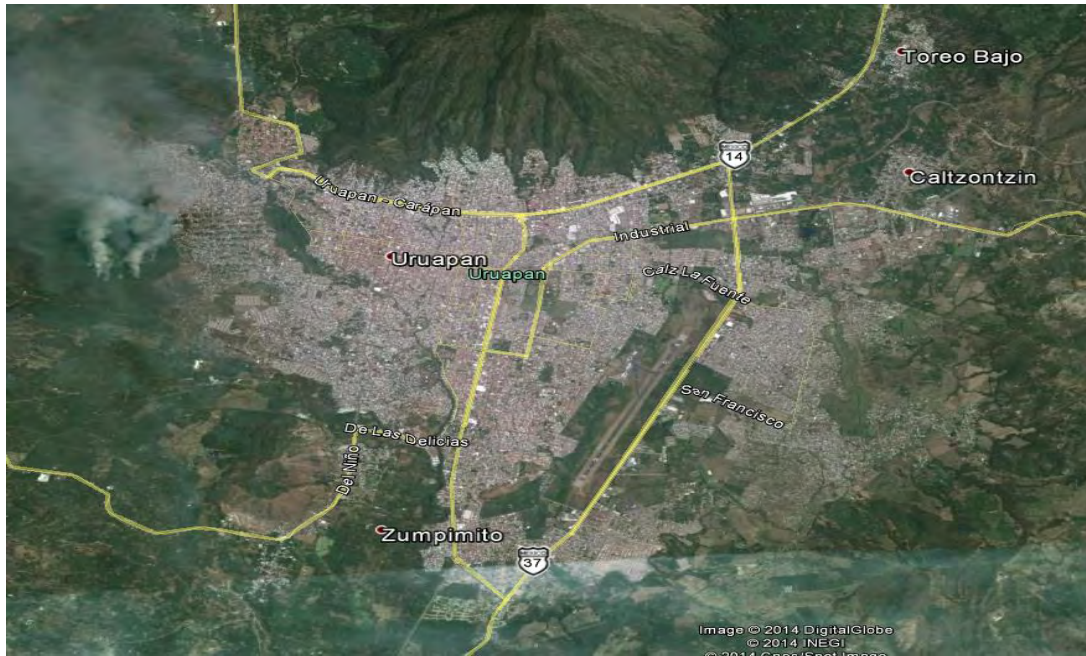


Imagen 3.2.- Uruapan, Michoacán.

Fuente: Google Earth.

3.3.2. Micro localización.

Como ya se mencionó antes, el sitio en donde se encuentra el tramo carretero que vamos a investigar para esta tesis se encuentra dentro de la ciudad de Uruapan, más en específico en el libramiento oriente ubicado con más precisión en las coordenadas, latitud norte $19^{\circ} 25' 31''$ y en longitud oeste $102^{\circ} 01' 30''$, dicho libramiento es de las carreteras más importantes de la ciudad, debido a la gran demanda que existe de tráfico vehicular.

En la siguiente imagen se observa el tramo que se estudiará, y que es parte del libramiento oriente.

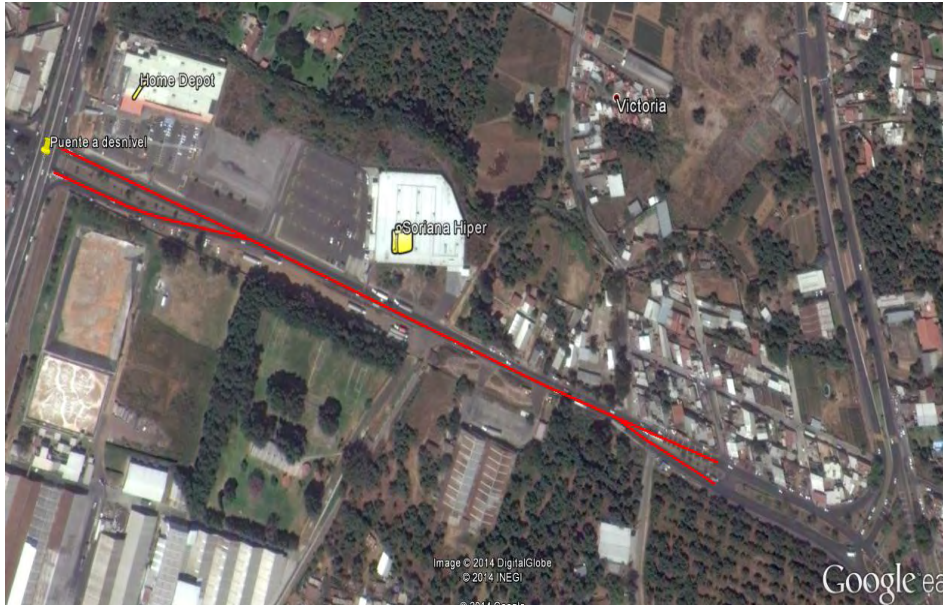


Imagen 3.3.- Ubicación del tramo carretero en estudio.

Fuente: Google Earth.

3.4. Entorno del ecosistema de la región.

Este entorno se centra específicamente en el ecosistema de la zona de estudio, así como también los recursos con los que cuenta. Cabe mencionar que esto engloba el clima, la geología, la flora, la fauna y la hidrología.

3.4.1. Hidrología y clima.

El municipio de Uruapan durante prácticamente toda su historia ha sido admirado por su gran riqueza natural, ya que cuenta con una gran reserva de agua así como también tener un clima bastante agradable, pero desgraciadamente el mal uso del agua ha deteriorado ese recurso y por lo tanto ha tenido repercusiones en el clima.

Este municipio pertenece prácticamente en su totalidad a la región hidrológica del río Balsas y ésta a su vez se divide en tres zonas las cuales son: alto Balsas, medio Balsas y bajo Balsas. Uruapan forma parte de la zona bajo Balsas.

El principal río o corriente de este municipio es el Cupatitzio, nace y fluye en sentido Norte a Sur. Además existe una cascada conocida como Tzaráracua, la cual es una de las atracciones turísticas más importantes del país.

El municipio de Uruapan forma parte de la cuenca del río Tepalcatepec-Infiernillo y por consecuente esta cuenca es parte de la región hidrológica del Balsas.

La precipitación anual que se presenta en la ciudad va de los 100 a los 2000 mm anuales aumentando de los alrededores hacia la parte más alta.

En la siguiente imagen se ve la hidrología de Uruapan, sus ríos perennes, intermitentes, sus canales de riegos y cuerpos de agua.

