



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

Incorporación No. 8727 - 15 A la  
Universidad Nacional Autónoma de México

---

Escuela de Ingeniería Civil

Revisión del proceso constructivo del tramo 0+100 al 2+000 de la  
carretera Ziracuaretiro-La Ciénega

**TESIS**

Que para obtener el título de:

**Ingeniero Civil**

Presenta:

**Liliana Campos Montañez**

Asesor:

**Ing. Guillermo Navarrete Calderón**

Uruapan, Michoacán, 2008



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.

## AGRADECIMIENTOS

Mis papás saben cuanto los quiero y lo mucho que agradezco todo lo que han hecho por mi, por la familia que formaron y todo lo que nos han enseñado a mis hermanos y a mi, **MI MAMA**, eres una mujer grandiosa, te agradezco lo que siempre haces por mí, por tú paciencia, consejos, por ser como eres. **MI PAPA**, siempre has sido mi ejemplo a seguir, me siento muy orgullosa de ser tú hija, gracias por todo lo que has hecho por nosotros y por siempre apoyarnos en lo que hacemos, eres un gran padre, hombre y ser humano.

**MI ESPOSO**, gracias por la paciencia, por la ayuda, por tus consejos, tú sabes lo importante que eres para mi y todo lo que representas, no se si lo sepas pero desde que te conozco siempre e admirado en ti esa capacidad que tienes de aprender día a día algo nuevo, TE AMO.

**DUL, VIANY, RUBI Y PEDRIN**, gracias por estar conmigo siempre, por su ayuda, consejos y todo lo que representa ser parte de su vida, agradezco a Dios, haberlos puesto en mi vida, son unos hermanotes sin duda alguna, los quiero mucho.

Los agradecimientos a todas aquellas personas, que han estado presente en mi vida y han puesto un granito de arena para la conclusión de esta etapa, son muchos y no me gustaría dejar de mencionar a ninguno, a la familia de mi esposo, mis compañeros de escuela, amigos y maestros, gracias.

## INDICE

### Introducción

Antecedentes. . . . .	1
Planteamiento del problema. . . . .	5
Objetivos. . . . .	5
Pregunta de investigación. . . . .	6
Justificación. . . . .	6
Marco de referencia. . . . .	8

### Capítulo 1.- Vías terrestres.

1.1. Vías terrestres . . . . .	10
1.2. Antecedentes de los caminos. . . . .	11
1.3. Inventario de caminos. . . . .	12
1.3.1 Aplicaciones del Inventario de Caminos . . . . .	13
1.4 Elementos de la ingeniería de tránsito usados para el proyecto. . . . .	14
1.4.1 Soluciones al Problema del Tránsito. . . . .	15
1.4.2. Elementos del Tránsito . . . . .	16
1.4.3 Características Geométricas . . . . .	17
1.4.4 Tipos de Vehículos . . . . .	20
1.4.5 Característicos de Operación. . . . .	21
1.4.6 Clasificación de los Caminos. . . . .	21
1.5 Velocidad. . . . .	25
1.6. Volumen de tránsito . . . . .	25
1.6.1 Conteos del tránsito.. . . . .	26
1.7. Densidad de tránsito. . . . .	27

1.8. Derecho de vía.	27
1.9. Capacidad y nivel de servicio.	27
1.10. Distancia de visibilidad.	29
1.11. Mecánica de suelos.	30
1.11.1 Tipos de suelos.	33
1.11.2 Propiedades físicas de los suelos.	34
1.11.3 Propiedades de los suelos.	35
1.11.4 Granulometría.	36

## **Capítulo 2.- Características físicas de un camino.**

2.1. Tipos de Carretera.	41
2.2. Alineamiento vertical y horizontal	42
2.2.1. Alineamiento vertical.	42
2.2.2. Alineamiento horizontal.	45
2.3. Sección transversal.	47
2.3.1 Corona.	48
2.3.2 Subcorona.	52
2.3.3 Cunetas y contracunetas.	52
2.3.4 Taludes.	53
2.3.5 Partes complementarias.	54
2.4 Elementos que integran un pavimento.	55
2.4.1 Sub-base.	56
2.4.2 Base hidráulica.	60
2.4.3 Carpetas asfálticas.	63
2.5 materiales asfálticos.	68

2.6 Compactación de los materiales en caminos. . . . .	70
2.7 Control de calidad necesario . . . . .	72

**Capítulo 3.- Resumen ejecutivo de macro y microlocalización.**

3.1. Generalidades. . . . .	75
3.2. Resumen ejecutivo. . . . .	77
3.3. Entorno geográfico. . . . .	78
3.3.1. Macro y Micro localización. . . . .	78
3.3.2. Topografía regional y de la zona en estudio. . . . .	80
3.3.3. Geología regional y de la zona en estudio. . . . .	81
3.3.4. Hidrología regional y de la zona. . . . .	82
3.3.5. Uso de suelo regional y de la zona en estudio. . . . .	83
3.4. Informe fotográfico. . . . .	84
3.4.1. Tipo de terreno y cobertura vegetal. . . . .	84
3.4.2 Estado físico actual y problemas de drenaje superficial. . . . .	85
3.4.3 Vehículos que transitan por la vía. . . . .	87
3.5 Estudio de tránsito. . . . .	88
3.6 Alternativas de solución. . . . .	89

**Capítulo 4.- Metodología.**

4.1. Metodo empleado. . . . .	90
4.1.1. Método matemático. . . . .	91
4.2. Enfoque de la investigación. . . . .	91
4.2.1. Alcance. . . . .	91
4.3. Diseño. . . . .	92

4.3.1. Investigación transeccional o transversal.	92
4.4. Instrumentos de recopilación de datos.	92
4.5. Descripción del proceso de investigación.	93

## **Capítulo 5.- Análisis e interpretación de resultados**

5.1 Terracerías.	95
5.1.1 Desmonte.	95
5.1.2 Despalmes.	97
5.1.3 Escalones de liga.	99
5.1.4 Cortes.	100
5.1.5 Terraplenes.	102
5.1.6 Subyacente y/o Subrasante.	104
5.2 Pavimentos.	108
5.2 Riegos de impregnación.	108
5.2.2 Base Hidráulica.	115
5.2.3 Carpetas por el sistema de riegos (riego de sello).	117
5.3 Señalamiento	120
5.3.1 Señalamiento Vertical.	120
5.3.2 Recubrimiento de superficie del pavimento con pintura.	125
5.4 Cálculo de presupuesto.	127
<b>Conclusión.</b>	<b>158</b>
<b>Bibliografía.</b>	<b>160</b>
<b>Anexos.</b>	

# INTRODUCCIÓN

## **Antecedentes.**

Desde tiempo atrás el hombre se ha enfrentado con muchos problemas para vencer las distancias. Al hacer el recorrido de un lugar a otro encontró obstáculos como montañas, ríos, lagos, mares y océanos, por lo tanto, tuvo que estudiar todas aquellas formas en las cuales podría dominar estos hechos del medio geográfico y después de un tiempo pudo vencerlos para poder cubrir la necesidad de transportarse.

De acuerdo con Wright (1993), las carreteras se relacionan con los seres humanos en las actividades diarias, y sería imposible imaginar cómo sería la vida sin ellas.

Se podría decir que antes de la invención de la rueda, los caminos ya existían, pues en todos los tiempos los seres humanos iban de un lugar a otro. Los primeros viajes se hacían a pie; más tarde utilizaron a los animales para que transportaran las cargas, después se construyeron trineos y vehículos sencillos, los cuales ya tenían ruedas.

Conforme fue pasando el tiempo y las civilizaciones alcanzaron un nivel de desarrollo más alto, se vieron en la necesidad de mejorar sus caminos. Se tiene conocimiento de que las calles de Babilonia se pavimentaron hacia el año 2000 a.C. En Creta se encontraron vestigios de los primeros caminos construidos por el hombre, así mismo en China, Cartaginesa e Inca fueron civilizaciones que trabajaron mucho en la construcción de estos.



El ingeniero francés Trésague, implantó un método de construcción de caminos en el cual utilizaba una base de piedras partidas cubiertas con piedras más pequeñas.

Como se ha visto, se fueron desarrollando diversos métodos para la construcción de caminos, hasta llegar a esta época con métodos mejorados, ya que en la actualidad existen grandes autopistas de pavimento flexible o rígido.

La construcción de las carreteras cuenta con todo un proceso que va desde la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento. El buen funcionamiento de éstas dependerá de los materiales y calidad de estos; así como dar el tiempo necesario a cada etapa de la construcción, sin dejar de mencionar la importancia que juega aquí la labor humana.

Es importante mencionar que en la Universidad Don Vasco ya existen tesis sobre este tema, las cuales se elaboraron en el 2008 y son las siguientes:

Revisión del programa de ejecución de obra del proceso constructivo del entronque "Caracha" Km. 92+739 del C.D. Pátzcuaro-Uruapan, elaborada por Hugo Alejandro Magaña Madrigal, quien se planteó como objetivo determinar la importancia de un programa de ejecución de obra en un proceso constructivo, hacer una revisión del programa de obra propuesto y el programa de obra real ejecutado en la construcción del entronque a desnivel para observar las diferencias y explicar las consecuencias que tiene el no cumplir con el programa de obra propuesto.

Concluye, explicando que el proceso de obra propuesto en comparación con el real no fue el mismo y, por lo tanto, se tuvieron penalizaciones por no cumplir con los tiempos establecidos en el proceso propuesto.

Así mismo existe otra tesis titulada, Proceso de construcción y revisión del programa de ejecución de obra de rampa de emergencia ubicada en el Km. 84+380 del tramo: Pátzcuaro-Uruapan, elaborada por Luís Manuel Ramos Ávila, quien encontró que el procedimiento constructivo de la rampa de emergencia sí se construyó de acuerdo a la normatividad de la SCT, cumpliendo con todos los requisitos solicitados por esta dependencia, teniendo una rampa de emergencia confiable para el usuario y de buena calidad, además concluye señalando que el presupuesto es razonable, teniendo un buen análisis de la maquinaria, materiales y de mano de obra, mejorando el tiempo de ejecución de los trabajos proyectados.

De igual forma en la tesis llamada, Proceso constructivo de la estructura del pavimento del camino que conduce de Los fresnos a Uringuitiro en el Municipio de Tancítaro, Michoacán, elaborada por Ricardo Estrada Hurtado, indica que su objetivo principal es el de proponer el proceso constructivo de la estructura del pavimento del camino que conduce de Los fresnos a Uringuitiro en el Municipio de Tancítaro, Michoacán.

A la conclusión a la que llegó es que en lo económico fue correcta la manera en que se ejecutó, sin embargo, en el proceso constructivo él propone una mejor forma de realizarlo.

También en la tesis titulada, Análisis comparativo de la pavimentación del camino Jucutacato-Cutzato tramo del Km. 0+100 al Km. 3+500, localidad de Jucutacato Municipio de Uruapan en el estado de Michoacán, elaborada por Jorge Alberto López Villanueva, señala que su objetivo era realizar un buen procedimiento de construcción para un mejor desarrollo en la elaboración y construcción del pavimento en el camino Jucutacato-Cutzato del Municipio de Uruapan, Michoacán,

llegando a la conclusión de que sí cumplió con su objetivo, aunado a que el procedimiento de construcción del pavimento se realizó de acuerdo a la normatividad de la SCT, cumpliendo con todos los requisitos solicitados por esta dependencia.

Finalmente en la tesis titulada, Análisis comparativo del proceso de construcción para el pavimento del tramo: Zicuirán-Churumuco del Km. 42+300 a Km. 46+300, en el estado de Michoacán, elaborada por Armando Chapa Villagómez, se observa que hace el análisis del procedimiento de construcción para un mejor desarrollo en la elaboración y construcción del pavimento en el camino cuatro caminos-Churumuco del tramo: Zicuirán-Churumuco, en donde se puede observar que la reconstrucción de este camino se llevó a cabo con un buen procedimiento de construcción, un buen control de calidad, un proceso topográfico de calidad y un buen análisis del presupuesto, cumpliendo así mismo con todos los requisitos solicitados por el centro SCT.

## **Planteamiento del problema.**

En el presente trabajo se analizarán los procesos constructivos desde el desplante hasta la carpeta asfáltica, así como las obras secundarias que son drenajes pluviales, cunetas y contra cunetas según sea el caso.

Es importante agregar que el no realizar un adecuado proceso constructivo puede traer pérdidas materiales como humanas, ya que la construcción de un tramo carretero debe tomar en cuenta todas aquellas normas establecidas por SCT ya que esta es la encargada de verificar que las carreteras cuenten con todos aquellos elementos, así como materiales de construcción con la calidad adecuada, es por esta razón que se realiza esta investigación, para responder a la pregunta ¿El proceso constructivo del tramo 0+100 al 2+000 de la carretera Ziracuaretiro-La Ciénega se realizó adecuadamente?.

## **Objetivos.**

En la presente investigación se tratará de llegar a los siguientes objetivos, comenzando desde el más general, hasta aquellos que se consideren particulares.

### **Objetivo general.**

Analizar el proceso constructivo del tramo 0+100 al 2+000 de la carretera Ziracuaretiro-La Ciénega, para determinar si se hizo adecuadamente o si es posible hacer una propuesta de mejora.

### **Objetivos particulares.**

- 1.- Definir si los procesos constructivos fueron ejecutados de manera correcta.
- 2.- Verificar si los materiales utilizados cumplen con los parámetros especificados por la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transporte).

3.- Verificar la correcta ejecución de las obras secundarias.

4.- Definir qué es una vía terrestre, así como la forma en que se realiza un proceso constructivo.

### **Pregunta de investigación.**

Al momento de la construcción de un tramo carretero no siempre la construcción de éste se lleva tal como se planeó desde un principio, por lo que al realizar esta investigación se podrá ver si se tuvo un buen proceso constructivo o si se podría mejorar; para lo cual es preciso responder la siguiente pregunta:

¿El proceso constructivo del tramo 0+100 al 2+000 de la carretera Ziracuaretiro-La Ciénega se realizó adecuadamente?

### **Justificación**

Es importante realizar el análisis del proceso constructivo llevado a cabo en el tramo 0+100 al 2+000 de la carretera Ziracuaretiro-La Ciénega, ya que de alguna manera será verificar el seguimiento y buen control de calidad de la obra, respecto a la normatividad que marca la SCT.

Tomando en cuenta que el análisis se realizará de un trabajo ya ejecutado, dando resultados reales, para que en un futuro sea una fuente de consulta confiable.

Al término de este trabajo se pretende ampliar los conocimientos del que suscribe, así como de toda aquella persona que consulte este trabajo. Se beneficiarán los alumnos de la escuela de Ingeniería Civil y la Ingeniería por los aportes que se harán.

Por lo tanto, se deberá realizar un buen análisis del proceso constructivo, así también como anteriormente se dijo obtener resultados que puedan dar una mayor comprensión sobre este tema.

## **Marco de referencia.**

El tramo en estudio, denominado Ziracuaretiro-La Ciénega “localizado en la parte central del Estado, en las coordenadas 19°26’ de latitud norte y 101°55’ de longitud oeste, a una altura de 1,380 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Tingambato, al este con Santa Clara, al sur con Taretan, y al oeste con Uruapan, en el Municipio de Ziracuaretiro, Michoacán”.

Este tramo se encuentra ubicado entre el poblado de Ziracuaretiro y la ranchería La Cienega.

El Municipio es comunicado por la carretera Federal No. 14 en su tramo Morelia-Uruapan, Uruapan-Ziracuaretiro. Se comunica a sus comunidades mediante caminos de terracería y algunos pavimentados.

Las actividades económicas principales son: Agricultura, Ganadería, Industria y Comercio.

Los servicios públicos con los que cuenta este municipio son: Agua Potable 90% , Drenaje 30 %, Pavimentación 15 %, Alumbrado Público 90 %, Mercado No hay Rastro No hay, Cloración del agua 25% y Seguridad Pública 75%.

Su relieve lo constituyen el sistema volcánico transversal y los cerros el Cobero, Cueva, Salto, Panadero y Malpaís. Su hidrografía se constituye principalmente por los ríos Ziracuaretiro, Ziraspén, la Brújula, Chiquito y Calicanto, y manantiales de agua fría. Su clima es tropical con lluvias en verano. Tiene una

precipitación pluvial anual de 1,200 milímetros y temperaturas que oscilan entre 8.0 y 37.0° centígrados.

Los suelos del municipio datan de los períodos cenozoico, terciario inferior y eoceno, corresponden principalmente a los del tipo podzólico y pradera de montaña. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero. La superficie forestal maderable, es ocupada por pino y encino”. ([www.emexico.gob.mx](http://www.emexico.gob.mx); 2008)



# CAPÍTULO 1

## VÍAS TERRESTRES

En este capítulo se tratara lo referente a vías terrestres, antecedentes de los caminos, y todo aquello implicado en lo que son los caminos como: ingeniería de tránsito, velocidad, volumen y densidad de tránsito, derecho de vía, capacidad y nivel de servicio, distancia de visibilidad y mecánica de suelos aplicada a vías terrestres.

### 1.1 Vías Terrestres.

Las vías terrestres son caminos o rutas que permiten desplazarse de un lugar a otro.

En un principio los caminos era únicamente peatonales (veredas), pues no existía transportación alguna, más tarde con la invención de la rueda, se invento la carreta jalada por personas y animales, por lo que se tuvieron que adaptar dichos caminos.

Con el paso de tiempo y la modernización de los vehículos, las carreteras se fueron adaptando a las necesidades de éste, para mayor comodidad y rapidez.