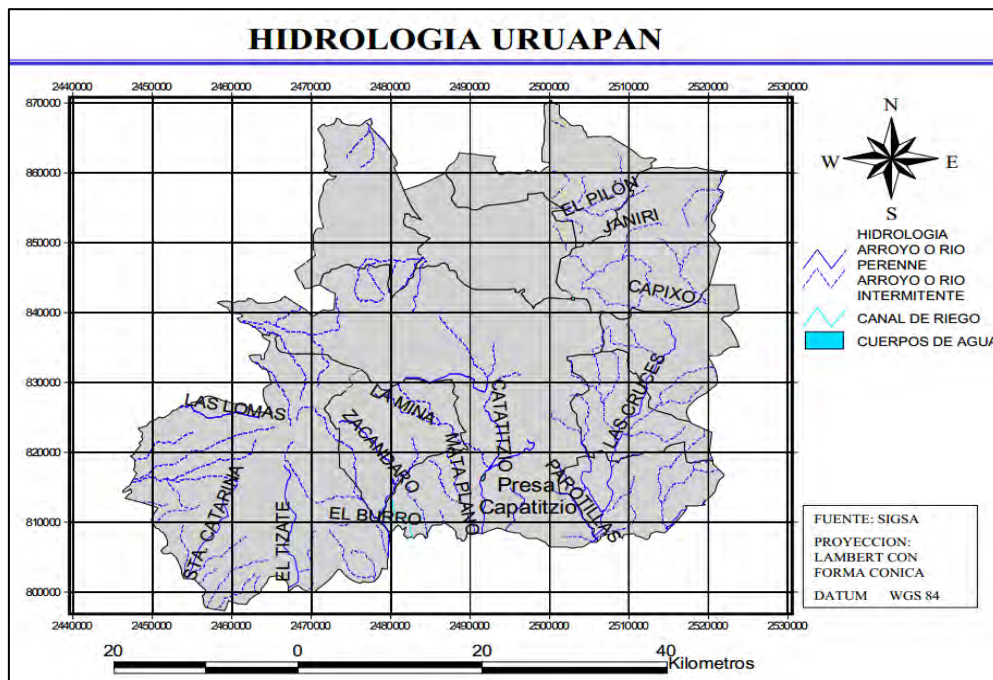


Imagen 3.4.- Hidrología de Uruapan.

Fuente: <http://www.oeidrus-portal.gob.mx/Uruapan.pdf>

El clima que predomina en el centro y norte de la ciudad de Uruapan es templado, volviéndose más cálido hacia el sur. La temperatura media anual del territorio se divide en tres zonas, la norte tiene un rango de 12 a 16 °C, la zona centro y sur tienen un rango de 16 a 24 °C y en algunas porciones del sur se registran de 24 a 28 °C.

En la siguiente imagen se puede observar los diferentes climas y en que zonas que pueden presentarse en Uruapan.

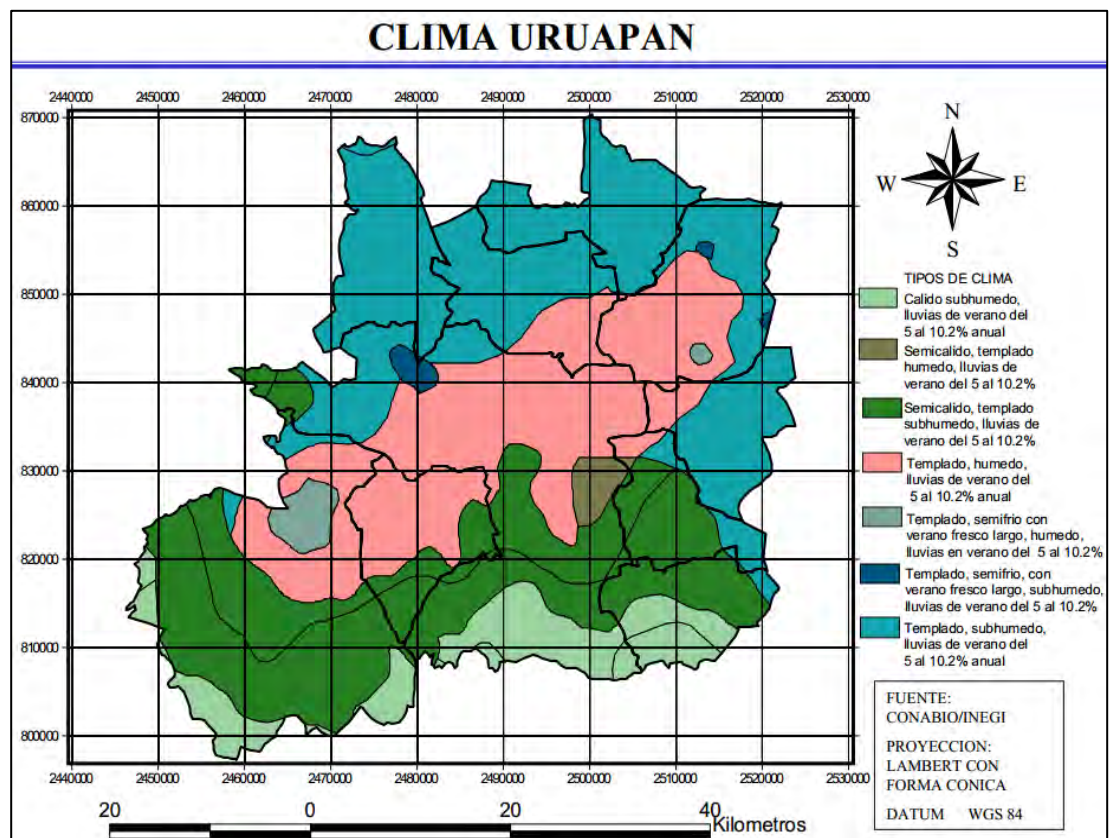


Imagen 3.5.- Clima de Uruapan.

Fuente: <http://www.oidrus-portal.gob.mx/Uruapan.pdf>

3.4.2. Geología de Uruapan.

La geología es la ciencia que estudia la parte interna de la tierra y sus tipos de suelo que componen la superficie terrestre, así como también la edad que pueda tener un determinado tipo de suelo.

De acuerdo a la geología el tipo de suelo que se encuentra en la ciudad de Uruapan está formado de la siguiente manera:

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

3.4.3. Flora.

La flora en el municipio de Uruapan es muy importante, de acuerdo con la INEGI la vegetación predominante son los bosques de coníferas y encinos que sirven de refugio a la mariposa monarca; hay bosques húmedos de montaña, selvas secas y pastizales.

Al centro y Norte de Uruapan es donde se practica más la agricultura y el principal fruto que se cultiva es el aguacate. Gracias a este fruto Uruapan es un municipio conocido a nivel mundial por la gran exportación de aguacate que genera.

3.4.4. Fauna.

La fauna que se presenta en Uruapan es principalmente compuesta por: mariposa monarca, coyote, zorrillo, cacomixtle, ratón de campo, tlalcoyote, pájaro carpintero, aguililla cola roja y búho cornudo. Selva seca: lagartija de collar, víbora de cascabel, mapache, culebra parda y ranita arborícola.

3.5. Características y uso de suelo.

Las características principales del suelo de zona donde se encuentra el municipio de Uruapan, datan de los periodos cenozoico, terciario, cuaternario y eoceno, corresponden principalmente a los del tipo podzólico. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero.

En la ciudad de Uruapan se puede encontrar como suelo dominante a: andosol 51.98%, leptosol existe un 15.99%, luvisol hay un 13.98%, cambisol se encuentra un 6.59%, phaeozem 3.76%, regosol 1.71% y vertisol hay un 0.19%.

3.5.1. Actividades económicas.

La ciudad de Uruapan cuenta con una variedad de riquezas naturales, y un amplio ramo comercial e industrial, ya que está considerada como la segunda ciudad después de Morelia más importante del Estado.

Dentro de las actividades económicas más importantes de dicha ciudad podemos encontrar las siguientes:

AGRÍCULTURA: Siendo el aguacate el producto más importante de la región, es por esto que Uruapan es conocida como la capital mundial del aguacate, este se exporta a varios países de América y Europa entre otros.

INDUSTRIA: La mayoría de estas son microempresas, pero también contamos con grandes industrias como son la papelera, la chocolatera y artífibras, que arrojan un gran capital a nuestra ciudad.

TURISMO: Es muy importante para la ciudad, cada año vienen de visita un sin fin de visitantes tanto nacionales como extranjeros, dentro de los atractivos más importantes de la ciudad tenemos el parque nacional, la tzararácua, el centro de la ciudad donde contamos con el mercado de antojitos. Durante el año se realiza en la

temporada de semana santa el mercado artesanal que está considerado como el más grande de Latinoamérica, y a fin de año se realiza la feria mundial del aguacate.

3.6. Informe fotográfico.

A continuación se presenta un informe fotográfico actual de las condiciones en las que se encuentra el tramo carretero en estudio:



Imagen 3.6.- Vista de Sur a Norte del tramo en estudio.

Fuente: Propia.

En la siguiente imagen se puede observar al fondo de la foto como inicia el angostamiento a dos carriles y con ello eliminar el camellon en los siguientes metros.



Imagen 3.7.- Inicio del angostamiento del camino a dos carriles.

Fuente: Propia.

A continuación se puede observar claramente el mal estado en el que se encuentra la carpeta asfáltica, que cabe mencionar que en temporada de lluvias sufre un deterioro más considerable. Otro aspecto muy importante a mencionar en esta imagen, es el tráfico vehicular que pasa todos los días por esta vía de comunicación ya que es el paso de tráfico pesado con fines de comercio.



Imagen 3.8.- Tráfico vehicular y estado de la carpeta asfáltica.

Fuente: Propia.

Dentro del terreno que formaría parte de los nuevos carriles en proyecto para la presente tesis, es utilizado como estacionamiento para tracto camiones y a su vez deja ver el tipo de vehículos que transitan por esa vía, una factor muy importante que cabe señalar es que esa zona se está volviendo en una parte muy comercial para la ciudad de Uruapan ya que cuenta con el proyecto en construcción de un centro comercial, todo esto deja entre ver lo factible que sería la ampliación de este tramo carretero.



Imagen 3.9.- Tramo sin ampliarse.

Fuente: Propia.

Una vez más se puede observar la cantidad de vehículos que pasan por la zona y el mal estado en que se encuentra la misma. Todos estos factores ayudan a la iniciativa para la ampliación del tramo carretero.



Imagen 3.10.- Tráfico vehicular.

Fuente: Propia.

Esta imagen muestra el fin del tramo sin ser ampliado y comienza la ampliación de nuevo con su respectivo camellón.



Imagen 3.11.- Finalización del tramo en estudio.

Fuente: Propia.

3.7. Problemas de azolve.

Dentro del tramo en estudio se pudo observar que la carpeta asfáltica estaba en muy mal estado ya que presentaba deformaciones y baches a lo largo del tramo carretero, además se puede mencionar que cuenta con un sistema de drenaje prácticamente inexistente y esto a su vez puede provocar graves daños en la infraestructura el camino en temporada de lluvias.

Todos estos problemas se les tienen planeado dar solución por medio de una buena realización del proyecto geométrico.

3.8. Estado físico actual.

Mediante las visitas que se realizaron al lugar de estudio se pudo verificar su estado actual. Este tramo carretero forma parte del libramiento oriente de la ciudad de Uruapan, tramos consta de aproximadamente 800 metros de longitud.

El tramo inicia en el entronque de la carretera libre Uruapan-Pátzcuaro y termina en la intercepción del puente a desnivel que dirige el tránsito vehicular hacia la autopista Siglo 21.

En la actualidad el proyecto geométrico con el que cuenta el tramo carretero en cuestión es totalmente obsoleto, ya que por el inminente crecimiento de la mancha urbana y del comercio, entre otros aspectos el tráfico vehicular ha ido aumentando en gran medida y con ello el proyecto geométrico el lugar se vuelve insuficiente para la demanda exigida.

Las señalizaciones de los caminos son muy importantes ya que le facilitan al conductor su viaje, sin embargo en esta vía es prácticamente nula la señalización ya que es una infraestructura muy antigua en la ciudad de Uruapan.

Cabe destacar que este tramo es una de las vías de comunicación más vitales del municipio, así como también de otros municipios ya que es una carretera que conecta con la zona de tierra caliente.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA.

En este capítulo se determina y se describe el método que se utilizó para la realización de este proyecto de investigación, tomando como parte de este método de investigación, el diseño y la recopilación de datos así como también el alcance que se tiene de la investigación.

En la recopilación de datos se citarán los programas y herramientas computacionales que fueron utilizados como apoyo en la elaboración del proyecto para que este arrojará resultados confiables y de tal manera que facilitará la creación del mismo.

4.1 Método empleado.

El método que se empleó en esta investigación es el método científico, el cual de acuerdo con Tamayo (2000), es una secuencia de pasos en los que se plantean problemas de carácter científicos y son puestas a prueba las hipótesis e instrumentos de trabajo investigativo.

El método científico se basa esencialmente en la objetividad de los procesos de investigación, dejando de lado la subjetividad que se pueda presentar.

“El punto de partida del método científico está en la realidad de su interpretación objetiva, lo que nos permite formular los problemas de investigación, los cuales no pueden formularse de una manera general sino que es necesario delimitarlos y especificarlos, a fin de darles un tratamiento adecuado.” (Tamayo, 2000, 37)

De acuerdo con Tamayo (2000), se puede entender por método a un orden epistemológico, partiendo de la lógica del pensamiento científico, el cual surge a partir de la teoría, por consiguiente se puede decir que teoría y método siempre van de la mano, mientras que la metodología es la parte instrumental de la investigación y como tal lleva a un objeto en específico.

El método científico se divide en elementos, los conceptos y las hipótesis son parte muy importantes de estos.

Los conceptos son aquellos términos que se les dan a los hallazgos de alguna investigación para así poder expresarla. Estos conceptos son abstracciones y algunos aspectos de la realidad.

Por otra parte, las hipótesis son las encargadas de indicar lo que estamos buscando. Hipótesis es una propuesta que se le puede poner a prueba para determinar si es válida o correcta.

La hipótesis deben tener las siguientes características: claridad en sus conceptos, debe tener referencias empíricas, ser específicas y tienen que tener relación con técnicas que estén a disposición.

Para la aplicación del método científico, se requieren las siguientes etapas:

- Percepción de una dificultad: se presenta cuando un individuo tiene algún problema y no tiene los medios o herramientas para llegar a un objetivo deseado o no puede encontrar la explicación de una situación.