Como es bien sabido no solo las carreteras son vías terrestres, también se cuenta con el ferrocarril, en el siglo XVIII con la invención de las máquinas de vapor, aunque en la actualidad ya no es muy utilizado.

Se dice que los caminos son la infraestructura de la infraestructura, ya que una vez que se construye uno de estos, es más fácil proporcionar el resto de los servicios.

## **1.2 Antecedentes de los Caminos.**

De acuerdo con Mier (1987) en México, al llegar los españoles al territorio nacional se desconocía el uso de la rueda en vehículos de transporte y no utilizaban a los animales para tiro y carga, sin embargo contaban con un gran número de calzadas de piedra, caminos, veredas y senderos.

Los mayas y los aztecas destacaban por construir caminos para realizar sus actividades comerciales y religiosas y bélicas, aún en la actualidad se encuentran vestigios de algunos de estos.

Al empezar a utilizar animales de tiro y carga, así como carretas, se tuvieron que hacer las primeras modificaciones a los caminos existentes, ya que era necesario para poder transportarse de un lugar a otro con más facilidad, por lo que es evidente el gran avance que se tuvo en la evolución de los caminos y el transporte.

Con la aparición del automóvil en 1906, definitivamente revolucionó los viejos sistemas de transportación por carretera, el avance en los caminos empezó a tomar mayor importancia que los registrados tiempos atrás en la historia del país.

“Hasta el momento de la aparición del automóvil, las características de los caminos eran las adecuadas a las exigencias de los vehículos de tracción animal; pero el desarrollo inusitado del automóvil y la aparición de los camiones capaces de

viajar a velocidades desconocidas hasta entonces y con mayor capacidad de carga, obligan a modificar y mejorar o construir caminos nuevos para satisfacer la nueva demanda” (Mier,1987; 3).

Al crearse un organismo encargado de los caminos en 1925, se inició la construcción de nuevos caminos, así como la conservación y el mejoramiento de los ya existentes.

En la actualidad se cuenta con carreteras y autopistas las cuales comunican a una ciudad con otra proporcionando a los usuarios una mejor vida, ya que sin estas la transportación comercial y humana sería más difícil y costosa.

Un camino tiene ciertas ventajas respecto de las vías férreas y los aeropuertos, estas pueden empezar a dar servicio conforme se construyen los tramos; no es necesario concluir la obra para que se puedan utilizar las partes que se vayan terminando.

Las vías terrestres tienen una importancia económica, por lo tanto deben evaluarse y programar de acuerdo con los beneficios sociales y económicos que puedan proporcionar.

Por lo que es muy importante realizar un inventario de caminos, para que en base a este se construya un camino más eficientemente

### **1.3 Inventario de caminos.**

Para obtener un inventario de los caminos existentes en una entidad se pueden seguir los siguientes procedimientos:

- Utilizando el odómetro, al recorrer los caminos en un vehículo tomando kilometrajes y anotando la información vista.

- Métodos topográficos estos son más precisos, pero con el inconveniente de ser costosos y lentos.
- Método Odógrafo-giróscopo-barométrico, este método combina la precisión, rapidez y economía.

Los datos necesarios para la elaboración del inventario son: Planta del camino, perfil, itinerario, configuración del terreno por el que se cruza, características de la superficie de rodamiento, sección transversal, alineamiento horizontal, alineamiento vertical, visibilidad, señalamientos, obras de drenaje, cruces y entronques con otras vías de comunicación, características de los poblados por los que pasa el camino, uso de la tierra a los lados del camino, demás datos que se consideren importantes.

### **1.3.1 Aplicaciones del Inventario de Caminos.**

Una aplicación inmediata es la obtención de la capacidad de los caminos que integran la red.

La capacidad de un camino queda determinada por muy diversos factores, que comprenden las características geométricas y características del tránsito que circula por él.

Otra Aplicación consiste en la posibilidad de señalar las obras necesarias y sus prioridades en los programas de reconstrucción, conservación y construcción; estos aspectos justificarían la realización del inventario.

Al momento de la terminación del inventario de caminos este deberá mantenerse al día, teniendo los registros adecuado de los cambios realizados, para que con revisiones periódicas se pueda tener el estado real y verdadero de la red carretera en cualquier momento.

#### **1.4 Elementos de la ingeniería de tránsito usados para el proyecto.**

La ingeniería de tránsito es la encargada de estudiar el movimiento de personas y vehículos en las calles y los caminos con el propósito de hacerlo eficaz, libre, rápido y seguro.

Existe distintos factores que intervienen en el problema del tránsito y los principales son:

- Existen diferentes tipos de vehículos en el mismo camino: automóviles, camiones, bicicletas y vehículos de tracción animal.
- Vías de comunicación inadecuadas: trazos urbanos impropios, calles y caminos angostos, torcidos y con fuertes pendientes, así como banquetas insuficientes.
- Falta de planificación en el tránsito, ya que las calles, caminos, puentes e intersecciones fueron proyectadas con especificaciones antiguas.
- Falta de educación vial.
- Ausencia de leyes y reglamentos de tránsito que se adapten a las necesidades del usuario, en este punto es importante recalcar que en la realidad aunque existan, los usuarios en general no las conocen y esto ocasiona pérdidas de tiempo y muchas veces humanas.

### **1.4.1 Soluciones al Problema del Tránsito.**

Para dar solución al problema del tránsito hay tres opciones, las cuales son: solución integral, solución parcial de alto costo y solución parcial de bajo costo, las cuales se explicarán a continuación.

**Solución integral.-** Consiste en crear un nuevo camino que sirva al vehículo moderno dentro de un tiempo razonable de previsión. Aunque en las ciudades actuales es imposible, ya que sus calles y caminos serían difíciles de ampliar o cambiar, ya que el trazo de estas está hecho quizá sin proyecto urbanístico alguno.

**Solución parcial de alto costo.-** Por medio de ésta se trata de mejorar lo más que se pueda los caminos construidos realizando cambios, como ensanchamiento de calles, construcción de intersecciones, arterias de acceso controlado, estacionamientos públicos, semaforización, etc; lo cual constituye una fuerte inversión económica.

**Solución parcial de bajo costo:** Esta solución consiste en aprovechar al máximo las condiciones existentes con el mínimo de obras materiales y el máximo de regulación funcional del tránsito. Deben dictarse leyes y reglamentos, realizar campañas de educación vial, hacer cambios en la circulación de calles, estacionamientos con tiempo limitado, etc...

Sin importar cual solución se adopte deberán existir tres elementos que trabajen paralelamente:

- 1.- Ingeniería de tránsito.
- 2.- Educación vial.
- 3.- Legislación y vigilancia policíaca.

#### 1.4.2. Elementos del Tránsito.

Los elementos que forman el tránsito son tres: el usuario, el vehículo y el camino, en seguida se analizara cada uno de los elementos.

##### EL USUARIO

En este elemento se encuentra toda la población en general ya sea conductor o peatón.

*El peatón.-* Por su naturaleza es el sujeto más expuesto a sufrir las consecuencias de los accidentes, ya que el 80% de los atropellados no saben conducir. La banqueta es el camino para peatón, por lo que siempre debe proyectarse para que la circulación sea fluida.

*El conductor.-* Este es el medio humano que controla el movimiento del vehículo, siendo responsable de su buen manejo.

El usuario que manipula el vehículo tiene dos limitaciones: **la visibilidad y el tiempo de reacción.**

- *La visibilidad.-* Es uno de los factores primordiales en la buena conducción de un vehículo, y deberá ser tomada en cuenta al proyectar un camino, ya que la visibilidad del conductor esta limitada por la capacidad de sus ojos y al realizar el proyecto de un camino se toma en cuenta la agudeza visual, la percepción de los colores, la visión periférica, la recuperación al deslumbramiento y la profundidad de percepción.

- *Tiempo de reacción.*- Este factor dependerá del individuo y de las condiciones físicas y psicológicas; también varía de la velocidad y facultades propias del individuo, estas podrían encontrarse afectadas por la fatiga, ebriedad, drogas, estado emocional, clima, época del año, etc.

## EL VEHICULO

En la actualidad el vehículo ha dejado de ser un lujo y se ha convertido en un elemento de primera necesidad.

Para esto es necesario conocer el tipo de vehículo y la constancia del paso de estos por los diferentes caminos, de esta manera se hace un proyecto adecuado.

Existen diferentes tipos de caminos, ya que no es posible clasificarlos en una sola categoría, pues se evalúan de manera diferente, así como la elección de su construcción. Se debe estudiar un modelo matemático con el cual se haga la programación de las diferentes clases de caminos, que en general se evalúan de acuerdo con los factores de beneficio costo.

### **1.4.3 Características Geométricas.**

Las características de los vehículos están determinadas por sus dimensiones y radio de giro.

a) **Dimensiones.** Es imposible tomar para el proyecto de un camino un vehículo en particular, ya que existen una gran variedad, por lo tanto, se toman características promedio de los vehículos, observando las tendencias futuras para que los caminos sigan sirviendo a las nuevas generaciones, de esta manera se toma



un vehículo de proyecto. A continuación se muestra una tabla con vehículos tipo y su clasificación.

TIPO DE VEHICULO	NÚM. DE EJE	ESQUEMAS		TIPO DE VEHICULO	PROMEDIO RESPECTO AL TÍPULO DE CARGA	PROMEDIO RESPECTO AL TÍPULO DE PASAJEROS
		PERFIL	PLANTA			
VEHICULOS LEVANTADOS	2			Ap	—	66
	2			Aa		12
VEHICULOS PESADOS	2			B	—	12
	3			C1		73
				C2		13
				T2-11		7
	4			T2-22		
				T2-22		
	5			T2-31-02		
			OTRAS COMBINACIONES			
VEHICULOS ESPECIALIZADOS		VARIABLE		n = variable	VARIABLE	
CARRONES Y OTRAS MAQUINARIAS						
MOTOCICLOS						
MOTOCICLOS AGRICOLAS						
MOTOCICLOS INDUSTRIALES						
OTROS						

CLASIFICACION GENERAL DE LOS VEHICULOS

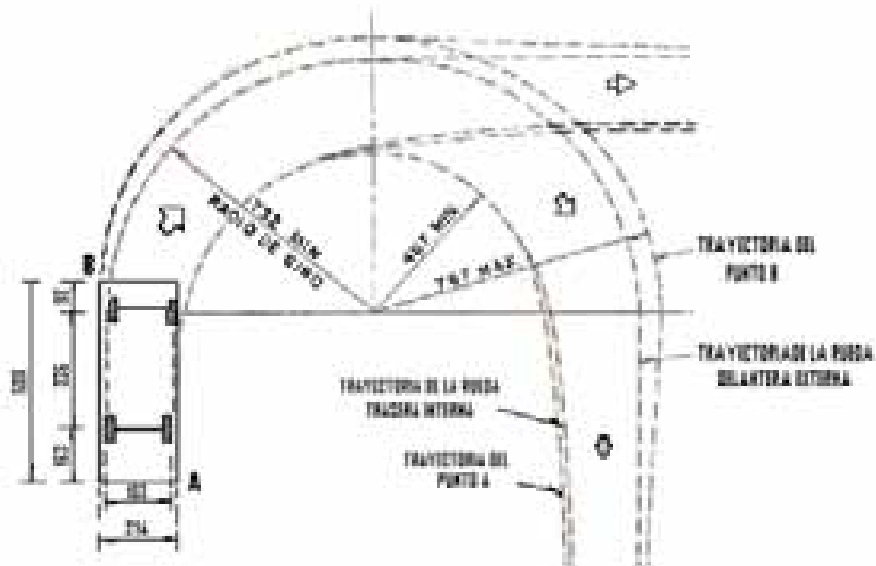
## VEHICULOS TIPO Y SU CLASIFICACION EN MEXICO

CARACTERISTICAS			VEHICULO DE PROYECTO					
			DE - 335	DE - 450	DE - 610	DE - 1220	DE - 1525	
DIMENSIONES EN CM.	LONGITUD TOTAL DEL VEHICULO	L	580	730	915	1525	1678	
	DISTANCIA ENTRE EJES ESTREMOS DEL VEHICULO	DE	335	450	610	1220	1525	
	DISTANCIA ENTRE EJES ESTREMOS DEL TRACTOR	DET	---	---	---	397	915	
	DISTANCIA ENTRE EJES DEL SEMIREMOLQUE	DES	---	---	---	762	610	
	VUELO DELANTERO	Vd	92	100	122	122	92	
	VUELO TRASERO	VT	153	180	183	183	61	
	DISTANCIA ENTRE EJES TANDEM TRACTOR	Tt	---	---	---	---	122	
	DISTANCIA ENTRE EJES TANDEM SEMIREMOLQUE	Ts	---	---	---	122	122	
	DISTANCIA ENTRE EJES INTERIORES TRACTOR	Dt	---	---	---	397	488	
	DIST. ENTRE EJES INTERIORES TRACTOR Y SEMIREMOLQUE	Ds	---	---	---	101	793	
	ANCHO TOTAL DEL VEHICULO	A	214	244	259	259	259	
	ENTREVIA DEL VEHICULO	EV	183	244	259	259	259	
	ALTURA TOTAL DEL VEHICULO	Ht	167	214 - 412	214 - 412	214 - 412	214-412	
	ALTURA DE LOS OJOS DEL CONDUCTOR	Hc	114	114	114	114	114	
	ALTURA DE LOS FAROS DELANTEROS	Hf	61	61	61	61	61	
ALTURA DE LOS FAROS TRASEROS	Hr	61	61	61	61	61		
ANGULO DE DESVIACION DEL HAZ DE LUZ DE LOS FOROS	$\alpha$	1°	1°	1°	1°	1°		
RADIO DE GIRO MÍNIMO (cm)	RG	732	1040	1281	1220 *	1372 *		
PESO TOTAL (Kg)	VEHICULO VACIO	Wv	2500	400	7000	11000	14000	
	VEHICULO CARGADO	Wc	5000	10000	17000	25000	30000	
RELACION PESO/POTENCIA (Kg/HP)		Wc/P	45	90	120	180	180	
VEHICULOS REPRESENTADOS POR EL PROYECTO			Ap Y ac	C2	B.-C3	T2-S1 T2-S2	T3-S2 OTROS	
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA DISTANCIA ENTRE EJES EXTREMOS (DE) ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DE PROYECTO			Ap Y ac	99	100	100	100	98
			C2	30	90	99	100	99
			C3	10	75	99	100	100
			T2 - S1	0	0	1	80	99
			T2 - S2	0	0	1	93	100
			T3 - S2	0	0	1	18	90
			Ap Y ac	98	100	100	100	100
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA RELACION PESO/POTENCIA ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DE PROYECTO			Ap Y ac	98	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			

b) **Radio de giro.** Este se define como el radio de la circunferencia trazada por la trayectoria de la rueda delantera externa del vehiculo al efectuarse un giro.

Es importante mencionar que el **radio de giro mínimo**, es aquel que se produce cuando el vehiculo gira muy despacio con las ruedas torcidas al máximo posible.

En la figura siguiente se ilustran las principales dimensiones de los vehiculos de proyecto, así como sus radios de giro mínimo y la trayectoria de las ruedas para esos radios en ángulos de vuelta de 180°.



### **CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO DE PROYECTO DE-335**

#### **1.4.4 Tipos de Vehículos.**

Como se sabe hay diferentes tipos de vehículos y para su estudio se dividen en dos grupos, los cuales son; vehículos ligeros y pesados.

1.- **Vehículos ligeros.** En este tipo de vehículos se encuentran los automóviles, camionetas, unidades ligeras de carga, etc., y son considerados como **tipo A** por tener dos ejes y 4 ruedas,

2.- **Vehículos pesados.** Estos son considerados como tipo C y B, en los primeros se encuentran los camiones de carga y en los segundos los autobuses y caen dentro de esta clasificación todos aquellos que tienen dos o mas ejes y 6 o mas llantas.

3.- También hay **vehículos Especiales**, en estos se encuentran las bicicletas, tractores, maquinaria agrícola, ciertos remolques para maquinaria pesada, coches deportivos, etc.

#### **1.4.5 Característicos de Operación.**

Las características de operación de los vehículos están definidas principalmente por su peso, estando cargados y por la potencia del motor. Los conceptos peso/potencia se encuentran íntimamente relacionados ya que de estos depende directamente el hecho de que acelere o desacelere más o menos rápido el vehículo e influye enormemente en el proyecto del alineamiento vertical y en la capacidad de los caminos.

La relación peso/potencia se mide en Kgs./HP.

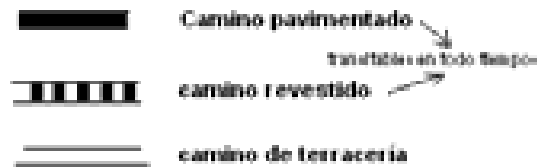
#### **1.4.6 Clasificación de los Caminos.**

Un **camino** es una faja de terreno de dominio y uso público, proyectada y construida para la circulación de [vehículos](#) automóviles

Los caminos se encuentran clasificados de la siguiente manera:

- A).- Por transitabilidad.
- B).- SOP (Secretaría de obras públicas) o SCT.
- C).- Por capacidad, y
- D).- Administrativa.

## A) Clasificación por transitabilidad.



- **Camino pavimentado.** Este tipo de camino es cuando sobre la subrasante se ha construido ya totalmente el pavimento.
- **Camino revestido.** Es aquel que sobre la subrasante se ha colocado ya una o varias capas de material granular.
- **Terracería.** Este tipo de camino es transitable únicamente durante tiempo de secas, pues es la sección de proyecto hasta su nivel de subrasante.

## B) Clasificación según SOP (Secretaría de Obras Públicas) o SCT.

La SCT clasifica los caminos de acuerdo a una tabla (ANEXO 1), en donde tiene los siguientes tipos de terreno: MONTAÑOSO, LOMERIO Y PLANO.