- Identificación y definición de la dificultad: el individuo realiza observaciones más a detalle, lo cual le puede permitir tener un mejor conocimiento de su problema.
- Soluciones propuestas para el problema o también llamadas hipótesis: partiendo del conocimiento que tiene sobre su problema, el individuo propone soluciones del problema, a esto se le puede denominar hipótesis.
- Deducción de las consecuencias de las soluciones propuestas: el individuo llega a la conclusión de que cada hipótesis propuesta llega a ser cierta, tendrán unas ciertas consecuencias.
- Verificación de las hipótesis mediante la acción: en esta etapa el individuo pone a prueba cada una de las hipótesis planteadas, para así poder comprobar cuál de estas es la verdadera y así poder concluir o encontrar una solución confiable para su problema.

El método científico también se compone de diversos métodos para la adquisición de datos, a continuación se describirá el método matemático ya que éste formará parte esencial de la realización de este proyecto.

4.1.1 Método matemático.

En este método se emplea algún tipo de formulismo matemático para expresar variables, parámetros, hechos, proporciones, etc. Para poder comprender situaciones complejas difíciles de observar en la realidad.

En cualquier proyecto relacionado con la ingeniería civil siempre se ha tomado a consideración cantidades para poder definir algunos procedimientos científicos, ya

sea para la obtención de un valor económico, la capacidad o la importancia de algún resultado.

Puede ser utilizado este método en la variedad de hipótesis, en comprobaciones, en comparaciones de algunos factores, referencias numéricas, entre otras situaciones.

Los métodos matemáticos donde más intervienen son en situaciones donde se requiere el cálculo para un diseño constructivo ya sea para un edificio o en este caso para un proyecto geométrico, así como también en la presupuestación de obras es básico el uso de este método, entre otros ejemplos.

En este proyecto se optó por este método matemático, ya que es sumamente necesario para la implementación de cálculos, por ejemplo en el diseño geométrico de la carretera y con esto garantizar una mejor eficiencia en el desarrollo del proyecto.

4.2 Enfoque del proceso de investigación.

La investigación es la conjunción de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican en el estudio de una situación o fenómeno.

Para lograr un buen proceso en el enfoque de la investigación según Tamayo (2000), desde el siglo pasado se han usado dos aproximaciones principales para poder obtener una mejor investigación y estas son: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo de la investigación.

Las principales características que se tienen del enfoque cuantitativo son: el derivar objetivos específicos, formular preguntas de investigación, la realización de una perspectiva teórica, basándose en las preguntas de investigación se crean hipótesis y se determinan variables, se desarrolla un método para probar las hipótesis y así poder sacar conclusiones.

El enfoque cualitativo también se basa en área de investigación, pero a diferencia del enfoque cuantitativo, los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas o hipótesis durante o después de la adquisición y análisis de datos.

Este tipo de investigaciones son muy importantes ya que reafirma o refina las preguntas o hipótesis ya antes planteadas, y con esto tener una mejor obtención de resultados e interpretación en una investigación. Así mismo la presente investigación es de enfoque cuantitativo.

4.2.1 Alcance.

El alcance se le puede llamar al resultado de la revisión de esta investigación así como también de la perspectiva del estudio.

El objetivo principal del alcance son, los acontecimientos y la forma en que ocurren los hechos todo esto enfocado en un carácter descriptivo.

Lo que se pretende es tener claridad en las especificaciones requeridas para este proyecto, así como también las características más importantes de lo que se esté analizando. Principalmente describir es recolectar datos, que para este caso donde se tiene un enfoque cuantitativo, con esto hace referencia a la medición.

En el proceso de la investigación en estudio se tiene un alcance de tipo descriptivo, esto se debe a que se busca medir y recopilar datos o información necesaria de los conceptos que se requirieron para una mejor obtención de resultados en el estudio, sin dejar de lado las especificaciones de sus propiedades, características y rasgos más importantes.

4.3 Diseño de la investigación.

Para la realización de esta investigación optaremos por el método no experimental. Dentro de este método se tiene el diseño transversal o transeccional, el cual se enfoca a que la información recopilada se realiza en un solo momento.

En el diseño transversal descriptivo se tiene como objetivo el 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 se hace un análisis individual de cada una de las variables, con esto quiere decir que no se les relaciona a las variables unas con otras.

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

4.4 Instrumentos de recopilación.

Con el objetivo de hacer una investigación lo mejor posible, se ocupó de varios aspectos fundamentales para la recopilación de datos, así como también el uso de programas computacionales para una más sencilla elaboración de cálculos. Cabe mencionar que también se requirió de trabajo de campo en el cual se engloba la obtención de fotografías, conocimiento del terreno, trabajo topográfico y estudios de mecánica de suelos.

En cuanto a los programas computacionales que fueron utilizados en este proyecto están los siguientes:

- Microsoft Word: este programa fue utilizado con el fin de la realización de textos.
- Microsoft Excel: el uso de este programa fue directamente enfocado en los cálculos del proyecto ya que su función es la realización de hojas de cálculo.
- AutoCAD: es la herramienta computacional básica para un ingeniero civil, ya que en ella se pueden manipular, modificar o crear dibujos además de crear planos y es por eso que es tan básica para esta carrera y para la realización de este proyecto.
- Civilcad: esta herramienta no es nada más que una extensión o aplicación del autocad enfocada específicamente para los ingenieros civiles y es utilizado principalmente para trazos topográficos o proyectos geométricos de las vías terrestres es por eso que es básica su utilización en este proyecto.

4.5 Descripción del proceso de investigación.

Para la realización de esta investigación se llevó a cabo una serie de pasos o proceso necesarios para llegar a la obtención de unos resultados que se quisieron obtener desde un principio.

Primeramente se realizó un reconocimiento del terreno y sus alrededores, así como también la observación de varios factores que intervienen en la realización del proyecto geométrico esos factores son: el tipo de suelo, la vegetación, la cantidad y los tipos de vehículos que circulan en el sitio, la cantidad de población a sus alrededores y así como sus necesidades de las mismas, los posibles escurrimientos de agua en temporadas lluviosas.

Posteriormente se realiza el trabajo topográfico para reunir la información necesaria para un proyecto geométrico ideal, tomando secciones lo necesariamente anchas y tomándolas a cada 20 metros de distancia una de otra.

Durante el trabajo topográfico se tomaron fotografías del lugar con el objeto de tener una referencia del lugar.

Ya que se logró reunir toda la información necesaria para la realización del proyecto geométrico se procedió a descargar la información al Autocad, ya con la información en el programa se empezó a proponer alternativas para lo que sería el proyecto final, sin dejar de lado la investigación documental realizada sobre el lugar de trabajo.

Después mediante el uso de AutoCAD y su herramienta civilcad, se procede a la realización del proyecto geométrico, con el apoyo de planos con características necesarias para que se facilite el proyecto en el momento que sea construido. Los datos y cálculos de gran importancia como lo son: la información de las secciones del camino serán capturados en una hoja de cálculo de Excel.