Según Mier (1987) el **Camino en terreno montañoso:** Es aquel que combina los alineamientos horizontales y verticales, que obliga a los vehículos pesados a manejar con velocidades muy bajas, en distancias considerables y a intervalos frecuentes.

**Camino en terreno de lomerío.** Es aquel que combina los alineamientos horizontales y verticales, que obliguen a los vehículos pesados a reducir su velocidad debajo de los vehículos ligeros, en algunos tramos de la carretera.

**Camino en terreno plano.** Se refiere a cualquier combinación de alineamientos horizontales y verticales, que permita a los vehículos pesados mantener una velocidad semejante a la de los vehículos ligeros.

### **C) Clasificación por capacidad.**

Esta clasificación es la más usada por los usuarios y es la siguiente:

- **Autopista** (de cuatro o más carriles) es una vía de circulación de [automóviles](#) y [vehículos](#) terrestres de carga; es rápida y segura, admite un volumen de tráfico considerable, con una serie de características que la diferencian de una [carretera](#) normal.

Para poder ser calificada como autopista, una vía de circulación debe reunir las siguientes características:

- Dos bandas de circulación, una para cada sentido, separadas entre sí por una franja ancha de terreno o por vallas de protección.
- Al menos dos carriles de circulación en cada banda.
- Acotamientos en cada banda, para que un vehículo pueda detenerse en caso de emergencia sin obstaculizar el tráfico.
- Curvas poco pronunciadas para que los vehículos no tengan que aminorar la marcha al circular por ellas.
- Ausencia de cruces a nivel, que se resuelven mediante pasos superiores o inferiores.

- Entradas y salidas con carriles, separados de los principales, de desaceleración y de aceleración para que los vehículos que salen o entran en la autopista cambien su velocidad fuera de ella.
  - Las salidas y entradas están situadas casi siempre en el lado derecho en el sentido de la marcha, ya que el carril izquierdo es el de rebase y, por lo tanto, el más rápido.
- **Caminos de dos carriles.** Es aquel camino que cuenta con un solo carril derecho y uno izquierdo.
  - **Brechas.** Este tipo es aquel que su construcción es hasta el nivel de subrasante.

#### **D) Clasificación administrativa.**

- **Caminos federales.** Diseñado, construido y conservado por la federación.
- **Caminos de cooperación bipartita.** Construidos por las Juntas Locales de Caminos (J.L.C.) con fondos iguales de la federación y de los estados, conservados por las J.L.C.
- **Caminos de cooperación tripartita.** Construidos por J.L.C. con fondos iguales de la federación; los estados y los particulares, conservados por los particulares.
- **Caminos concesionados.** Son aquellos en los que el Gobierno otorga a empresas o a particulares, proyecto, construcción y conservación de estos.
- **Caminos de cuota.** Constituidos con fondos de caminos y puentes federales de Ingresos y Obras Conexas.

## 1.5 Velocidad.

Uno de los factores fundamentales para el proyecto de un camino es la VELOCIDAD, ya que el buen funcionamiento y utilidad se califican por la rapidez y seguridad con que se mueven en él.

Existen cuatro tipos de velocidad, las cuales describiremos a continuación:

**Velocidad de proyecto.-** Es la velocidad máxima segura que puede conservarse en un tramo dado en el camino cuando las condiciones son tan propicias que las características de proyecto son las que determinan esa velocidad. La velocidad de proyecto se seleccionará dependiendo primero del terreno y el tipo de camino, por los volúmenes de tránsito y por el uso de la tierra.

**Velocidad de operación.-** Velocidad mantenida en un tramo a lo largo de un camino mientras el vehículo esta en movimiento. Esta velocidad es la real con que transitan los vehículos sobre el camino y es un índice del grado de eficiencia que la carretera proporciona los usuarios.

**Velocidad de punto.-** Esta velocidad es la que lleva un vehículo cuando pasa por un punto dado de un camino.

## 1.6 Volumen de tránsito.

Así se le llama al número de vehículos que se dirigen en una dirección o direcciones específicas sobre un carril o carriles dados y que pasan por un punto establecido del camino durante un cierto periodo de tiempo.

**Volumen Promedio Diario Anual (VPDA).-** Es el número de vehículos que pasan por un punto dado del camino durante un año dividido entre 365 días. Este



volumen no es el apropiado para el proyecto de un camino, pues no indica las variaciones que ocurren durante los meses del año, los días de la semana y las horas del día.

**Volumen Máximo Horario Anual (VMHA).**- Es el volumen horario mas alto que ocurre para un determinado año. Este se acerca mas a las condiciones de operación del camino, al ser aplicada para el proyecto arroja resultados obteniendo obras sobradas.

La forma más adecuada para determinar el volumen horario para proyecto de un camino, es formar una gráfica en la que se muestren las variaciones del volumen horario durante el año.

### 1.6.1 Conteos del tránsito.

Los volúmenes de tránsito pueden obtenerse de datos estadísticos o tomados directamente mediante conteo de tránsito.

Los conteos se pueden realizar manual o mecánicamente.

**Conteos Manuales:** Se realizan con lo que conocemos como muestreos, estos se ejecutan durante periodos cortos, tratando siempre de incluir fines de semana y lunes. Este Conteo es imperfecto, ya que existe variación en el tránsito.

Para este conteo los vehículos se clasifican:

Vehículos ligeros <b>Tipo A</b> Menos de 2.5 ton.	Automóviles, pick up, panel, camiones ligeros, etc
Vehículos pesados <b>Tipo B</b> Más de 2.5 ton. <b>Tipo C</b>	Camiones y Autobuses

**Conteos mecánicos:** Estos se realizan mecánicamente mediante diversos dispositivos, los cuales son: Contadores neumáticos, contadores electromagnéticos y contadores presión-contacto.

Estos conteos son muy importantes, así se sabrá cual es el tránsito que pasara por el camino, para poder realizar un proyecto adecuado.

### **1.7 Densidad de tránsito.**

Es el número de vehículos que se hallan en un tramo de un camino en un momento determinado.

El volumen de tránsito se puede obtener de la siguiente manera:

$$\text{Volumen de tránsito} = \text{Velocidad} \times \text{densidad.}$$

### **1.8 Derecho de vía.**

Derecho de vía se define como la franja de terreno de un ancho suficiente en el cual se aloja una vía de comunicación y es parte integrante de la misma.

El Ancho del derecho de vía, se establecerá según las condiciones técnicas relacionadas con la seguridad, utilidad y eficiencia del servicio, el cual debe satisfacer las vías de comunicación.

El Derecho de vía mínimo es de 20 metros a cada lado del eje.

### **1.9 Capacidad y nivel de servicio.**

El nivel de servicio y la capacidad son elementos importantes en el proyecto de un camino, pues mediante estos se vera la eficiencia y las condiciones de operación de este.

**Capacidad de un camino.**- Es el número máximo de vehículos que pueden circular bajo las condiciones prevalecientes del tránsito y del camino en un periodo determinado de tiempo. La Capacidad es una medida de la eficiencia de un camino.

Las condiciones que prevalecen en un camino son: los alineamientos horizontales y verticales, así como el número y ancho de los carriles.

La capacidad asimismo se ve afectada por las condiciones ambientales, como son claridad, frío, tormenta, calor, lluvia, nieve, smog, niebla, etc. pero como estos factores son impredecibles para la evaluación del proyecto no se toman en cuenta.

**Nivel de servicio.** Es una medida cualitativa que resulta de una serie de factores como la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones del tránsito, la seguridad, comodidad y libertad de manejo, los costos de operación, etc., las cuales determinan condiciones de operación diferentes las cuales ocurren en un camino al presentarse diferentes volúmenes de tránsito.

Los caminos operan a diferentes niveles de servicio, esto depende del volumen y composición del tránsito, así como de las velocidades que se puedan alcanzar.

Para que una carretera provea un nivel de servicio admisible, es necesario que el volumen de servicio sea menor que la capacidad de la carretera. El volumen máximo que puede transportarse en cualquier nivel de servicio seleccionado, se denomina **volumen de servicio** para ese nivel.

Los elementos que deben utilizarse en la evaluación del nivel del servicio son:

- Velocidad de operación y tiempo empleado en el recorrido.
- Interrupciones del tránsito, demoras, magnitud y frecuencias de los cambios de velocidad y demás restricciones durante el recorrido.

- Libertad para maniobrar a la velocidad deseada.
- Seguridad.
- Comodidad en el manejo.
- Economía en los costos de operación del vehículo en el camino.

**Volumen de servicio.** Es el volumen de tránsito correspondiente a un determinado nivel de servicio. El volumen máximo de servicio es igual a la capacidad.

Se puede concluir diciendo que la capacidad o volumen de servicio de un camino nos ayuda fundamentalmente a dos propósitos: Para realizar el proyecto de una obra nueva, ya que influye directamente en la determinación de las características geométricas de un camino; y para la investigación de las condiciones de operación de un camino existente.

#### **1.10 Distancia de visibilidad.**

Las carreteras deberán diseñarse de manera que el conductor disponga de una distancia suficiente de clara visibilidad hacia delante para no chocar contra dificultades inesperadas y poder rebasar sin peligro vehículos que circulen más lento.

**a) Distancia de visibilidad de parada ( $d_p$ ).** Esta es la necesaria para que el conductor de un vehículo en movimiento a una velocidad de proyecto, pueda pararse antes de llegar a un cuerpo fijo en su línea de circulación.

La distancia de visibilidad de parada se compone de dos elementos:

La distancia recorrida desde que se observa un objeto en su línea de acción hasta que el conductor coloca su pié en el pedal de freno ( **$d_r$  o distancia de reacción**).

Y la distancia que recorre desde el momento en que se usa el freno hasta que el vehículo se para ( **$d_f$  o distancia de frenado**).

Distancia de visibilidad de parada

$$d_p = d_r + d_f$$

**b) Distancia de visibilidad de rebase ( $D_r$ ).** Es la necesaria para que un vehículo pueda adelantarse a otro que se encuentra sobre su línea de circulación, sin peligro de colisión con otro que venga en sentido contrario.

La distancia de visibilidad de rebase se debe determinar sobre la base de una longitud necesaria para consumir la maniobra con certeza.

En la realidad es antieconómico proporcionar longitudes a lo largo de todo el camino con visualización necesaria para realizar las maniobras de rebase con seguridad, por lo que deben colocarse estas solamente de tramo en tramo, lo más frecuentemente como lo permitan la topografía, el volumen de tránsito, la velocidad de proyecto y el costo.

### **1.11 Mecánica de suelos**

Terminados los estudios socioeconómicos que explican la construcción de nuevos caminos y las mejoras a los ya existentes, es preciso programar los estudios de la vialidad, que admitan establecer la conveniencia y las prioridades para elaborara nuevos proyectos y las obras correspondientes.

Es necesario hacer varios trabajos preliminares que comprendan el estudio comparativo de todas las rutas posibles y convenientes, para seleccionar en cada caso,

A la franja de terreno de ancho variable entre dos puntos obligados, dentro de la cual es factible hacer la localización de un camino se le llama **RUTA**.

La selección de ruta es un proceso que implica varias actividades desde la recolección de datos, exámenes y análisis de los mismos, hasta los levantamientos aéreos y terrestres necesarios para determinar los costos y ventajas de las diferentes rutas para de esta manera elegir la que sea más favorable. Esta es una de las etapas más importante en el estudio de una carretera.

La topografía, geología, hidrológica, drenaje y el uso de suelo, tienen un efecto determinante en la localización y en la elección del tipo de carretera y conjuntamente con los datos de tránsito, forman la información básica para el proyecto de este tipo de obras.

Para la zona de dominio de la obra en proyecto, se recopilará información sobre las obras existentes, así como la que se pueda conseguir sobre las planeadas a corto y largo plazo. Los datos de tránsito para carretera existentes, como anteriormente se trato se hará por medio de aforos que se practican sistemáticamente en la red de carreteras; cuando se necesita se practican estudios de origen y destino. Para el caso de caminos nuevos, se calcula el tránsito, de acuerdo con las estimaciones pertinentes.

Se hace un estudio sobre cartas geográficas, por medio de la cuales se puede formar una idea de las características más importantes de la región, en lo que respecta a su topografía, hidrológica y la ubicación de las poblaciones. Auxiliado por

cartas geológicas existentes y mapas que indiquen la potencia económica de la región, en estas se podrán marcar las rutas que podrían satisfacer el objetivo de comunicación que se desea.

Para estudiar la ruta es necesario dividir en tramos y estos en sub-tramos. En las diferentes rutas, irán apareciendo nuevos puntos de paso obligados, como son: creces de ríos, puertos, cruces con otras vías, etc. Al ir trazando las distintas líneas que definen las posibles rutas, se consideraran los desniveles entre puntos obligados, así como las distancias entre ellos, para conocer la pendiente que regirá en el trazado.

Ya que se tienen las posibles rutas en los mapas geográficos, se inicia el trabajo de campo realizando reconocimientos del terreno, los cuales pueden ser aéreos, terrestres o una combinación de estos.

Al realizar un reconocimiento aéreo ofrece mayor ventaja, pues se puede observar el terreno desde la altura que convenga, abarcando grandes zonas, lo que facilita el estudio. De esta manera se verificará en el terreno si la ruta elegida en el plano es correcta, sobre todo en lo que se refiere con el relieve topográfico.

También se comprobará, la clasificación general de las rocas y suelos, la morfología del terreno, la existencia de fallas y problemas del suelo. Así como la ideografía de la zona, apreciando tamaño y tipos de cuencas para predecir las dificultades que se pueden presentar en el cruce de las corrientes fluviales.

De esta manera se estudiarán varias líneas, obteniendo los perfiles y estimando los volúmenes de materiales por mover en cada una, lo que permite elaborar un presupuesto con una aproximación razonable, lo que puede ser un factor determinante en la elección de la ruta.

Por cada línea de ruta, se debe estimar la longitud total; las longitudes de las diferentes pendientes; las cantidades de materiales en cuanto a terracerías y drenaje; el número y tipo de intersecciones; las afectaciones y todos aquellos conceptos de costos que sirvan para evaluar cada alternativa.

Por esto es importante conocer en que tipo de terreno se va a construir el camino, cuales son sus características, como se puede mejorar si lo necesitara etc.

### **1.11.1 Tipos de suelo.**

Según Arias los suelos es materia formada por partículas minerales producidas por la descomposición de las rocas y vacíos (los cuales pueden o no estar ocupados por agua).

El producto de la desintegración mecánica o descomposición química de las rocas es lo que da como resultado una inmensa variedad de tipos de suelo.

Los procesos que dan lugar a la alteración de las rocas son la desintegración mecánica y la descomposición química:

Los tipos de suelo existentes son:

**Suelos residuales:** Son aquellos que permanecen en el sitio donde fueron formados.

**Suelos transportados:** Son aquellos formados por los productos de alteración de las rocas removidos y depositados en otro sitio diferente al de su origen siendo los principales agentes de transporte el agua, el viento, los glaciares, la gravedad, etc.

**Suelos en la naturaleza:** Gravas, Arenas, Limos y Arcillas.

- GRAVA Y ARENA: Son producto de desintegración mecánica, existiendo infinidad de formas y tamaños en su composición, los suelos gruesos cuando



carecen de finos son permeables, a medida que una arena se hace mas fina y mas uniforme, sus características se aproximan a las de los limos con el correspondiente decremento en permeabilidad.

- LIMOS.- Son los finos no plásticos. Son inherentemente inestables en presencia de agua y tienen la tendencia a ponerse en suspensión cuando se saturan. En seco los limos pueden pulverizarse fácilmente. Mientras mas alto es el límite líquido en un limo es más compresible.
- ARCILLAS. Son los finos plásticos. tienen baja resistencia a la deformación cuando están húmedas, son impermeables, difíciles de compactar cuando están húmedas, mientras mayor sea su límite líquido mayor será su compresibilidad, mientras mas alto sea el índice plástico la arcillas será mas cohesiva.

### **1.11.2 Propiedades físicas de los suelos.**

**Suelos gruesos:** Estructura en la que las partículas se apoyan una sobre otra en forma continua, las fuerzas que existen entre el contacto de las partículas, se deben exclusivamente a su peso propio.

**Suelos finos:** En su estructura influyen de manera determinante las fuerzas electromagnéticas propias de esas dimensiones y las fuerzas de origen molecular. Las partículas que lo forman no pueden ser observadas a simple vista.

<b>NOMBRE</b>	<b>LIMITES DE TAMAÑO</b>	<b>COMPARACION</b>
BOLEO	305 mm (12 plg) o mayores	mayor que una pelota de balón-cesto
CANTO RODADO	76 mm (3 plg) a 305 mm (12 plg)	toronja
GRAVA GRUESA	19 mm (3/4 plg) a 76 mm (3 plg)	limón o naranja
GRAVA FINA	4.76 mm (T. No. 4) a 19 mm (3/4 plg)	chicharo o uva
ARENA GRUESA	2mm (T. No. 10) a 4.76 mm (T. No. 4)	sal mineral
ARENA MEDIANA	0.42 mm (T. No. 40) a 2 mm (T. No. 10)	azúcar o sal de mesa
ARENA FINA*	0.074 mm (T.No. 200) a 0.42 mm (T. No. 40)	azúcar en polvo
FINOS	menores que 0.074 mm (T. No. 200)	

Las partículas menores que la arena fina no se puede distinguir a simple vista a una distancia de 20 cms.