CAPÍTULO 5

CÁLCULO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se mostrarán los cálculos que se realizaron para este proyecto, así como también los resultados obtenidos en la propuesta de este proyecto geométrico.

5.1 Aforo vehicular.

Mediante el análisis de los elementos del flujo vehicular se puede tener una mejor comprensión de las características y componentes del tránsito. El análisis del flujo vehicular describe la forma como circulan los vehículos en cualquier tipo de vialidad, lo cual permite determinar el nivel de eficiencia y funcionalidad.

La variable del tráfico se compone de diversos elementos que interactúan entre sí para poder conformar la ingeniería de tránsito, estos elementos son importantes para establecer un diseño geométrico que en la medida de lo posible cumpla con las necesidades de los usuarios.

Para la evaluación de los factores de tráfico de esta investigación se realizó un estudio de volumen de tránsito mediante métodos de aforos. El método utilizado es el método manual, el cual consiste en obtener datos de volúmenes de tránsito por medio de conteos vehiculares realizados por personas en el área del proyecto en cuestión, este método permite la clasificación de vehículos por tamaño, tipo, y otras características.

El personal de campo registra los datos en formatos diseñados específicamente para un aforo en particular, estos formatos ayudan a tener un mejor control y orden en el momento del conteo vehicular así como también facilitar la realización del aforo vehicular del proyecto, el formato utilizado en el estudio realizado para esta investigación se muestra a continuación:






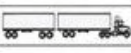
HORA		TIPO DE VEHICULOS						
SENTIDO	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	Otros
	Automóviles	Autobuses	Camionetas Camiones de 2 Ejes	Camionetas Camiones de 3 Ejes	Tractocamion de 3 Ejes y Semiremolque de 2 Ejes	Tractocamion de 3 Ejes y Semiremolque de 3 Ejes (Trailer)	Tractocamion de 3 Ejes, Semiremolque de 2 Ejes y Remolque de 4 Ejes (Trailer de Doble Caja)	Otro tipo de Combinaciones de Tractocamiones y Remolques
								
A1								
A2								
B2								

Imagen 5.1.- Formato utilizado para el aforo vehicular.

Fuente: www.amdemexico.com.mx

Para determinar las horas de mayor circulación se entrevistó a los habitantes cercanos a la zona de proyecto, los cuales indicaron que el flujo vehicular mayor se da en las horas de la mañana y por la tarde, y durante la noche es prácticamente nulo; por lo que se optó por realizar el aforo de 8:00 AM a 10:00 AM y de 1:00 PM a 3:00 PM.

De esta manera es como se realizó el aforo vehicular del estudio para el proyecto que corresponde al libramiento oriente del km 0+130 al km 0+900 de la carretera Uruapan-Pátzcuaro, a la altura de Soriana Híper.







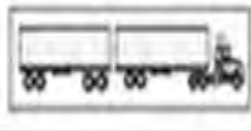
Como ya se mencionó antes, para la realización del aforo vehicular de este proyecto se usó un determinado formato, el cual incluye simbología que conforme a la clasificación vehicular se refiere a los tipos de vehículos que integran al tránsito. A continuación se muestra la simbología del formato:

CLASIFICACIÓN VEHICULAR SCT.





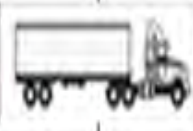

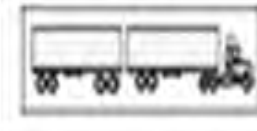
A	Automóviles.
B	Autobuses.
C2	Camiones unitarios de 2 ejes.
C3	Camiones unitarios de 3 ejes.
T3S2	Tractores de 3 ejes con semirremolque de 2 ejes.
T3S3	Tractores de 3 ejes con semirremolque de 3 ejes.
T3S3R4	Tractores de 3 ejes con semirremolque de 2 ejes y remolque de 4 ejes.
OTROS	Otro tipo de combinaciones de carga.

En este caso el período de realización del aforo es de una semana. Y los datos obtenidos se muestran a continuación:








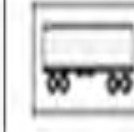
MUESTRA DE AFORO VEHICULAR DE NORTE A SUR DEL LIBRAMIENTO ORIENTE.

		Hora: 8:00 AM a 10:00 AM							
		MOVIMIENTO 1							
		TIPO DE VEHICULOS							
Dia y Fecha	SENTIDO	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS
		Automóviles	Autobuses	Camionetas Camiones de 2 ejes	Camionetas Camiones de 3 ejes	Tractocamion de 3 ejes y semiremolque de 2 ejes	Tractocamion de 3 ejes y semiremolque de 3 ejes (trailer)	Tractocamion de 3 ejes y semiremolque de 2 ejes y remolque de 4 ejes (trailer doble caja)	Otro tipo de combinaciones de tractocamiones y
									
Lunes	M1	651	44	471	72	22	12	3	1
Martes	M1	642	39	469	69	19	12	4	2
Miercoles	M1	647	42	468	68	23	14	4	2
Jueves	M1	649	43	469	70	24	16	6	4
Viernes	M1	644	44	473	69	21	11	3	1
TOTAL		3233	212	2350	348	109	65	20	10







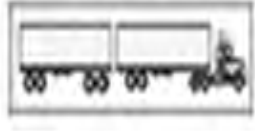
MUESTRA DE AFORO VEHICULAR DE SUR A NORTE EL LIBRAMIENTO ORIENTE.

		Hora: 8:00 AM a 10:00 AM							
		MOVIMIENTO 2							
		TIPO DE VEHICULOS							
Dia y Fecha	SENTIDO	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS
		Automóviles 	Autobuses 	Camionetas Camiones de 2 ejes 	Camionetas Camiones de 3 ejes 	Tractocamion de 3 ejes y semiremolque de 2 ejes 	Tractocamion de 3 ejes y semiremolque de 3 ejes (trailer) 	Tractocamion de 3 ejes y semiremolque de 2 ejes y remolque de 4 ejes (trailer doble caja) 	Otro tipo de combinaciones de tractocamiones y
Lunes 06/10/14	M2	728	85	517	63	44	12	1	1
Martes 07/10/14	M2	734	84	515	64	46	12	2	2
Miercoles 08/10/14	M2	732	82	513	61	42	14	1	2
Jueves 09/10/14	M2	731	83	518	62	43	15	3	1
Viernes 10/10/14	M2	725	86	516	61	44	14	2	
TOTAL		3650	420	2579	311	219	67	9	6

MUESTRA DE AFORO VEHICULAR DE SUR A NORTE EL LIBRAMIENTO ORIENTE.