### 1.11.3 Propiedades de los suelos.

Las propiedades principales de los suelos que afectan de forma importante son:

**Compresibilidad.-** Es la deformación que sufre un material al aplicarle una carga o al disminuir su volumen.

**Resistencia al corte.-** Esta puede medirse por el esfuerzo cortante máximo que puede aguantar un material; el esfuerzo límite es aquel que causará la falla en el suelo por fractura o por flujo plástico.

**Permeabilidad.-** Indica la mayor o menor facilidad con que el agua fluye a través de un suelo estando sujeto a un gradiente hidráulico dado.

Como se dijo anteriormente un suelo, se podría definir como un sistema de partículas cuyos espacios libres pueden estar parcial o totalmente llenos de agua, por lo que se encuentra en tres fases; SÓLIDA, LIQUIDA Y GASEOSA.

**Fase sólida:** Esta se encuentra formada por las partículas minerales del suelo.

**Fase líquida:** Generalmente es por el agua (aunque en los suelos pueden existir otros líquidos).

**Fase gaseosa:** Se encuentra ocupada por el aire (aunque puede haber otros gases como vapores sulfurosos, anhídrido carbónico, etc.).

Aquellos suelos que se encuentren formados por las fases sólida y líquida es llamado SUELO SATURADO; Aquel que tenga fase sólida y gaseosa es un SUELO SECO y el que este integrados por las tres fases es un SUELO PARCIALMENTE SATURADO.

#### **1.11.4 Granulometría.**

Según la página de Internet [www.books.google.com.mx](http://www.books.google.com.mx) , los suelos se presentan con una variedad y complejidad prácticamente infinitas. Se puede decir que las clasificaciones de suelos son tan antiguas como la mecánica de suelos, las cuales se basaban en el olor, color, textura, etc.

La granulometría ofrece un medio sencillo y evidente para clasificar los suelos. Para clasificar los suelos basta con dividirlos en fracciones granulométricas, y de esta manera dar una denominación particular a las distintas fracciones, según queden comprendidas dentro de una gama de tamaños.

Es indiscutible que un sistema de clasificación de suelos debe agruparlos de acuerdo con sus propiedades mecánicas básicas, ya que estas son las interesantes en la aplicación de ingeniería. Sin duda hasta el momento el sistema más efectivo de clasificación de suelos es el propuesto por A. Casagrande y conocido con el nombre de Sistema Unificado de Clasificación de suelos.

El sistema clasifica a los suelos finos con base en sus características de plasticidad, cuya correlación con las propiedades básicas es consistente y confiable.

Los suelos gruesos mayores de la maya No. 200 (0.074 mm de abertura), se clasifican sobre todo con criterio granulométrico.

Para la clasificación, los materiales que se conocen se encuentran agrupados en tres divisiones, las cuales son: suelos, fragmentos de roca y rocas.

El **suelo** se aplica a todas aquellas partículas de materiales menores de 7.6 cm. (3"). Los **fragmentos de roca**, son los fragmentos mayores de 7.6 cm (3") y que no forman parte de una formación rocosa masiva y **roca** esta se usa para formaciones rocosas más o menos continuas o masivas.

El suelo se subdivide en suelos de partículas finas o finos y suelos de partículas gruesas o gruesos. Los suelos finos son aquellas partículas que son menores que la malla No. 200 y los gruesos son aquellos que se retienen en la malla 200 y pasan la malla de 3". Los suelos orgánicos, limos y arcillas están comprendidos en los suelos finos, según sus características de plasticidad. Los suelos en donde predomina mucho la materia orgánica se ubica en un grupo denominado **turba**.

Los suelos gruesos, comprenden las gravas y arena, siendo la frontera entre ellos la malla No. 4.

El suelo denominado fragmento de roca, está subdividido en chicos, medianos y grandes. Los fragmentos chicos son aquellos que se retienen en la malla de 3" y su dimensión máxima es menor de 30 cms. y 1 m. Los fragmentos grandes son aquellos cuya dimensión máxima es mayor que 1 m.

Cada grupo tiene un símbolo genérico, dado por una o más letras.

La base del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, es la carta de plasticidad, la cual fue elaborada por A. Casagrande. En esta investigación se sitúo a

los suelos en un sistema coordinado que tenga el límite líquido en el eje de las abscisas y al índice plástico en el eje de las coordenadas, se agrupan los suelos de manera que en cada zona de la carta se sitúan suelos con características de plasticidad y propiedades mecánicas e hidráulicas cualitativamente definidas; del mismo modo los suelos vecinos poseen propiedades similares, los alejados las tienen diferentes. En la tabla 1 que a continuación se presenta se muestra la carta de plasticidad.

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)  
INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN**

PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN EL CAMPO (Excluyendo las partículas mayores de 7.6cm (3") y pasando las fracciones en pesos estimados)		SIMBOLOS DEL GRUPO (C)		NOMBRES TÍPICOS		INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS		CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO													
<b>SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS</b> Más de la mitad del material es retenido en la malla No.200 (Las partículas de 0.074mm de diámetro (malla No. 200) son aproximadamente las mas pequeñas visibles a simple vista)	<b>GRAVAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida en la malla No.4 (Para Clasificación visual puede usarse 1/2cm como equivalente a la abertura de la malla No.4)	GRAVAS LIGERAS (Poco cantidad de partículas finas)	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos	Desea el nombre típico, indiquense los porcentajes aproximados de grava y arena	Desea el nombre típico, indiquense los porcentajes aproximados de grava y arena tamaño máximo, angulosidad, características de la superficie y dureza de las partículas gruesas, nombre local y geológico; Cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis.  Para los suelos inalterados agréguese información sobre estratificación, compactación, cementación, condiciones de humedad y características de drenaje.	Determine los porcentajes de grava y arena de la curva granulométrica para la fracción que pasa la malla No.200. Mínimo de 5% GW, GP, GC, SM, SC 5% A, 12% Casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles	Coeficiente de uniformidad (Cu), Coeficiente de curvatura (Cc) $Cu = D_{60}/D_{10}$ , mayor de 4; $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ , entre 1 y 3	No satisfacen los requisitos de graduación para GW												
		GRAVAS MAL GRADUADAS (Cantidad de partículas finas)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos						Límites de plasticidad a bajo de la "línea A" o Ip menor que 4	Arriba de la "línea A" y con Ip entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles										
		GRAVAS CON FINOS (Cantidad de partículas finas)	GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo						Límites de plasticidad a arriba de la "línea A" con Ip mayor que 7	Cu=D60/D10, mayor de 6; Cc=(D30) <sup>2</sup> /D10xD60, entre 1 y 3	No satisfacen los requisitos de graduación para GW									
		GRAVAS CON ARENAS (Cantidad de partículas finas)	GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla						No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW	Límites de plasticidad debajo de la "Línea A" o Ip menor que 4	Arriba de la "línea A" y con Ip entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles									
		GRAVAS LIMOSAS (Poco cantidad de partículas finas)	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos						Límites de plasticidad arriba de la "Línea A" con Ip mayor que 7	No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW	Límites de plasticidad debajo de la "Línea A" o Ip menor que 4	Arriba de la "línea A" y con Ip entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles								
		GRAVAS MAL GRADUADAS (Cantidad de partículas finas)	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos						Ejemplo Arena limosa con grava, como un 0% de grava de partículas duras, aunque de 15 cm de tamaño máximo, arena gruesa a fina de partículas redondeadas a subangulosas; alrededor de 15% de finos no plásticos de baja resistencia en estado seco; compactada y humedad en el lugar, arena aluvial, (SM)	Límites de plasticidad arriba de la "Línea A" con Ip mayor que 7	Arriba de la "línea A" y con Ip entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles									
	<b>ARENAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla No.4 (Para Clasificación visual puede usarse 1/2cm como equivalente a la abertura de la malla No.4)	GRAVAS LIGERAS (Poco cantidad de partículas finas)	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos		Desea el nombre típico, indiquense el grado y carácter de plasticidad, continuidad y tamaño máximo de las partículas gruesas; color del suelo húmedo; nombre local y geológico; cualquier otra información descriptiva pertinente y símbolo entre paréntesis.  Para los suelos inalterados agréguese información sobre la estructura, estratificación consistencia tanto en estado inalterado como remojado, condiciones de humedad y drenaje.	Determine los porcentajes de grava y arena de la curva granulométrica para la fracción que pasa la malla No.200. Mínimo de 5% GW, GP, GC, SM, SC 5% A, 12% Casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles	EQUIVALENCIA DE SIMBOLOS G-Grava M-Limo O-Suelos orgánicos W-Bien graduada L-Baja compresibilidad S-Arena C-Arcilla R-Turba P-Mal graduados H-Alta compresibilidad.	COMPARANDO SUELOS A IGUAL LIMITE LIQUIDO LA TENACIDAD Y LA RESISTENCIA EN ESTADO SECO AUMENTAN CON EL INDICE PLASTICO												
		GRAVAS MAL GRADUADAS (Cantidad de partículas finas)	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos						Desea el nombre típico, indiquense el grado y carácter de plasticidad, continuidad y tamaño máximo de las partículas gruesas; color del suelo húmedo; nombre local y geológico; cualquier otra información descriptiva pertinente y símbolo entre paréntesis.  Para los suelos inalterados agréguese información sobre la estructura, estratificación consistencia tanto en estado inalterado como remojado, condiciones de humedad y drenaje.	Límites de plasticidad debajo de la "Línea A" o Ip menor que 4	Arriba de la "línea A" y con Ip entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles									
		GRAVAS CON FINOS (Cantidad de partículas finas)	SM	Arena limosa, mezclas de arena y limo									Ejemplo Limo arcilloso, café, ligeramente plástico, porcentaje reducido de arena fina, numerosos agujeros verticales de raíces, firme seco en el lugar loess, (ML)	Límites de plasticidad arriba de la "Línea A" con Ip mayor que 7	No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW						
		GRAVAS CON ARENAS (Cantidad de partículas finas)	SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla												Ejemplo Limo arcilloso, café, ligeramente plástico, porcentaje reducido de arena fina, numerosos agujeros verticales de raíces, firme seco en el lugar loess, (ML)	Límites de plasticidad arriba de la "Línea A" con Ip mayor que 7	No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW			
		GRAVAS LIMOSAS (Poco cantidad de partículas finas)	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos															Ejemplo Limo arcilloso, café, ligeramente plástico, porcentaje reducido de arena fina, numerosos agujeros verticales de raíces, firme seco en el lugar loess, (ML)	Límites de plasticidad arriba de la "Línea A" con Ip mayor que 7	No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW
		GRAVAS MAL GRADUADAS (Cantidad de partículas finas)	CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas plásticas																	
GRAVAS CON FINOS (Cantidad de partículas finas)	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad		Ejemplo Limo arcilloso, café, ligeramente plástico, porcentaje reducido de arena fina, numerosos agujeros verticales de raíces, firme seco en el lugar loess, (ML)	Límites de plasticidad arriba de la "Línea A" con Ip mayor que 7	No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW															
GRAVAS CON ARENAS (Cantidad de partículas finas)	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos					Ejemplo Limo arcilloso, café, ligeramente plástico, porcentaje reducido de arena fina, numerosos agujeros verticales de raíces, firme seco en el lugar loess, (ML)	Límites de plasticidad arriba de la "Línea A" con Ip mayor que 7	No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW												
GRAVAS LIMOSAS (Poco cantidad de partículas finas)	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad arcillas francas								Ejemplo Limo arcilloso, café, ligeramente plástico, porcentaje reducido de arena fina, numerosos agujeros verticales de raíces, firme seco en el lugar loess, (ML)	Límites de plasticidad arriba de la "Línea A" con Ip mayor que 7	No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW									
GRAVAS MAL GRADUADAS (Cantidad de partículas finas)	OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad											Ejemplo Limo arcilloso, café, ligeramente plástico, porcentaje reducido de arena fina, numerosos agujeros verticales de raíces, firme seco en el lugar loess, (ML)	Límites de plasticidad arriba de la "Línea A" con Ip mayor que 7	No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW						
GRAVAS CON FINOS (Cantidad de partículas finas)	Pt	Turba u otros suelos altamente orgánicos														Ejemplo Limo arcilloso, café, ligeramente plástico, porcentaje reducido de arena fina, numerosos agujeros verticales de raíces, firme seco en el lugar loess, (ML)	Límites de plasticidad arriba de la "Línea A" con Ip mayor que 7	No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW			
GRAVAS CON ARENAS (Cantidad de partículas finas)																			Ejemplo Limo arcilloso, café, ligeramente plástico, porcentaje reducido de arena fina, numerosos agujeros verticales de raíces, firme seco en el lugar loess, (ML)	Límites de plasticidad arriba de la "Línea A" con Ip mayor que 7	No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW

**TABLA 1.- SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

El sistema unificado abarca tanto los suelos gruesos como los finos, los cuales se distinguen según el cribado a través de la malla 200; donde las partículas

gruesas son mayores que dicha malla y los finos, menores. El suelo grueso es considerado así, si más del 50% de sus partículas son gruesas y fino, si más de la mitad de sus partículas en peso son finos.

El símbolo de cada grupo esta compuesto por dos letras mayúsculas como se observa en la tabla 1 del sistema unificado que se mostró anteriormente, las cuales son las iniciales de los nombres ingleses de los suelos más típicos de ese grupo. El significado se describe a continuación:

#### SUELOS FINOS:

Limos inorgánicos de símbolo genérico **M** (del sueco mo y mjala).

Arcillas inorgánicas, de símbolo **C**. (clay)

Limos y arcilla orgánica, símbolo genérico **O** (organic).

Cada uno de los tres grupos de suelos se divide en dos grupos, según su límite líquido. Si este es menor de 50% es decir, si son suelos de compresibilidad baja o media, se añade al símbolo genérico la letra **L** (low compressibility), y por esta combinación se obtienen los grupos ML, CL y OL. Los suelos finos con limite líquido mayor del 50%, o sea de alta compresibilidad, llevan tras el símbolo genericota letra **H** (High compressibility) y así se tienen los grupos MH, CH y OH.

Ya se hizo notar que la compresibilidad de un suelo es una función directa del límite líquido, de modo que un suelo es más comprensible a mayor límite líquido.

Los suelos altamente orgánicos, fibrosos, tales como turbas y suelos pantanosos, extremadamente comprensibles, forman un grupo independiente de símbolo Pt (del inglés Pear, turba).

#### SUELOS GRUESOS.

Gravas y suelos en que predominan aquellas, símbolo genérico **G** (gravel).

Arenas y suelos arenosos, símbolo **S** (sand).

Las gravas y las arenas se separan por la malla No. 4, así que un suelo pertenece al grupo genérico G, si más del 50% de su fracción gruesa no pasa la malla No. 4, y es del grupo genérico S.

Las gravas y las arenas se subdividen en cuatro tipos, que son:

- Material casi limpio de finos, bien graduado, símbolo **W** (well graded). En combinación con los símbolos genéricos, se obtienen los grupos GW y SW.
- Material casi limpio de finos, mal graduado, símbolo **P** (poorly graded). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GP y SP.
- Material con cantidad apreciable de finos no plásticos, símbolo **M** (del sueco mo y mjala). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GM y SM.
- Material con cantidad apreciable de finos plásticos, símbolo **C** (clay). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GC y SC.

Todo lo descrito anteriormente se encuentra en la tabla del sistema de clasificación de suelos, realizado por A. Casagrande y se muestra más específicamente en la tabla 1.

## CAPÍTULO 2

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UN CAMINO

Este capítulo se describe lo referente al alineamiento vertical y horizontal, sección transversal, elementos de un pavimento y control de calidad que se requiere para la construcción de un camino, ya que en México el sistema carretero se encuentra formado en su mayoría por pavimentos flexibles con encarpamiento asfáltico, el cual para tener una vida útil en las condiciones óptimas requiere de una adecuada construcción, así como de un mantenimiento constante.

#### 2.1 Tipos de Carretera.

De acuerdo con la página de Internet [www.imt.mx](http://www.imt.mx), la clasificación para fines de proyecto geométrico en la normativa mexicana es básicamente en función del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA). Así, las carreteras se clasifican en:

- A4, para un TPDA de 5 mil a 20 mil vehículos.
- A2, para un TPDA de 3 mil a 5 mil vehículos.
- B, para un TPDA de 1,500 a 3 mil vehículos.
- C, para un TPDA de 500 a 1,500 vehículos.
- D, para un TPDA de 100 a 500 vehículos.

El objetivo del diseño de los caminos es el de construir una carretera de tipo adecuado, con dimensiones y características de alineamientos adecuadas, por tal motivo se describirá a detalle lo que es un alineamiento vertical y horizontal.



## **2.2 Alineamiento vertical y horizontal.**

### **2.2.1 Alineamiento vertical.**

Según el Manual de Proyecto Geométrico de la SCT (1974), el alineamiento vertical se conoce como la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. Al eje de la subcorona en alineamiento vertical se le llama línea subrasante.

El alineamiento vertical se encuentra formado por una sucesión de tramos rectos y curvas que los empalman. Los tramos rectos son líneas de pendiente constante, y las curvas verticales permiten el cambio suave de la pendiente para pasar de una a otra.

Las pendientes del eje en las carreteras pueden producir variaciones en la velocidad de operación de los vehículos.

Para el diseño del alineamiento vertical se requiere del perfil, con el cual obtendremos **tangentes y curvas en columpio o en cresta.**

### **TANGENTES**

Una tangente se caracteriza por su longitud y pendiente, se encuentra limitada por dos curvas sucesivas. La pendiente de una tangente es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma.

### **A) PENDIENTE GOBERNADORA**

La pendiente gobernadora es aquella pendiente media que teóricamente puede darse a la línea subrasante para lograr un desnivel deseado, dependiendo de las características del tránsito y la configuración del terreno. La pendiente gobernadora óptima será aquella que permita obtener el menor costo de construcción, conservación y operación.

## **B) PENDIENTE MÁXIMA**

La pendiente máxima será la mayor pendiente que se utilice en un proyecto. Se determina por el volumen de tránsito y la configuración del terreno.

Esta pendiente se utilizará cuando convenga económicamente, para salvar obstáculos como cantiles, fallas y zonas inestables, siempre y cuando no rebase la longitud crítica.

## **C) PENDIENTE MÍNIMA**

Esta pendiente es la encargada de fijar un drenaje adecuado en cunetas, es importante tomar en cuenta la precipitación pluvial de la zona ya que esta podría aumentar esa pendiente mínima.

La pendiente mínima en los terraplenes puede ser nula; en los cortes se recomienda un 0.5% mínimo, para garantizar con esto un buen funcionamiento de drenaje.

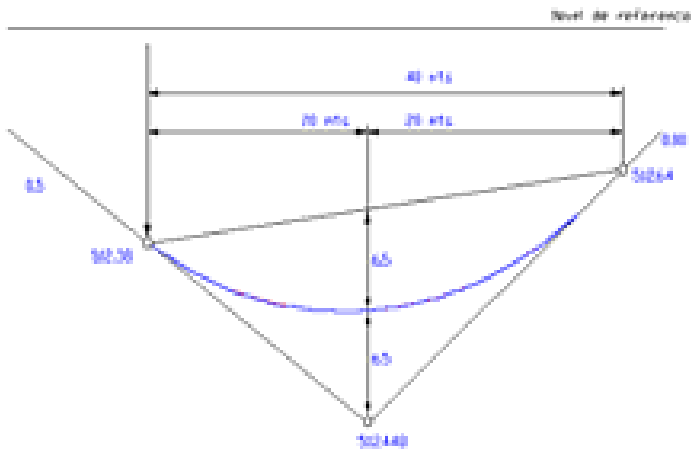
La longitud crítica de una tangente en un alineamiento vertical, es aquella en la que un vehículo cargado puede ascender sin reducir su velocidad más allá de lo establecido. Los elementos que determinan la longitud crítica son: el vehículo de proyecto, configuración del terreno y el tránsito.

## **CURVAS VERTICALES**

Las curvas verticales son aquellas que enlazan a dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, en el que su longitud efectúa el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de la salida.

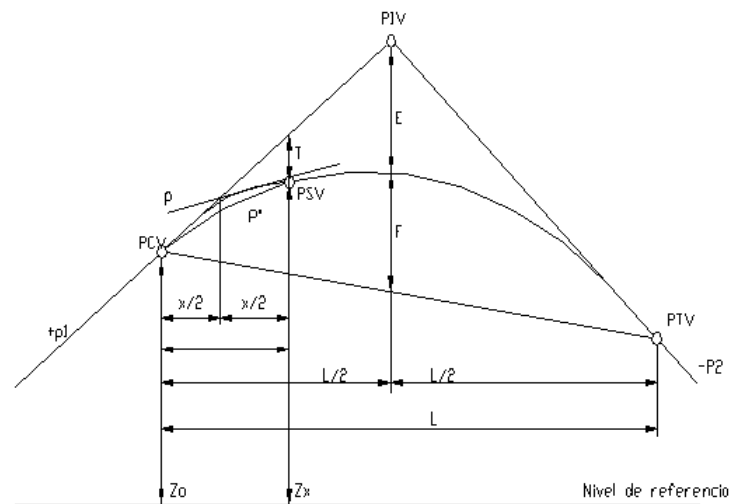
El punto de inicio de esta curva se representa como PCV y al punto final de la misma como PTV.

Este tipo de curvas pueden ser con concavidad hacia arriba o hacia abajo, las cuales tienen el nombre de: curvas en columpio o en cresta y se presentan en las siguientes figuras.



**CURVA EN COLUMPIO**

**CURVA EN CRESTA**



Los elementos de una curva vertical son los siguientes:

<b>PIV</b>	Punto de intersección de las tangentes verticales
<b>PCV</b>	Punto en donde comienza la curva vertical
<b>PTV</b>	Punto en donde termina la curva vertical
<b>PSV</b>	Punto cualquiera sobre la curva vertical
<b>p1</b>	Pendiente de la tangente de entrada, en m/m
<b>p2</b>	Pendiente de la tangente de salida, en m/m
<b>A</b>	Diferencia algebraica de pendientes

<b>L</b>	Longitud de la curva vertical, en metros
<b>K</b>	Variación de longitud por unidad de pendiente (parámetro)
<b>X</b>	Distancia del PCV a un PSV, en metros
<b>p</b>	Pendiente en un PSV, en m/m
<b>p'</b>	Pendiente de una cuerda, en m/m
<b>E</b>	Externa, en metros
<b>F</b>	Flecha, en metros.
<b>T</b>	Desviación de un PSV a la tangente de entrada, en metros.
<b>Zo</b>	Elevación del PVC, en metros.
<b>Zx</b>	Elevación de un PSV, en metros.

### 2.2.2 Alineamiento horizontal.

“El alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino” (Manual de Proyecto Geométrico de la SCT, 1974: 297)

Para diseñar este tipo de alineamiento nos apoyamos de la planta del tramo, el cual esta constituido por tangentes, curvas horizontales circulares y de transición,

#### **TANGENTES**

Se le llama TANGENTES a la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto donde se intersectan dos tangentes se le llama “PI” y al ángulo de deflexión que forma la prolongación de una tangente se representa por  $\Delta$ .

A la distancia comprendida entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente se le llama longitud de una tangente; una condicional importante en la longitud máxima de una tangente es la seguridad, ya que las tangentes largas son causa de accidentes, pues provocan somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo,

así como deslumbramientos durante la noche, por lo que conviene limitar la longitud de las tangentes, realizando en su lugar alineamiento con curvas de gran radio.

La longitud mínima de una tangente entre dos curvas esta definida por la longitud adecuada para dar la sobreelevación y ampliación a esas curvas.

### **CURVAS CIRCULARES SIMPLES Y COMPUESTAS.**

A los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas utilizadas para unir dos tangentes consecutivas se les llama **CURVAS CIRCULARES**, estas pueden ser simples o compuestas, según se trate de un solo arco de círculo o de dos o más sucesivos, de diferente radio, a continuación se describirá cada una de ellas.

**Curvas circulares simples**, cuando dos tangentes están unidas entre si por una sola curva circular y pueden ser hacia al izquierda o hacia la derecha en el sentido del cadenamiento del camino.

**Curvas circulares compuestas**, estas son las que se encuentran formadas por dos o más curvas circulares simples del mismo sentido y diferente radio, o de diferente sentido y cualquier radio, pero siempre con un punto de tangencia común entre dos consecutivas. Cuando son del mismo sentido se llaman *compuestas directas* y cuando son de sentido contrario, *compuestas inversas* este tipo de curvas deben evitarse, pues introducen cambios de curvatura peligrosos, lo que pone en riesgo al usuario.

Estas curvas se emplean en accesos a un retorno para inducir al conductor y evitar que se colapse con la guarnición.

## **CURVAS DE TRANSICIÓN**

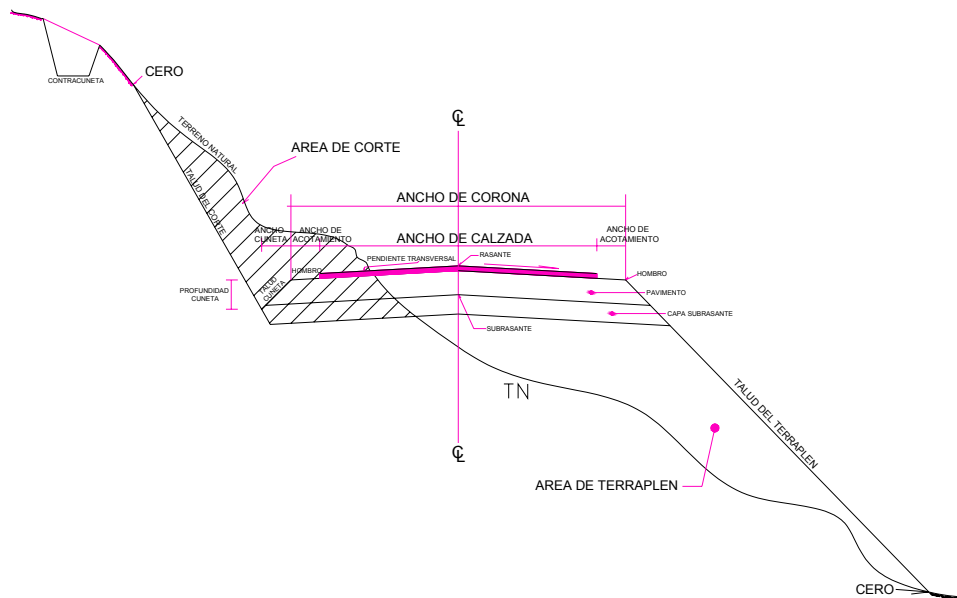
Las curvas de transición se usan cuando un vehículo pasa de un tramo en tangente a otro en curva circular, este necesita hacerlo en forma gradual, tanto por el cambio de dirección como a la sobreelevación y a las ampliaciones necesarias.

La curva que liga una tangente con una curva circular, en la que su característica principal es su longitud se realiza de manera continua, este cambio del radio de curvatura, va desde infinito para la tangente hasta el que corresponde para la curva circular, y se le llama CURVA DE TRANSICIÓN.

### **2.3 Sección transversal.**

La sección transversal de un camino es el corte vertical normal al alineamiento horizontal; define la disposición y dimensiones de los elementos que forman el camino en el punto de cada sección y su relación con el terreno natural.

Los elementos que integran una sección transversal son: Corona, subcorona, cunetas, contracunetas, taludes y partes complementarias, como se observa en la figura siguiente.



### SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA EN UNA TANGENTE DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

A continuación se describen cada uno de los elementos que forman una sección transversal.

#### 2.3.1 Corona.

A la superficie del camino terminado comprendida entre los hombros del mismo, o sea las aristas superiores de los taludes o terraplén y/o las interiores de las cunetas, a esta se le llama CORONA.

Los elementos que forman la corona son: RASANTE, PENDIENTE TRANSVERSAL, CALZADA Y ACOTAMIENTOS.

## **A) RASANTE**

Se le llama así a la línea de la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la corona del camino, la cual se encuentra representada en la sección transversal por un punto.

## **B) PENDIENTE TRANSVERSAL**

De acuerdo con el manual de la SCT (1974), es la pendiente que se da a la corona que es normal a su eje y en relación al alineamiento horizontal se presentan tres casos: BOMBEO, SOBREELEVACIÓN Y TRANSICION DEL BOMBEO A LA SOBREELEVACIÓN.

**1.- BOMBEO:** Este es la pendiente que se da a la corona en las tangentes del alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la rasante para drenar el agua superficial y evitar de esta manera la acumulación del agua sobre el camino.

**2.- SOBREELEVACIÓN:** Es aquella pendiente que se da a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en una curva circular.

Se usa una sobreelevación máxima de 12% en lugares donde no existen heladas ni nevadas y el transito de vehículos pesados es mínimo, 10% en lugares donde sin haber nieve o hielo hay gran transito de vehículos pesados, 8% en zonas en donde la heladas son frecuentes y 6% en zonas urbanas.

**3.-TRANSICION DEL BOMBEO A LA SOBREELEVACIÓN:** Cuando en el alineamiento horizontal se pasa de una sección en tangente a otra en curva, es necesario cambiar la pendiente de la corona, desde el bombeo hasta la sobreelevación que corresponderá a la curva, de manera gradual en lo largo de la espiral de transición.



Es importante mencionar que para pasar del bombeo a la sobreelevación se tienen tres procedimientos:

- 1.- Consiste en girar la sección sobre el eje de la corona.
- 2.- Se gira la sección sobre la orilla interior de la corona.
- 3.- Girar la sección sobre la orilla exterior de la corona.

De estos tres procedimientos el primero es el más conveniente, pues requiere menor longitud de transición y los desniveles relativos de los hombros son uniformes.

### **C) CALZADA.**

Se llama CALZADA a la parte de la corona reservada al tránsito de los vehículos y que se encuentra formada por uno o más carriles, estando en el entendido que carril es la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

Este ancho de calzada varía a lo largo del camino dependiendo de la localización de la sección en el alineamiento horizontal y del vertical. Generalmente el ancho de calzada se refiere al ancho en tangente del alineamiento horizontal.

#### **1. ANCHO DE CALZADA EN TANGENTE.**

Este se determina estableciendo el nivel de servicio deseado. Los anchos de carril usuales son: 2.75 m, 3.05 m, 3.35m y 3.65m; cuando el nivel de servicio es muy bajo pueden proyectarse caminos de un carril para las dos direcciones, con un ancho de 4.50 m.

#### **2. ANCHO DE CALZADA EN CURVAS CIRCULARES DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL.**

Un vehículo requiere de un ancho mayor cuando circula por una curva que en una tangente, por lo que es necesario dar un ancho adicional a la calzada respecto

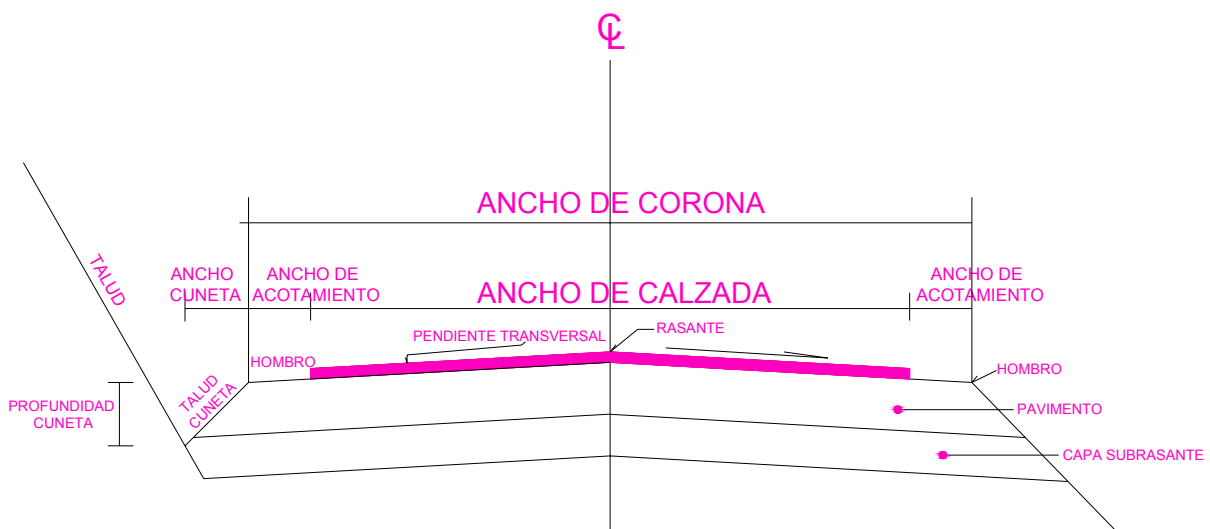
del ancho en tangente, este sobre ancho es una ampliación, la cual deberá darse a la calzada y corona.

## D) ACOTAMIENTOS

Son las fajas contiguas a la calzada, entre sus orillas y los hombros del camino, como se observa en la figura 1, los acotamientos se realizan en las carreteras por tener grandes ventajas siendo las principales, las siguientes:

1. Proporciona seguridad al usuario, ya que proporciona un ancho adicional, por si en algún momento tuviera que maniobrar, para evitar algún accidente, o que pueda estacionarse en algún caso obligado.
2. Proteger contra la humedad y erosiones a la calzada.
3. Facilitar los trabajos de conservación.

El ancho de estos dependerá del volumen de tránsito y nivel de servicio del camino.



**Fig. 1.-** Elementos que integran la Corona

### **2.3.2 Subcorona.**

Es la superficie que separa a las terracerías y sobre la que se apoyan las capas de pavimento.

Los elementos que forman la subcorona y son básicos para el proyecto de las secciones de construcción de un camino son: la subrasante, pendiente transversal y ancho.

**1. SUBRASANTE:** Se define como la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la corona. La subrasante tiene una diferencia de elevación con la rasante, la cual esta determinada por el espesor del pavimento y el desnivel con respecto al terreno natural, sirve para fijar el espesor de corte o terraplén según sea el caso.

**2. PENDIENTE TRANSVERSAL:** Es la misma que la utilizada en la corona y puede ser bombeo o sobreelevación, según si la sección este en tangente, curva o en transición.

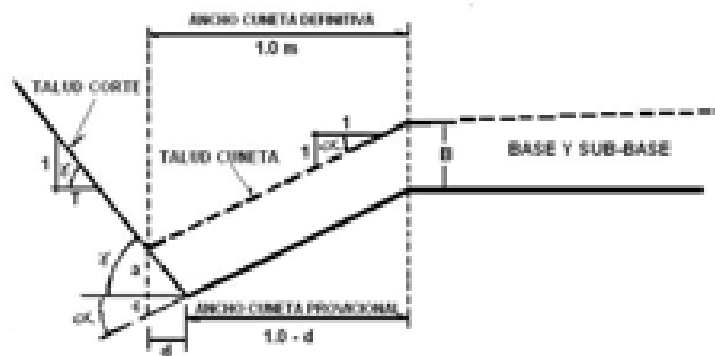
**3. ANCHO:** El ancho de la subcorona es la distancia horizontal entre los puntos de intersección de esta con los taludes del terraplén, cuneta o corte. Este ancho está en función del ancho de corona y del ensanche (el ensanche es el sobreaancho que se da a cada lado de la subcorona).