		Hora: 1:00 PM a 3:00 PM							
		MOVIMIENTO 1							
		TIPO DE VEHICULOS							
		A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS
Dia y Fecha	SENTIDO	Automóviles	Autobuses	Camionetas Camiones de 2 ejes	Camionetas Camiones de 3 ejes	Tractocamion de 3 ejes y semiremolque de 2 ejes	Tractocamion de 3 ejes y semiremolque de 3 ejes (trailer)	Tractocamion de 3 ejes y semiremolque de 2 ejes y remolque de 4 ejes (trailer doble caja)	Otro tipo de combinaciones de tractocamiones y
									
Lunes 06/10/14	M1	738	54	557	79	21	4	3	3
Martes 07/10/14	M1	734	52	551	75	19	3	2	2
Miercoles 08/10/14	M1	731	51	555	78	18	3	3	4
Jueves 09/10/14	M1	735	50	556	76	17	5	1	2
Viernes 10/10/14	M1	732	53	549	77	17	4	2	1
TOTAL		3670	260	2768	385	92	19	11	12

MUESTRA DE AFORO VEHICULAR DE SUR A NORTE EL LIBRAMIENTO ORIENTE.

		Hora: 1:00 PM a 3:00 PM							
		MOVIMIENTO 2							
		TIPO DE VEHÍCULOS							
Dia y Fecha	SENTIDO	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS
		Automóviles 	Autobuses 	Camionetas Camiones de 2 ejes 	Camionetas Camiones de 3 ejes 	Tractocamion de 3 ejes y semiremolque de 2 ejes 	Tractocamion de 3 ejes y semiremolque de 3 ejes (trailer) 	Tractocamion de 3 ejes y semiremolque de 2 ejes y remolque de 4 ejes (trailer doble caja) 	Otro tipo de combinaciones de tractocamiones y
Lunes 06/10/14	M2	637	71	274	72	32	7	2	3
Martes 07/10/14	M2	638	73	272	69	34	5	2	2
Miercoles 08/10/14	M2	632	73	270	72	35	3	1	4
Jueves 09/10/14	M2	634	75	271	70	37	4	3	3
Viernes 10/10/14	M2	631	72	273	71	35	5	1	2
TOTAL		3172	364	1360	354	173	24	9	14

FLUJO DE NORTE A SUR (MOVIMIENTO 1) = 13564 Vehículos

FLUJO DE SUR A NORTE (MOVIMIENTO 2) = 12731 Vehículos

FLUJO TOTAL DE LA SEMANA= 26295 Vehículos

Cálculo del promedio de vehículos por hora.

$$\text{Movimiento 1} = \frac{13564 \text{ veh.}}{20 \text{ hrs.}} = 678.20 \text{ vehículos por hora.}$$

$$\text{Movimiento 2} = \frac{12731 \text{ veh.}}{20 \text{ hrs.}} = 636.55 \text{ vehículos por hora.}$$

$$\text{Flujo total de la semana de vehículos por hora} = \frac{26295 \text{ veh.}}{20 \text{ hrs.}} = 1314.75 \text{ vehículos}$$

En vista de que el tránsito promedio diario es de gran importancia para el diseño geométrico y estructural, se debe considerar que este valor sea representativo del día de máximo flujo vehicular.

La realización de un aforo vehicular es de mucha importancia en el proyecto para un diseño geométrico de una carretera, debido a que obteniendo un conteo de vehículos que pasan por una determinada carretera se puede realizar una proyección

de una manera más eficiente y eficaz, para así poder satisfacer las necesidades de los usuarios.

Como se pudo observar en el aforo vehicular que se realizó para este proyecto, los flujos vehiculares que transitan son muy altos así como también grandes cantidades de vehículos pesados.

Se puede resumir que este tramo carretero está careciendo de una ampliación que satisficiera la demanda vehicular de la zona y con ello traerá grandes beneficios a la ciudad de Uruapan, sus habitantes y turistas.

El siguiente capítulo tiene como objetivo el mostrar todos los cálculos y resultados que se hayan obtenido para el proyecto.

5.2. Parámetros para el diseño del camino.

Según las normas de proyecto geométrico de la SCT y al manual de diseño geométrico de la SEDESOL, la arteria vial que se tiene en estudio para este proyecto corresponde a la clasificación de vialidad primaria. De acuerdo a esto se deduce que el tramo en estudio se ubica en el Libramiento Oriente, que corresponde a una vialidad primaria.

A continuación se presenta la clasificación de las vialidades, de acuerdo a la secretaria de comunicaciones y transportes (SCT), que tiene como función el ubicar o clasificar las vialidades de una ciudad o población, cabe mencionar que para este caso se determinó como una vialidad primaria.

Las principales vialidades son:

- Primarias: Es el espacio físico que tiene como función facilitar el flujo de tránsito vehicular, continuo o controlado por semáforos, entre distintas áreas de una zona urbana, con la posibilidad de reserva para carriles exclusivos, destinados a la operación de vehículos de emergencia.
- Secundarias: Es el espacio físico cuya función es facilitar el flujo del tránsito vehicular no continuo, generalmente controlado por semáforos entre distintas zonas de la ciudad, así como también proveen el acceso a propiedades adyacentes.
- Local: Es parte de las vías secundarias y se utiliza para el acceso directo a las propiedades y está ligada a las calles colectoras; los recorridos del tránsito son cortos y los volúmenes son bajos, generalmente son de doble sentido.

Para la determinación del diseño geométrico de este proyecto, se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros o factores:

a) Vialidad primaria: de acuerdo a la normativa de vialidades de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), determina que el tramo en estudio perteneciente al Libramiento Oriente es una vialidad primaria.

b) Vehículo de proyecto: las características de vehículo con el cual se diseñará el tramo carretero en cuestión corresponden a la clasificación DE 1525, debido a que este es el que marca la SCT como el apropiado para las vialidades primarias.

En la siguiente tabla proporcionada por el manual de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), se puede observar los vehículos de proyecto

determinados para ciertas clases de vialidades, así como sus dimensiones:

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

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

Tabla 5.1.- Vehículo de proyecto por nivel funcional de vialidad.

Fuente: Manual de diseño geométrico de vialidades.

CARACTERISTICAS			VEHICULO DE PROYECTO						
			DE - 335	DE - 450	DE - 610	DE - 1220	DE - 1525		
D	Longitud total del vehículo	L	580	730	915	1525	1675		
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	Vi	153	180	183	183	61		
I	Distancia entre ejes tandem tractor	Tt	—	—	—	—	122		
O	Distancia entre ejes tandem 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)			W/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	
			T2 - S2	0	0	1	93	78	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	

Tabla 5.2.- Características de los vehículos de proyecto.

Fuente: Manual de proyecto de geométrico de carreteras SCT.

c) Velocidad de proyecto: para el diseño de este tramo carretero se utilizará una velocidad de proyecto, que va de 65 a 80 kilómetros por hora. Se determinó esta velocidad en base a que es una vialidad de clase primaria (periferia) de tipo plano.

Clase	Topografía		
	Plano	Lomerío	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 5.3.- Velocidad de proyecto por nivel funcional de vialidad (km/hr).

Fuente: Manual de proyecto de geométrico de carreteras SCT.

d) Pendientes: debido a que nuestro proyecto goza de una topografía casi plana, no se presentan pendientes muy pronunciadas sin embargo, es conveniente y de suma importancia el seleccionar el porcentaje máximo de pendiente y en base a la normatividad del manual de diseño geométrico de vialidades proporcionado por la SEDESOL, se propuso una pendiente del 6% ya que se encuentra en la clasificación que cumple el tramo carretero en cuestión, en la cual engloba factores como el tipo de vialidad, tipo de topografía, velocidad de proyecto, así como también el porcentaje se encuentra en la clasificación de pendientes ascendentes mayores a 150 metros, y para pendientes descendientes de cualquier longitud.