### **2.3.3 Cunetas y contracunetas.**

Este tipo de obras tienen como objetivo principalmente el drenaje en la sección transversal.

**1. CUNETAS.** Son zanjas que se construyen en tramos en corte a los lados de la corona, contiguas a los hombros, el objetivo de realizar este tipo de obras es el de recibir el agua que escurre por la corona y los taludes del corte.

Regularmente la sección de la cuneta es triangular, con un ancho de 1.00 m, medido del hombro de la corona a fondo de la cuneta, su talud es de 3:1, la capacidad hidráulica de esta sección se calcula de acuerdo con la precipitación pluvial de la zona y el área drenada.



**FIG. 2.-** Cuneta Tipo

**2. CONTRACUNETAS.** Son zanjas de sección trapezoidal, que se colocan arriba de la línea de ceros de un corte, para obstaculizar los escurrimientos superficiales del terreno.

### 2.3.4 Taludes.

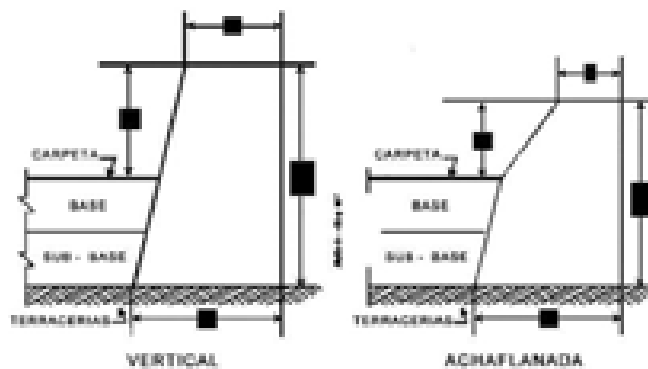
Se le llama así a la inclinación del paramento de los cortes o terraplenes. Los taludes de los cortes y terraplenes se fijan de acuerdo con su altura y la naturaleza del material que los forman (ángulo de reposo del material).

### 2.3.5 Partes complementarias.

Estos elementos son aquellos que mejoran la operación y conservación del camino, ejemplo de ello son: LAS GUARNICIONES, BORDILLOS, BANQUETAS Y FAJAS SEPARADORAS.

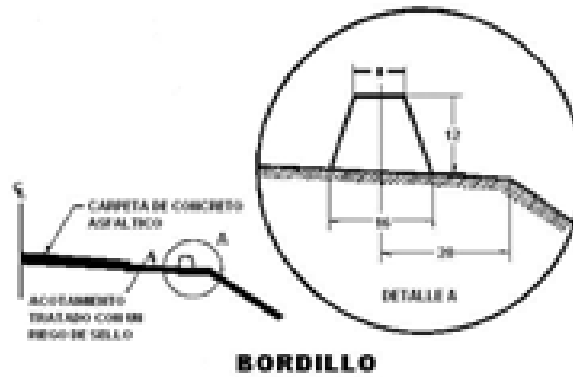
**1. GUARNICIONES.** Este tipo de elementos son parcialmente enterrados, se elaboran principalmente de concreto hidráulico y sirven para delinear la orilla del pavimento.

Los tipos de guarniciones más usadas son las verticales y achaflanadas. Las guarniciones achaflanadas son utilizadas en zonas rurales y las verticales en zonas urbanas.



**FIG. 3.-** Tipo de guarniciones

**2. BORDILLOS.** Los bordillos son elementos construidos en los acotamientos junto a los hombros de una sección en terraplén, para encausar el agua hacia una estructura como podría ser un lavadero, el material con el que se construye es de concreto asfáltico.



**Fig. 3** Bordillo Tipo

**3. BANQUETAS.** Son fajas destinadas al tránsito peatonal. Tienen un nivel superior al de la corona, se encuentran a uno o a los dos lados de esta. En las zonas urbanas forman parte de la calle, en las carreteras rara vez son utilizadas.

**4. FAJAS SEPARADORAS Y CAMELLONES.** Son fajas que dividen los carriles de tránsito de los de sentido opuesto. Cuando a estas fajas se les construye a los lados guarniciones laterales y entre ellas se coloca material, para tener un nivel mayor al de la calzada, se les llama camellones.

#### **2.4 Elementos que integran un pavimento.**

“El pavimento es la capa o capas de materiales seleccionado y/o tratado, comprendidas entre la subcorona y la corona, que tiene por objeto soportar las cargas inducidas por el tránsito y repartirlas de manera que los esfuerzos transmitidos a la capa de terracería no le cause deformaciones perjudiciales” (Mier, 1987;152).

La función que tiene el pavimento, es proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente al tránsito y capaz de transmitir los esfuerzos

recibidos a las terracerías. La duración de este dependerá de la calidad de los materiales utilizados en las terracerías.

Generalmente un pavimento se encuentra constituido por la SUB-BASE, BASE Y CARPETA. Este conjunto de obras compuestas de cortes y terraplenes, formadas principalmente por la sub-rasante y el cuerpo del terraplén, constituida generalmente por materiales no seleccionados y se dice que es la subestructura del pavimento.

Cuando se va a construir un camino que tenga un TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual) mayor a 5000 vehículos, es necesario que se construya bajo la sub-rasante una capa conocida como sub-yacente; la cual deberá tener un espesor mínimo de 50 cm.

#### **2.4.1 Sub-base.**

Según la Norma N-CTR-CAR-1-04-002/00 de la SCT, la sub-base es una capa de materiales pétreos seleccionados, la cual se construye sobre la subrasante, donde sus funciones principales son proporcionar apoyo uniforme a la base de una carpeta asfáltica o losa de concreto hidráulico, soportar las cargas que estas les transmiten aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos a la capa inmediata inferior y prevenir la migración de finos a las capas superiores.

Se puede decir, que consiste en el suministro, transporte y colocación, sobre la subrasante definida en los diseños, conformación y compactación de grava, piedra partida, arenilla u otro material granular aprobado por el laboratorio de calidad.

El material debe cumplir cierta granulometría, en función de la intensidad del tránsito, especificándolo así el laboratorio. Para sub-base se compondrá de fragmentos de roca, gravas, arenas y limos.

De acuerdo a la norma de la SCT N-CMT -4-02-001/04, el material natural para sub-base cribado, parcialmente triturado, totalmente triturado o mezclado que sea utilizado para la construcción de sub-bases para pavimentos asfálticos deben de cumplir con ciertos requisitos lo cuales son:

- El material pétreo empleado en la sub-base deberá cumplir con las características granulométricas que se determinan en la tabla 1 (anexo 2) y se muestran en la fig. 1 (anexo 2), así como cumplir con los requisitos de calidad de la tabla 2 (anexo 2); en función de la intensidad del tránsito en términos del número de ejes equivalentes acumulados, de (8,2) toneladas, esperado durante la vida útil del pavimento ( $\Sigma L$ ).
- La curva granulométrica del material debe tener una forma semejante a la de las curvas que se muestran en la figura 1, sin cambios bruscos de pendiente. La relación entre el porcentaje en masa que pase la malla con abertura de (0,075) milímetros (N°.200) al que pase la malla con abertura de (0,425) milímetros (N°.40) no será mayor de (0,65).
- Si por algún motivo la granulometría del material del banco del que se esta extrayendo el material para la sub-base, no cumple se podrá mezclar con materiales de otros bancos en la proporción adecuada para que cumpla con los requisitos y garantizar la homogeneidad de los mismos, evitando su segregación o degradación, pero por ningún



motivo será aceptable la mezcla con materiales finos los cuales agregan plasticidad a la mezcla.

Sean suelos naturales o mezclados, se debe obtener una capa uniforme, compacta, libre de terrones de arcilla, materia orgánica, basura o cualquier otro elemento que pudiera contaminar el material.

La granulometría de los materiales propuestos para la sub-base, estará dentro de los límites especificados en la tabla (tabla 1, anexo 2) de requisitos de calidad de los materiales para sub-base de pavimentos asfálticos, con una variación uniforme de los tamaños gruesos a los finos,

- **Límites de Consistencia.** La fracción del material que pasa el tamiz No. 40 debe tener un índice de plasticidad menor de 6 y un límite líquido menor de 25.
- **Desgaste.** El material al ser sometido al ensayo de abrasión en la máquina de los Angeles, debe presentar un desgaste menor del 50%.
- **Equivalente de Arena.** La fracción del material que pasa por el tamiz No. 4 debe presentar un equivalente de arena mayor del 20%.
- **Valor Relativo de Soporte, CBR.** El CBR será mayor de 25% para una densidad seca mínima del 95% con relación a la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado.

En la construcción de una sub-base se deben realizar las siguientes actividades las veces que sean necesarias: Extensión y humedecimiento de una capa, conformación, compactación y acabado de la misma capa.

La sub-base se colocará en capas no mayores de 20 cm. de espesor, medido antes de la compactación, y mantendrá un contenido de humedad cercano al óptimo para compactarse a un mínimo del 95% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado. En ningún caso se permitirá colocar la capa superior de sub-base sin que la capa inferior cumpla las condiciones de nivelación y espesor exigidas. Cuando se trate de realizar una sub-base aprovechando el material existente, se realizara de la siguiente manera; se escarificara en una profundidad de 10 cms. o lo que se indique en el proyecto y especificaciones particulares, se conformará y compactará al 95% de la densidad máxima del Proctor Modificado. Si el espesor de la sub-base por colocar, esta proyectado para corregir irregularidades menores de la calzada, la Secretaría podrá autorizar la colocación y mezcla del material de sub-base con el material existente ya escarificado. Se colocará el material de sub-base de tal manera que no produzca segregación y no cause daño a la superficie de asiento.

El equipo utilizado en la ejecución de los trabajos especificados son:

- **Motoniveladora** debidamente equipada con cuchilla y escarificadores en buenas condiciones,
- **Pipa** de agua que permita un riego uniforme sobre la superficie.

El espesor de cada capa y el número de pasadas del equipo de compactación (**vibrocompactador**) estarán determinados por la capacidad del equipo que disponga y el material a compactar. La secretaria exigirá que el equipo cumpla con las especificaciones determinadas, plazo y programa de trabajo. Las tolerancias admisibles para la aceptación de la sub-base serán las siguientes: La cota de cualquier punto de la sub-base conformada y compactada no deberá variar en más o

menos un centímetro ( $\pm 1$  cm.) de la cota proyectada. El espesor verificado por medio de perforaciones en la sub-base terminada no deberá ser menor del noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de diseño. En los proyectos de mejoramiento de vías existentes en las que el afirmado forma parte de la sub-base, la secretaría determinará el procedimiento de control de espesores, cotas y pendientes longitudinales y transversales según lo estime conveniente. En los tramos de vías existentes en que solamente se requiere cantidades pequeñas de sub-base, para la conformación de irregularidades de la calzada, ensanches menores o aumentos de espesor menores de 10 cm., la secretaría podrá medir en  $m^3$  el volumen suelto del material, medido en los camiones de transporte. En este caso y para fines de pago, el volumen suelto se convertirá a volumen compactado, de acuerdo con la relación que determine la secretaría, mediante un ensayo de compactación en el laboratorio.

La capa extendida se compactará hasta alcanzar el grado indicado en el proyecto. La compactación se hará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.

#### **2.4.2 Base hidráulica.**

De acuerdo a la norma de la SCT N-CTR-CAR-1-04-002-3, la base hidráulica es la capa de materiales pétreos seleccionados, esta es construida sobre la sub-base, sus principales funciones son dar un buen apoyo uniforme a la carpeta asfáltica y resistir las cargas que le transmiten, aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos a la capa inferior proporcionando a la estructura de pavimento la

rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas, drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua subterránea.

Esta capa es la que recibe la mayor parte de los esfuerzos producidos por los vehículos.

La carpeta es colocada sobre de ella porque la capacidad de carga del material friccionante es baja en la superficie por falta de confinamiento. Regularmente esta capa además de la compactación necesita otro tipo de mejoramiento (estabilización) para poder resistir las cargas del tránsito sin deformarse y además de transmitir las en forma adecuada a las capas inferiores.

Los materiales que se emplean en bases según Mier (1987) son:

#### **Materiales Que No Requieren Tratamiento**

Poco o nada cohesivos como arenas, limos y gravas que al extraerlos quedan sueltos. No contienen más del 5% de partículas > 2".

#### **Materiales que requieren ser disgregados**

Tezontles y cohesivos como tepetates, caliches, conglomerados, aglomerados y rocas alteradas que al ser extraídos salen como terrones. No contienen más del 5% de partículas > 2".

#### **Materiales que requieren ser cribados:**

Son materiales como gravas o arenas que necesitan ser cribados por la malla de 2" para separar los de mayor tamaño y así cumplir con la norma. Contienen entre el 5% y el 25% de partículas > 2".

#### **Materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados:**

Son poco y nada cohesivos y contienen más del 25% de partículas > 2", por lo que deben triturarse y cribarse por la malla 1 ½".

### **Materiales que requieren trituración total y cribado por la malla 1 ½”:**

Materiales extraídos de mantos de roca, piedra suelta o de pepena que para cumplir la granulometría deben de triturarse y cribarse.

Se llama **materiales mezclados** a los que resultan de la mezcla de dos o más materiales sean gravas, arenas y limos, cribados o triturados.

Los materiales utilizados en una base hidráulica, sea cribada, parcialmente triturada, totalmente triturada o mezclado, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

El material para base será 100% producto de trituración de roca sana cuando el tránsito esperado durante la vida útil del pavimento sea > de 10 millones de ejes acumulados de 8.2 ton.

Cuando el tránsito sea de 1 a 10 millones el material contendrá como mínimo 75% de partículas producto de la trituración de roca sana y cuando el tránsito es < 1 millón, el material tendrá como mínimo 50% de partículas trituradas.

El Procedimiento constructivo para la construcción de una base hidráulica es:

Primeramente se ubica el banco de préstamo, de donde se traerá el material, pudiendo emplearse en estas capas gravas, arenas de río, depósitos de roca (aglomerados) o materiales ligeramente o fuertemente cementados (conglomerados).

Una vez acamellonado el material se abre parcialmente con la motoconformadora y se humedece hasta llegar a su contenido de humedad óptima, esto se hace comúnmente en tres etapas, hasta que finalmente se homogeniza la humedad con la maquinaria.

Se extiende en la corona para formar la capa del espesor requerido y después se compacta con vibro hasta llegar al grado de compactación indicado en la especificación.

Posteriormente se aplica sobre la superficie; limpia y libre de basura, un riego de emulsión asfáltica de fraguado lento o superestable conocido como "riego de impregnación". Este sirve para impermeabilizar y estabilizar la base y la protege de la intemperie, además favorece la adherencia entre la futura carpeta

### **2.4.3 Carpetas asfálticas.**

"Las carpetas asfálticas se pueden realizar de las siguientes maneras: por el sistema de riegos, por el sistema de mezcla en el lugar y por medio de mezcla asfáltica en caliente elaborada en planta, siendo de cualquiera de estas maneras deben de cumplir con los siguientes requisitos: no se deben desplazar ni desintegrar por la acción del tránsito, deben de tener una buena resistencia al intemperismo y soportar pequeñas deformaciones sin sufrir agrietamiento. Se debe de tener en cuenta y tomar la precaución de que el espesor de la carpeta sea igual o mayor a los 3 cms. compactos y no es conveniente que los camellones sean de mas de 5 km de longitud" (Mier. 1987 : 318-319).

Los materiales asfálticos mas usados son cementos asfálticos, asfaltos rebajados de fraguado rápido o emulsiones de rompimiento rápido y aditivos.

Una de las formas de realizar una carpetas asfálticas es por el sistema de riegos el cual se construyen mediante uno, dos o tres riegos de materiales asfálticos, cubiertos con capas de materiales pétreos de diferentes tamaños, triturados y/o

cribados, en la siguiente tabla se muestra la denominación de los materiales pétreos para carpetas por el sistema de riego.

DENOMINACION DEL MATERIAL PETREO	QUE PASA POR LA MALLA DE	Y SE RETENGA EN LA MALLA DE
1	1"	1/2"
2	1/2"	1/4"
3-A	3/8"	Núm. 8
3-B	1/4"	Núm. 8
3-E	3/8"	Núm. 4

**TABLA 1.-** Denominación de los materiales pétreos

Los Materiales deberán cumplir con lo indicado en la siguiente tabla.

MALLAS	CONDICIONES	DENOMINACION DEL MATERIAL PETREO				
		1	2	3-A	3-B	3-E
1 1/4"	Debe pasar	100%				
1"	Debe pasar	95 % mín.				
3/4"	Debe pasar		100%			
1/2"	Debe pasar		95% mín.	100%		100%
	Debe retenerse	95 % mín.				
3/8"	Debe pasar			95% mín.	100%	95% mín.
1/4"	Debe pasar				95% mín.	
	Debe retenerse		95% mín.			
Núm. 4	Debe retenerse					95% mín.
Núm. 8	Debe retenerse		100%	95% mín.	95% mín.	100%
Núm. 40	Debe retenerse			100%	100%	

**TABLA 2.-** Condiciones que deben cumplir los materiales

Las carpetas asfálticas por el sistema de riegos se construyen mediante uno, dos o tres riegos de materiales asfálticos, cubiertos con capas de materiales pétreos de diferentes tamaños, triturados y/o cribados

El procedimiento de construcción de carpetas de riego es el siguiente:

### **Carpetas de un riego**

1. Se barre la superficie de la base impregnada.
2. Se riega de material asfáltico en cantidad que determine el laboratorio.
3. Se cubre de material pétreo 3-A o 3-E cantidad según proyecto.
4. Se rastrea y se plancha.
5. Después de tres días se barre la superficie.