A continuación se muestra la tabla de pendientes máximas, en la cual cabe destacar que la columna “a”, es para pendientes ascendentes no más largas a 150 metros, mientras que los valores presentados en la columna “b” son para pendientes ascendentes más largas y para pendientes descendientes de cualquier longitud.

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 5.4.- Pendientes máximas.

Fuente: Manual de proyecto de geométrico de carreteras SCT.

e) Ancho de carriles.- el ancho de carril propuesto para este proyecto de ampliación, es el adecuado de acuerdo a la normativa de la SCT que corresponde a 3.5 metros por cada carril. En cuanto al acotamiento se determinó de igual manera apeguándose a la normativa de la SCT y proponiendo un acotamiento de 1 metro.

f) Ancho de camellones: para la propuesta de ampliación de este tramo carretero es necesario la proyección de un camellón, ya que la zona de ampliación lo permite, es por eso que el ancho de camellones propuesto para este proyecto será variado entre un rango de 9 a 10 metros, debido a que la zona de proyecto varia en cuanto a

el ancho con el que se cuenta para su construcción. Cabe mencionar que también algunos camellones serán reducidos por otro carril ya que el proyecto requiere movimientos en diferentes direcciones.

g) Señalización: la propuesta de señalización para este proyecto se presenta en un plano en el apartado de anexos, en el cual se puede observar las señalizaciones tanto verticales como horizontales.

A continuación se presentan las imágenes que representan las señalizaciones que deben de ser instaladas en la propuesta de la ampliación del presente proyecto:

Señales Preventivas:



Señales Restrictivas:



Señales informativas:



Imagen 5.1.- Señales preventivas, restrictivas e informativas.

Fuente: www.TINAESCUELA.com

Cabe mencionar que en el apartado de anexos se presenta más detallado cada uno de los parámetros de diseño anterior mencionados por medio de planos, así como también el perfil del terreno, secciones de corte y terraplén, estado actual, propuesta de ampliación y señalamiento horizontales y verticales.

Es de suma importancia mencionar que este proyecto de investigación está enfatizado a una propuesta de diseño geométrico, por lo que no se hace referencia a ningún tipo de cálculo estructural para el proyecto.

Para este análisis fue muy importante el determinar que actualmente el camino se encuentra en malas condiciones para que pueda tener una eficiencia adecuada para el tránsito de vehículos. El principal problema es que no satisface la demanda vehicular que se requiere en el tramo, ya que sólo cuenta con dos carriles para ambos sentidos.

También se puede observar que la carpeta asfáltica, está en muy malas condiciones ya que el camino no cuenta con un buen sistema de drenaje, los cual provoca socavaciones en la carpeta asfáltica.

Todo lo anterior mencionado fue muy importante para la realización de este proyecto geométrico de ampliación de carriles, el cual puede ser observado en los planos ubicados en el apartado de anexos y de los cuales se puede mencionar lo siguiente:

Se muestra el levantamiento topográfico visto en planta del estado actual y en otro apartado se puede muestra la vista en planta de la propuesta, de lo cual cabe destacar que es notoria la mejora así como una descontaminación visual muy grande.

Para esta propuesta no existe la necesidad de una reubicación de los vecinos de la zona, ya que el área de ampliación se propiedad municipal y debe ser respetada.

Se trazó el perfil del proyecto de tal manera que no fuera muy pronunciada la pendiente así como el costo del corte y terraplén del proyecto, todo esto se puede observar en los planos de perfil, corte y terraplén del terreno.

Con respecto a las señalizaciones es prácticamente nulo algún señalamiento existente actualmente, por lo que se vio la necesidad de diseñar el señalamiento horizontal y vertical del proyecto, todo esto se puede observar en el plano de señalamientos.

A continuación se muestra arquitectónicamente la vista de la sección del camino propuesta para el proyecto.

Se puede observar las medidas del camino, camellón, acotamientos, cunetas y las banquetas propuestas para este camino. Las medidas propuestas son determinadas basándose en la normativa de la SCT, así como también influyen varios factores como son el aforo vehicular, el uso de suelo, entre otros aspectos.

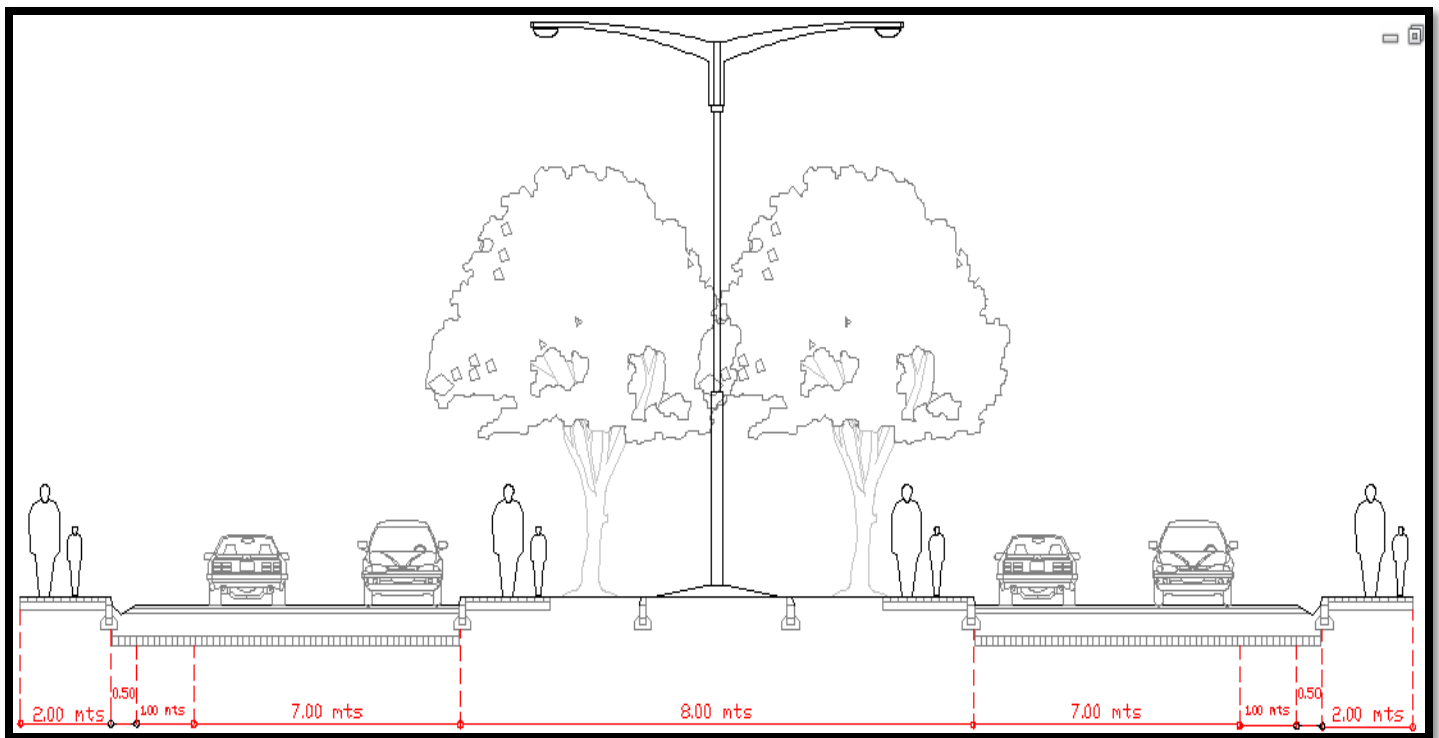


Imagen 5.2.- Sección del camino.