### **Carpetas de dos riegos**

1. Se barre la superficie de la base impregnada.
2. Se riega con material asfáltico.
3. Se cubre con material pétreo.
4. Se rastrea y se plancha.
5. Se da un segundo riego y se coloca material pétreo 3-B.
6. Se rastrea y se plancha.
7. Después de tres días se barre la superficie.

### **Carpetas de tres riegos**

1. Se barre la superficie de la base impregnada.
2. Se riega con material asfáltico.
3. Se cubre con material pétreo numero 1.
4. Se rastrea y se da una pasada con equipo de compactación.
5. Se da un segundo riego y se coloca material pétreo numero 2.
6. Se rastrea y se compacta con dos pasadas.
7. A las seis horas se puede abrir al tránsito por un tiempo no mayor a dos semanas.



8. Se barre la superficie.
9. Aplicar 3er riego cubriendo con material pétreo 3-B.
10. Se compacta.
11. Después de tres días se barre la superficie.

La compactación de las carpetas se debe hacer de las orillas al centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas.

### **Carpetas de mezcla en el lugar.**

Se construyen mediante un mezclado, tendido y compactado de materiales pétreos y un material asfáltico, estos son rebajados de fraguado rápido o medio, emulsiones de rompimiento medio o lento y en los riegos de liga son cementos asfálticos y rebajados o emulsiones de rompimiento rápido.

Es importante que al inicio de la construcción de este tipo de carpeta la base este debidamente terminada e impregnada, se comienza dando un riego de liga con petrolizadora en toda la superficie que llevara carpeta, si se emplea una motoconformadora para realizar la mezcla de los materiales pétreos y asfálticos este último debe de aplicarse con petrolizadora, si es conveniente en varios riegos sobre el material pétreo extendido, después de cada riego a mezclarlos para obtener un producto homogéneo. La mezcla elaborada con asfaltos rebajados se curará oreándola, se mezclará con la motoconformadora el tiempo suficiente para que se volatilice una parte del disolvente y se obtenga la relación disolvente-cemento asfáltico de la mezcla. Cuando se elabore con emulsiones de rompimiento medio o lento, se aplicará un riego de agua para dar la humedad fijada. Para la compactación se empleara un compactador de llantas neumáticas a un mínimo del 95% de su peso volumétrico máximo, después se empleara una plancha lisa para borrar las huellas

que dejen los compactadores neumáticos. Cuando la carpeta este terminada se realizará un riego de sello cuando esta resulte con mayor permeabilidad del 10% permitido.

### **Carpetas con mezcla asfáltica en caliente.**

De acuerdo con Mier (1987), este tipo de carpetas se elaboran en una planta estacionaria utilizando cementos asfálticos, estas plantas deben de tener:

1. Secador de inclinación ajustable, colocado antes de las cribas clasificadoras, con capacidad para secar el material suficiente para la producción de concreto asfáltico para la planta, a la salida debe de tener un pirógrafo para registrar la temperatura del material pétreo, cribas para clasificar el material por lo menos en tres tamaños con capacidad suficiente para mantener las tolvas siempre con material disponible para la mezcla, así como dispositivos para dosificar los pétreos de preferencia por peso.
2. Un equipo para calentar el cemento asfáltico, el cual tenga un termómetro con una graduación de 20 a 21°C.
3. Dispositivos para dosificar el cemento asfáltico con aproximación de  $\pm 2\%$
4. Mezcladora equipada con un dispositivo para el tiempo de mezclado.
5. Recolector de polvo y dispositivo para agregar finos..

El material debe de tener entre 120 y 160° al momento de agregarle el cemento asfáltico y al salir de planta máximo 150°C. Al momento de tender la mezcla no deberá de ser inferior a 110°, ni de 85° al termino del proceso. La temperatura ambiente deberá de ser por lo menos de 10°, sin bruma ni lluvia y la superficie seca y limpia.

La compactación se inicia con rodillo tandem. El traslape longitudinal de la compactación es de cuando menos la mitad del ancho de la plancha. Después de corregir lo necesario se aplica compactación con el rodillo de neumáticos para alcanzar un 95% del peso volumétrico máximo y mientras la mezcla aun este a temperatura que permita alcanzar la máxima densidad. Finalmente se utiliza en rodillo tandem para eliminar las huellas de los rodillos. La compactación se debe finalizar a una temperatura mínima de la mezcla de 70°.

## **2.5 materiales asfálticos.**

De acuerdo con la norma SCT N-CMT-4-05-001/00, son los materiales bituminosos con propiedades aglutinantes, sólidos, semisólidos o líquidos que son utilizados en estabilizaciones, riegos de impregnación, de liga y de sello, en la elaboración de carpetas asfálticas y morteros.

Los materiales asfálticos son clasificados en cementos asfálticos, emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados.

Según la norma de la SCT N-CMT-4-05-001/05 los cementos asfálticos se clasifican de la siguiente forma:

MATERIAL ASFALTICO	VEHICULO PARA SU APLICACIÓN	USOS MAS COMUNES
cemento asfáltico	calor	Se utiliza en la elaboración en caliente de carpetas, morteros y estabilizaciones, así como elemento asi como elemento base para la fabricación de emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados.
emulsión asfáltica	agua	Se utiliza en la elaboración en frío de carpetas, morteros, riegos y estabilizaciones
asfalto rebajado	solventes	Se utiliza en la elaboración en frío de carpetas y para la impregnación de sub-bases y bases hidráulicas.

TABLA 3.- Clasificación de los cemento asfálticos según la SCT.

**Los cementos asfálticos**, son asfaltos que se obtienen del proceso de destilación del petróleo. Su viscosidad varía con la temperatura y entre sus componentes las resinas le producen adherencia con los materiales pétreos, al ser calentados se licuan lo que les permite cubrir todas las partículas del material pétreo. Para su aplicación se necesita estar a una temperatura adecuada y se utiliza en la elaboración de carpetas de mezcla en caliente, en morteros y estabilizaciones, así también es un elemento base para la elaboración de emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados. Para su aplicación deben de estar a una temperatura adecuada.

**Las emulsiones asfálticas**, están formadas por dos fases no miscibles en los que la fase continua de la emulsión esta formada por agua y la discontinua por pequeños glóbulos de cemento asfáltico. Se llaman emulsiones asfálticas aniónicas cuando el agente emulsificante confiere polaridad electronegativa a los glóbulos y las emulsiones catiónicas cuando les confiere polaridad electropositiva, para su

aplicación se necesita agua y son utilizadas en la elaboración de carpetas con mezcla en frío, morteros, riegos y estabilizaciones.

Las emulsiones pueden ser de los siguientes tipos:

**Emulsiones de rompimiento rápido:** este tipo de emulsión se emplea para riegos de liga y carpetas por el sistema de riegos.

**Emulsiones de rompimiento medio:** estas se emplean para la elaboración de mezclas en frío elaboradas en planta, especialmente cuando el contenido de finos en la mezcla es menor o igual a 2%, también es utilizable en trabajos de conservación como son bacheos, renivelaciones y sobrecarpetas.

**Emulsiones de rompimiento lento:** estas emulsiones se emplean para la elaboración de mezclas en frío en planta y para estabilizaciones asfálticas.

**Los asfaltos rebajados,** son materiales asfálticos líquidos compuestos por cemento asfáltico y un solvente, se utilizan solventes y son utilizados en la elaboración de carpetas en frío y para la impregnación de sub-bases y bases.

De acuerdo con Mier (1987), los materiales asfálticos se transportan en autotanques que deben de contar con equipo para calentar el producto cuando se requiera, debiendo ser herméticos y con tapa adecuada para así mismo evitar fugas y contaminaciones. Los riegos de asfalto se deben de realizar por medio de petrolizadoras que cuenten con el siguiente equipo: un equipo de calentamiento para tener la temperatura adecuada, una bomba que produzca la presión para obtener una dispersión uniforme en todas las esperas de la barra, un tacómetro para regular la velocidad y poder regular una dosificación controlada y uniforme en todo el tramo deseado; termómetro y todo lo necesario para una buena operación. Nunca se deberán de aplicar materiales asfálticos cuando la temperatura ambiente sea inferior

a 5 °G, ni cuando se presente amenaza de lluvia o cuando el viento impida la aplicación del material.

## **2.6 Compactación de los materiales en caminos.**

La compactación es un proceso donde se busca mejorar las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo-deformación, teniendo un suelo estructurado que tenga un comportamiento mecánico adecuado durante su vida útil.

El agua es importante en la compactación, ya que existe un contenido óptimo de humedad que produce el peso volumétrico seco máximo.

La compactación se logra de 4 maneras:

### **1.- Por amasado:**

Se realiza por rodillos pata de cabra, estos tienen su peso sobre la pequeña superficie del conjunto de puntas, ejerciendo presiones estáticas fuertes en los puntos que penetran en el suelo, la superficie queda distorsionada pero se compacta con la siguiente capa que es tendida. La acción del rodillo hace la compactación de abajo hacia arriba. El espesor de la capa no deberá ser mayor mucho mayor que la longitud del vástago. La longitud del vástago es comúnmente de 20 a 25cm y se usa para compactar capas de 30cm aprox. Este rodillo tiene buenos resultados en terraplenes de suelos finos.

### **2.- Compactadores por presión:**

Se realiza con rodillos lisos y neumáticos, los lisos se dividen en remolcados y autopropulsados. Los autopropulsados son usados primordialmente en la compactación de la subrasante, de bases hidráulicas y de carpetas asfálticas. Los

remolcados se forman por tambores al que se sujeta el eje, con un peso entre 14 y 20 ton.

### **3.- Compactadores por impacto:**

Se realiza por medio de pizones o bailarinas cuya acción es en áreas pequeñas, aplicándose mayormente en zanjas, desplante de cimentaciones estribos de puentes y donde por alguna razón no se pueda hacer uso de un equipo de mayores dimensiones.

### **4.- Compactadores por vibración:**

La ventaja es que la vibración es capaz de compactar capas de mayores espesores. Un requisito para tener una buena compactación, es conocer los materiales por compactar, recorriendo el tramo y realizando muestreos o analizando los bancos de materiales, haciendo las pruebas de laboratorio necesarias a estos.

### **2.7 Control de calidad necesario.**

La verificación de la calidad es una de las actividades que permiten comprobar que los conceptos de obra cumplan con las especificaciones del proyecto, ratificar la aceptación, rechazo o corrección de cada uno.

Es necesario verificar los materiales a emplear, realizando pruebas de campo y laboratorio.

Para poder iniciar la obra es necesario contar en el campo con un programa de control de calidad que sea técnicamente factible y aceptable desde el punto de vista de su realización física, así como comprobable en todas y cada una de las

actividades programadas; que incluya la forma y los medios a utilizar para evaluar la calidad de los materiales correspondientes a todos los conceptos de obra terminada y de sus acabados, así como de los equipos de instalación permanente que vayan a lo formar parte integral de la obra.

A continuación se mencionarán algunas pruebas que se realizan a los materiales y son: Pruebas en rocas, humedad actual en rocas y peso volumétrico natural, humedad de absorción en rocas, gravedad específica en rocas, compresión simple en rocas, pruebas en agregados pétreos, cuarteo de gravas y arenas, contenido total de humedad por secado, masa específica y absorción de agua del agregado fino, masa específica y absorción de agua del agregado grueso, modulo de finura de los agregados, resistencia a la abrasión en el agregado grueso o desgaste de los ángeles, pruebas de compactación, prueba proctor estándar, prueba proctor modificada y prueba porter.

Las actividades comprenden principalmente el muestreo, las pruebas de campo y laboratorio, así como los análisis estadísticos de sus resultados, entre otras.

Los responsables del control y la verificación de calidad contarán con los laboratoristas y ayudantes de laboratorio suficientes para atender todos los frentes de la obra en los aspectos de muestreo, manejo, transporte, almacenamiento y preparación de las muestras; ejecución de las pruebas de campo y laboratorio; mantenimiento y calibración del equipo de laboratorio, ente otros. El personal de laboratorio estará capacitado, y acreditará, mediante evaluaciones ante el Jefe de Verificación de Calidad o el Jefe de la Unidad de Laboratorios si corresponde al grupo de verificación de calidad, el conocimiento de las pruebas y procedimientos correspondientes a las actividades que desempeñe.



Los laboratorios para el control de calidad o para la verificación de calidad, tendrán en sus instalaciones: áreas para almacenamiento, preparación y prueba de las muestras, así como para la calibración del equipo; fuentes de energía y de iluminación; y cuando sea necesario, sistemas de comunicación, de control de temperatura y de ventilación, que permitan la correcta ejecución de las pruebas y de las calibraciones.

Se tendrán que elaborar informes diarios y mensuales, que contengan como mínimo la descripción de los trabajos de control de calidad ejecutados en el periodo del que se informe; las cartas de control de las mediciones y pruebas realizadas, y los resultados de otros análisis estadísticos efectuados, para cada material, frente y concepto de obra; el dictamen que certifique que la obra ha sido ejecutada de acuerdo con las características de los materiales, de los equipos de instalación permanente, de los acabados y las tolerancias geométricas, especificadas en el proyecto.

Al final de la ejecución de la obra se realizará un informe final elaborado al cierre de la obra. Contendrá como mínimo los objetivos, alcances y descripción sucinta de los trabajos para el control de calidad ejecutados desde el inicio de la obra; las cartas de control de las mediciones y pruebas realizadas, y los resultados de otros análisis estadísticos efectuados en toda la obra, para cada material, frente y concepto de obra; el dictamen que certifique que la obra se ejecutó de acuerdo con las características de los materiales, de los equipos de instalación permanente, de los acabados y las tolerancias geométricas especificadas en el proyecto. Como apéndice se incluirá un informe fotográfico que muestre los aspectos más relevantes de la obra terminada.

Para lo que es el muestreo de materiales asfálticos consiste en obtener una porción representativa del volumen de material asfáltico en estudio. Se realiza en materiales almacenados en uno o varios depósitos, o durante las maniobras de carga, descarga o aplicación. Los materiales asfálticos sólidos o semisólidos se calientan solamente lo indispensable para facilitar su muestreo para la ejecución del muestreo. El equipo a emplear siempre se encontrara en condiciones óptimas para su uso, limpio, completo en todas sus partes y sin desgaste.

## CAPÍTULO 3

### RESUMEN EJECUTIVO DE MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN

El presente capítulo tratará lo referente a la ubicación del tramo carretero 0+100 al 2+000 de la carretera Ziracuaretiro-La Ciénega, el cual se encuentra localizado en el Estado de Michoacán, en el Municipio de Ziracuaretiro, partiendo por su entorno geográfico donde se describirá localización geográfica, características geológicas, e hidrológicas de la región, así como del sitio donde se ubica el tramo, mostrando fotográficamente el estado físico actual de la carretera.

#### 3.1 Generalidades.

El tramo carretero antes mencionado se localiza en el Estado de Michoacán de Ocampo, éste es uno de los 31 estados del país, colinda con los estados de Colima y Jalisco al noroeste, al norte con Guanajuato y Querétaro, al este con el Estado de México, al sureste con el estado de Guerrero y al suroeste con el Océano Pacífico.

Cuenta con una superficie de 58,585 km<sup>2</sup>, lo cual representa el 3% del territorio total del país. El estado de Michoacán tiene 113 municipios y su capital es la ciudad de Morelia. La superficie territorial del estado es de 58,585 km<sup>2</sup>, Se encuentra ubicado entre las coordenadas 17° 55' y 20° 24' de latitud norte, y las coordenadas 100° 04' y 103° 44' de longitud oeste.

La orografía de Michoacán es una de las más accidentadas de México y forma parte del Eje Volcánico Transversal y de la Sierra Madre del Sur. La altitud del estado oscila entre los 0 y 3840 msnm, teniendo como principales elevaciones:

Volcán Tancítaro: 3.840 msnm, Cerro el Campanario: 3.640 msnm, Cerro de San Andrés: 3.600 msnm, Cerro Patambán: 3.500 msnm, Cerro de las Papas: 3.400 msnm, Cerro Zirate: 3.340 msnm.

El estado cuenta con los siguientes lagos: Lago Cuitzeo, lago de Pátzcuaro, el lago de Zirahuén, una parte del lago de Chapala, y la presa de Infiernillo. El río más importante es el río Lerma, el cual nace en el Estado de México y abastece a la presa de Tepuxtepec para regar las tierras del valle de Maravatío y producir energía hidroeléctrica. Le siguen en importancia el río Balsas con numerosos afluentes, como el río Cupatitzio el cual alimenta las caídas de agua de La Tzaráracua y el río Tepalcatepec.

En Michoacán se tiene una precipitación media anual de 806 mm. Por otra parte, la temperatura promedio anual es de 22.2 °C, teniendo como extremos temperaturas mínimas anuales de 14.7 °C y de 29.6 °C.

Como se menciona anteriormente el tramo 0+100 al 2+000 de la carretera Ziracuaretiro-La Ciénega, se localiza dentro del municipio de Ziracuaretiro el cual se localiza en la parte central del Estado, en las coordenadas 19°26' de latitud norte y 101°55' de longitud oeste, a una altura de 1,380 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Tingambato, al este con Santa Clara, al sur con Taretan, y al oeste con Uruapan.

Su relieve lo constituyen el sistema volcánico transversal y los cerros el Cobero, Cueva, Salto, Panadero y Malpaís.

Su hidrografía se constituye principalmente por los ríos Ziracuaretiro, Ziraspén, la Brújula y Calicanto, así como manantiales de agua fría.