Fuente: Propia

Ya con la información obtenida del estudio topográfico, el aforo vehicular y el estado actual del tramo. Se propone un proyecto geométrico con las siguientes características:

- 1) Las grosor de las capas propuestas para el diseño del proyecto geométrico en cuestión son:

Subyacente de 0.15 metros.

Sub base de 0.2 metros.

Base de 0.10 metros.
- 2) De acuerdo a la normativa de la SCT, el tramo se clasifica como una vialidad Primaria.
- 3) El vehículo de proyecto es determinado mediante la clasificación de la vialidad y en este caso es: DE1525.
- 4) La velocidad de proyecto para el diseño de este tramo carretero va de 65 a 80 kilómetros por hora.
- 5) El ancho de los carriles se determinó de 3.50 metros de ancho, con acotamientos de 1 metro.
- 6) La pendiente para el desalojo del agua es del 2% y el sistema de drenaje que se propone para el proyecto geométrico son cunetas.
- 7) El ancho de los camellones propuesto oscilara entre 5 y 9 metros.

CONCLUSIONES.

Este proyecto sirvió para aprender de una manera adecuada y profesional cómo se realiza un proyecto de investigación, así como los pasos que se deben llevar a cabo y la forma correcta de realizarlo.

La realización de este proyecto tuvo origen en la necesidad de gozar un mejor servicio en las vías terrestres de la población de Uruapan, Michoacán, a raíz de esto se empezó una investigación sobre el estado actual de las vías terrestres de la población en cuestión y se inclinó por hacer la propuesta por la vialidad con menos infraestructura y mayor demanda de la ciudad.

En base al estudio topográfico y a los análisis y resultados obtenidos se puede manifestar que se ha cumplido satisfactoriamente con el objetivo general, que era el diseño geométrico del proyecto para la ampliación a cuatro carriles del tramo km 0+130 al km 0+900 de la carretera Uruapan-Pátzcuaro en Uruapan Michoacán.

Mediante la realización de este proyecto se pudo familiarizar de una forma más cercana hacia una de las principales ramas de la ingeniería civil, como lo es en este caso las vías terrestres, las cuales podríamos decir que son un tipo de medio de comunicación para la humanidad y en conclusión se puede decir que una vía terrestre es cualquier tipo de camino por el cual transite el hombre.

Una vía terrestre también es conocida como un camino y en base a los resultados obtenidos se puede concluir que las características principales que define a un camino es una franja de terreno con características topográficas irregulares y

que es principalmente transitado por vehículos automotores y su principal función es llevar a los autos a diferentes destinos, así como también a sus ocupantes.

Se debe tener firme el concepto de proyecto geométrico ya que es el tema principal de nuestro proyecto, para así tener una comprensión más clara de las conclusiones obtenidas.

De acuerdo a la ingeniería civil el diseño geométrico se define como la proyección del trazado de una carretera o calle en el terreno destinado para ello, a lo que se puede deducir que es parte vital para la construcción de cualquier vía terrestre. Se deduce que es parte fundamental ya que se hace un análisis económico, social, ambiental, para determinar si es factible o no su construcción.

Se debe mencionar que todo proyecto geométrico tiene que estar regido bajo las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Para el diseño de ampliación de este proyecto se tuvieron presentes diversas partes o características que deben conformar el diseño.

El estudio topográfico fue fundamental para nuestro diseño ya que gracias a este se puede diseñar el proyecto geométrico.

Las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), es la base con la cual se rigió este proyecto ya que gracias a estas, se pudo tener un conocimiento de los anchos de carriles, vehículo de proyecto, velocidad de proyecto, pendientes permitidas, así como también las señalizaciones.

El aforo vehicular se puede concluir como una estadística muy importante para así poder determinar varios factores de diseño regidos por las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

En los párrafos anteriores se pudo mencionar las principales partes que conforman el diseño del proyecto geométrico en cuestión.

La principal inquietud que nació para la investigación de este proyecto, fue con la finalidad de beneficiar a los habitantes de la ciudad de Uruapan y principalmente a los habitantes de los alrededores de la zona en cuestión y con esto traer un mejor servicio a las personas que transitan con sus vehículos por la zona y por consiguiente elevar la calidad de vida de las personas de la zona.

Se tuvo prácticamente realizar el proyecto en propuesta prácticamente desde cero, ya que el estado actual es totalmente ineficiente. Se tuvo que realizar los cálculos de corte y terraplén de prácticamente toda la zona donde se desplantara la ampliación, así como también se tuvo que proponer los espesores de las carpetas que constituyen una carretera, en el apartado de los anexos se muestra el plano con la descripción gráfica.

En conclusión se puede definir que con base en los resultados obtenidos, pero principalmente al nivel de demanda requerido para ese tramo carretero, la ampliación para este tramo no sólo es bastante factible sino que también se ha convertido es una necesidad básica para la ciudad de Uruapan, ya que con esto mejoraría su infraestructura vial, así como también brindaría un mejor servicio a sus habitantes, turistas y comercio de la ciudad.

BIBLIOGRAFIA

Crespo Villalaz, Carlos. (2005)

Vías de comunicación.

Ed. Limusa, México.

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 Zitácuaro Michoacán.

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

Mendoza Zárate, Ramiro. (2013)

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

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

Olivera Bustamante, Fernando. (2006)

Estructuración de vías terrestres.

Compañía Editorial Continental, México.

Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola. (1994)

Ingeniería de tránsito.

Editorial Alfaomega, S.A. de C.V.

Tamayo y Tamayo, Mario. (2000)

El proceso de la investigación científica.

Ed. Limusa, México.

Wright, Paul H. (1993)

Ingeniería de las carreteras.

Ed. Limusa, México.

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN.

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

[http://es.wikipedia.org/wiki/Uruapan_\(municipio\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Uruapan_(municipio))

<http://www.amdemexico.com.mx/aforos-vehiculares.php>

http://www.sct.gob.mx/fileadmin/_migrated/content_uploads/17_NOM-034-SCT-2-2003_01.pdf

<http://imipmexicali.org.mx/normatividad/4.%20NORMAS%20TECNICAS/10%20MANUAL%20DISE%C3%91O%20GEO%20VIAL.pdf>

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/gutierrez_g_f/capitulo3.pdf

ANEXOS.