Su clima es tropical con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1,200 milímetros y temperaturas que oscilan entre 8.0 y 37.0° centígrados.

Este Municipio es comunicado por la carretera Federal No. 14 en su tramo Morelia-Uruapan, Uruapan-Ziracuaretiro. Se comunica a sus comunidades mediante caminos de terracería y algunos pavimentados, como lo es el tramo en cuestión.

El tramo carretero 0+100 al 2+000, comunica a Ziracuaretiro con las comunidades de Mesa de Cázares, El Papayo y La Ciénega, se trata de un camino tipo **D**, el cual es para un TPDA de 100 a 500 vehículos.

### **3.2 Resumen Ejecutivo.**

Para el presente trabajo de investigación se realizó una revisión visual de las obras existentes en campo para observar cómo se han venido comportando durante su estancia en el tramo.

Se realizó un aforo en el lugar para saber con seguridad cual es el tránsito que circula por esta carretera y poder determinar, si el tipo de ésta es el correcto y si cuenta con todos aquellos elemento necesarios para brindar a sus usuarios una circulación segura.

Se cuenta con información sobre la propuesta técnica y económica, para la realización de esta obra, en el presente trabajo de investigación se realizará una revisión del proceso constructivo de esta obra.

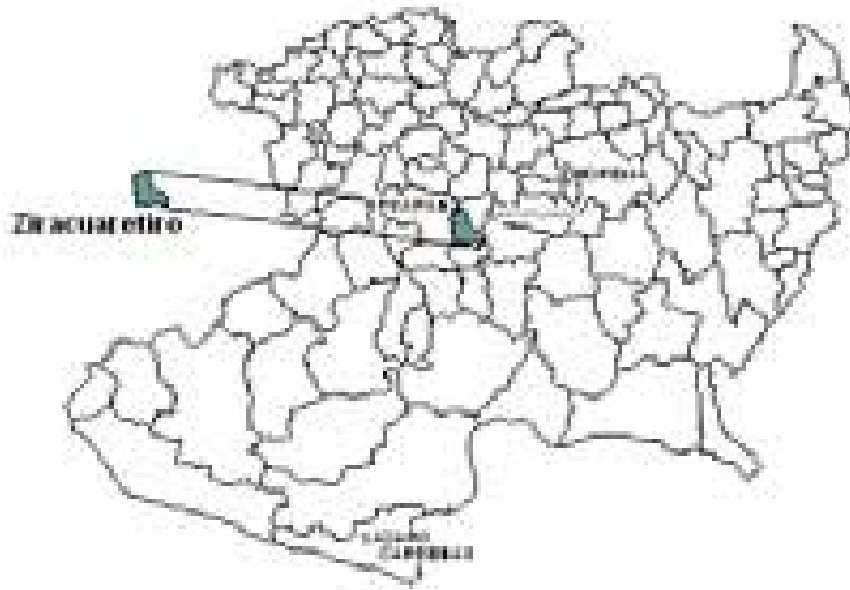
Al realizar la revisión visual se observó que dicho tramo no cuenta con el señalamiento adecuado, el cual es importante para la seguridad de los usuarios.

### **3.3 Entorno Geográfico.**

En este apartado se tratará de ubicar la localización exacta del tramo, así como la topografía, geología e hidrología de la zona de estudio.

#### **3.3.1 Macro y micro localización.**

El tramo carretero 0+100 al 2+000 de la carretera Ziracuaretiro-La Ciénega, se encuentra ubicado dentro de la República Mexicana, la cual tiene por coordenadas extremas al norte 32°43'06" latitud norte en la frontera con estados unidos, al sur 14°32'27" latitud norte en la frontera con Guatemala, al este 86°42'36" longitud oeste en la isla mujeres y al oeste 116°22'00" longitud oeste en el océano pacifico, en el estado de Michoacán con coordenadas geográficas. Al norte 20°24', al sur 17°55' de latitud norte, al este 100°04', al oeste 103°44' de latitud oeste, el cual representa un 3% de la superficie total del país y que colinda con Colima, Jalisco, Guanajuato, Querétaro de Arteaga, México, Guerrero y el océano pacifico (INEGI. Marco Geoestadístico, 2000), dentro de municipio de Ziracuaretiro, el cual se localiza en la parte central del estado, en las coordenadas 19°26' de latitud norte y 101°55' de longitud oeste, a una altura de 1,380 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Tingambato, al este con Santa Clara, al sur con Taretan, y al oeste con Uruapan. Su distancia a la capital del estado es de 121 kilómetros.



**Fig. 3.1. En el mapa de Michoacán se puede observar que el Municipio de Ziracuaretiro se localiza en la parte central del estado.**

Las coordenadas del tramo 0+100 – 2+000 de la carretera Ziracuaretiro - La Ciénega son: al inicio 19°25'50" de latitud norte y 101°54'50" de longitud oeste y al final 19°24'62" de latitud norte y 101°52'28" de longitud oeste y este inicia en el entronque que se encuentra en el km. 0+500 de la carretera estatal Ziracuaretiro - San Ángel Zurumucapio.

El tramo en estudio, como se observa en la figura 3.2, une la población de Ziracuaretiro con las comunidades de Mesa de Cázares, El Papayo y la Ciénega, principalmente.



3.2 Ubicación del tramo.

### 3.3.2 Topografía regional y de la zona de estudio.

La topografía del estado de Michoacán cuenta con amplias extensiones planas, terrenos en lomerío y áreas muy accidentadas, la región de ziracuaretiro se encuentra dentro de los terrenos de tipo lomerío.

La máxima curva de nivel se encuentra en el pico de Tancitaro a una altura de 3600 metros sobre el nivel del mar, la más baja se encuentra a nivel del mar en la zona costera. El relieve es muy pronunciado debido a que se encuentra sobre la sierra madre occidental, la sierra madre del sur y el eje neovolcanico, contando con un alto porcentaje de sierras y un gran numero de volcanes.

Como anteriormente se mencionó, su relieve lo constituyen el sistema volcánico transversal y los cerros el Cobero, Cueva, Salto, Panadero y Malpaís.



### **3.3.3 Geología regional y de la zona en estudio.**

El estado de Michoacán comparte con los estados de Colima, Jalisco, Guerrero y México los terrenos de la provincia geológica llamada “sierra madre del sur” y con Jalisco, Guanajuato, Querétaro y México, los del “eje neovolcanico”.

En el estado son muy importantes las zonas lacustres. Geológicamente están relacionadas con una serie de eventos tectónicos relativamente recientes asociados con los fenómenos volcánicos.

La energía geotérmica es uno de los recursos más importantes de esta provincia, ya que existen numerosos focos con manifestaciones hidrotermales que reflejan una zona privilegiada en este tipo de recurso. Esta provincia es una gran franja volcánica del cenozoico superior, que cruza transversalmente la república mexicana a la altura del paralelo 20. Esta formada por una gran variedad de rocas volcánicas que fueron emitidas a través de un número importante de aparatos volcánicos, algunos de los cuales constituyen alturas notables como el Tancitaro y el Jorullo. Por su juventud es bien conocido el Parícutin. Los principales aparatos volcánicos que se localizan en Michoacán son estrato volcanes de dimensiones variables. La composición petrográfica de las rocas que conforman esta región es muy variable.

Para el Municipio de Ziracuaretiro y el tramo en estudio, por sus características geológicas forma parte del corredor Tarasco, los cuales datan de los periodos Cenozoico terciario inferior y eoceno, lo cuales pertenecen a los del tipo podzólico y pradera de montaña.

Los suelos que predominan en la región en estudio son los formados por material ígneo extrusivo perteneciente al cenozoico terciario, en el se puede observar arcilla inorgánica de alta plasticidad, arcilla orgánica, limo arenoso, boleó y roca.

### **3.3.4 Hidrología regional y de la zona.**

Los recursos hidrológicos superficiales en el estado de Michoacán son abundantes y son de los que más se aprovechan, sin embargo en algunas sierras afloran los acuíferos subterráneos en forma de manantiales, los que se integran a escurrimientos superficiales, los cuales son utilizados a las zonas de riego o de uso doméstico.

Como se sabe las regiones hidrológicas se forman por un área conformada en función de sus características orográficas e hidrográficas, con el fin de agrupar escurrimientos de agua de calidad, en la entidad se forma parte de 4 regiones hidrológicas. La región Lerma-Santiago al norte del estado, la región del río Balsas situada en la parte central, la región Armería – Coahuayana se ubica al sur, entre la sierra de Coalcomán y la zona costera, y el Río de la Costa.

Michoacán cuenta con 213 Kms. de litoral en el océano Pacífico, a esta entidad lo bañan 44 ríos, destacando el río Balsas y el Lerma por su caudal y extensión, 11 lagos, de los que destacan Cuitzeo, Pátzcuaro, Zirahuén y una parte de Chapala, así como 600 manantiales. En este territorio se encuentran ubicadas presas importantes como, Infiernillo, Chilatan, Cueramal, José María Morelos, Los Olivos, Zicuírán, Loma Caliente, Llanos las rosas, Cupatitzio, Tres Mezquites, El Tecolote, Toluquilla y Cortina tierra blanca.

En Uruapan se encuentra la zona más húmeda del estado ya que va de los 1200 a los 2000 mm. La zona en estudio en particular oscila entre los 1200 y 1500 mm.

La zona en estudio cuenta con ríos cercanos los cuales son: río Ziracuaretiro, Ziraspén, La brújula, Calicanto y diversos manantiales de agua fría. Es importante mencionar que cerca de esta zona se encuentra una subcuenca localizada en Taretán, la que se forma por los flujos que provienen del cerro “La cuesta” y un poco más allá del “Cerro Metate”, esta área es cañera, por lo que muchos de los escurrimientos son utilizados para riego.

### **3.3.5 Uso de suelo regional y de la zona en estudio.**

En la actualidad en el estado de Michoacán, el aguacate es el producto que mayor ingresos le genera al país en materia agrícola, y tiene su centro de operación en la ciudad de Uruapan, pero se está extendido en varios municipios como Tancítaro, Salvador Escalante, San Juan Nuevo, Apatzingan, Taretan, Tacambaro, Ario de Rosales, Villa Madero. De los cuales su principal mercado es el país, y después Estados Unidos y Japón.

En el municipio de Ziracuaretiro dominan los bosques mixtos, con pino y encino y el bosque tropical decíduo, con Ceiba, cedro, parota y tepeguaje. Su fauna se conforma por venado, conejo, coyote, tejón, zorro, tlacuache, ardilla, cuervo, guacamaya, gorrión, pájaro carpintero y primavera

Por lo que respecta al área en estudio, su actividad principal es la agricultura en la que predomina el cultivo de aguacate, aunque también se cultiva maíz, frijol,

caña de azúcar, zarzamora, aguacate, calabaza, nopal, mamey, plátano, durazno, guayaba, entre otros.

Por lo respecta a la industria, se encuentra dominada por la pequeña y mediana empresa en su mayoría.

Al realizar la inspección ocular al tramo en estudio se observó que no se realizó al construir esta carretera ningún cambio de suelo, pues los terrenos que lo rodean son forestales dedicados al cultivo y pastoreo de ganado.

Es importante mencionar que existe un banco de material pétreo denominado “EL PANADERO”, ubicado en el Km 4+600 desviación izquierda 800 mts. del Km. 0+000 del camino.

### **3.4. Informe fotográfico.**

En este apartado se mostrará gráficamente el estado actual del tramo carretero en estudio.

#### **3.4.1 Tipo de terreno y cobertura vegetal.**

Como anteriormente se mencionó, el terreno es de lomerío. La vegetación que predomina es bosque de pino y bosque de encino, así como matorral, maleza, cultivos temporales y huertos frutícolas.



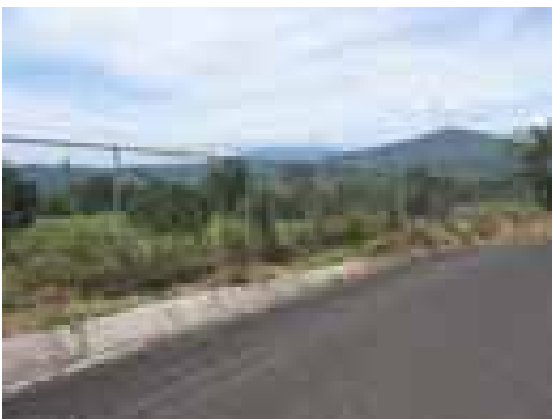
**Foto 1.** Se observa la existencia de huertas de aguacate.



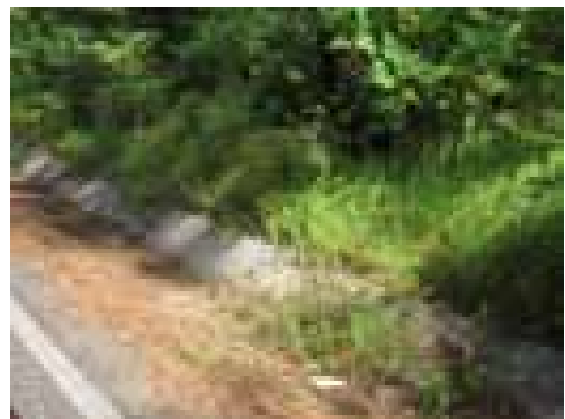
**Foto 2.** Existe también bosque de pino, así como maleza y matorral pequeño de diferentes variedades.

### **3.4.2 Estado físico actual y problemas de drenaje superficial.**

El estado físico de la carretera no es óptimo, pero se encuentra en condiciones aceptables para su tránsito, no cuenta con los señalamientos necesarios para que los usuarios transiten con seguridad, se localizan estructuras preparadas para el señalamiento, pero este no se encuentra, en lo referente al drenaje, se observa la falta de continuidad en la pendiente de las cunetas; así como maleza que obstruye la salida del agua, lo cual provoca encharcamiento en el área de rodamiento.



**Foto 3**



**Foto 4**

En las fotografías 3 y 4, se observa la maleza que se encuentra en las cunetas lo que en un momento determinado, ocasionaría un obstáculo para el buen funcionamiento de éstas.

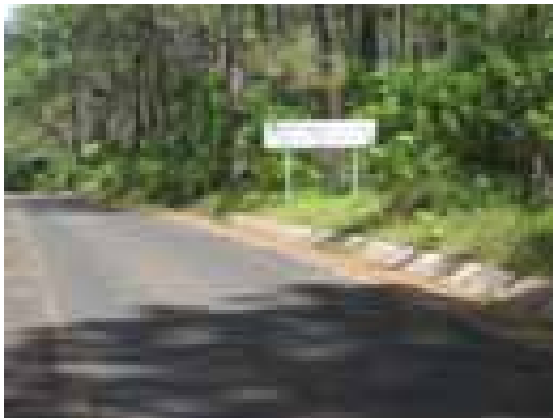


**Foto 5**



**Foto 6**

En las fotos 5 y 6 se aprecia la carretera y su estado de conservación.



**Foto 7**



**Foto 8**

En la fotografía 7 se observa un señalamiento vertical bajo preventivo, para ser exactos en este tramo únicamente se localizan 3 señalamientos como el que se encuentra en la fotografía y existen muchas estructuras como la que se muestra en la foto 8, en la cual hace falta el señalamiento.

### 3.4.3 Vehículos que transitan por la vía.

El tránsito que se localizó en este tramo carretero son: vehículos ligeros y de 3.5 toneladas, también se encuentran en circulación las máquinas agrícolas, como tractores, así como los tipos C.

En la foto 9, 10 y 11 se muestra parte de los vehículos que circulan por esta carretera.



**Foto 9**



**Foto 10**



**Foto 11**

### OBSTACULOS

Se observó que los obstáculos mas frecuentes son los animales que se encuentran en los lados de la carretera pastando y que se pueden cruzar en cualquier momento, así como la falta de accesos para los predios vecinos al camino,

por lo que los propietarios de dichos predios cruzan hacia sus predios ocasionando desperfectos a las cunetas y estructura del pavimento, como se observa en la foto 12.



**Foto 12**

### 3.5 Estudio de tránsito.

La cantidad, el tipo y la clasificación de los vehículos que circulan por la vía se pueden determinar mediante un aforo vehicular, el cual se presenta a continuación:

TIPO DE VEHÍCULO	PERIODO DE TIEMPO (Hrs.)					
	1	2	3	4	5	6
autos, pick-ups	50	35	20	45	33	16
motos		1				
camiones de carga 2 ejes		3				
vehículos agrícolas tractores	1				1	

El aforo se realizó el sábado 18 de octubre del 2008, de las 11:00 a.m. a las 5:00 p.m., en el tramo en estudio.



### **3.6 Alternativas de solución.**

Un punto clave en el buen funcionamiento de las carreteras que se encuentran en constante uso, es el dar mantenimiento constante, para que estas se encuentren en optimas condiciones, lo cual lleve al usuario a su destino con seguridad.

En este tramo carretero en particular, es importante el mantenimiento a la carretera tanto en la carpeta asfáltica y drenaje, como en el señalamiento horizontal y vertical.

## **CAPÍTULO 4**

### **METODOLOGIA**

En el presente capítulo se tratara lo referente a la metodología empleada para el desarrollo de esta investigación, partiendo del método empleado, enfoque de la investigación, alcance, tipo de diseño de la investigación, investigación transversal, recopilación de datos y la descripción del procedimiento de investigación.

#### **4.1 Método empleado.**

En esta investigación se utilizó el método científico, ya que “es un conjunto de procedimientos por los cuales se plantean los problemas científicos y se ponen a prueba las hipótesis y los instrumentos de trabajo investigativo” (Tamayo, 2000; 36).

Así como el método analítico, pues los pasos a seguir para esta investigación analítica son: la observación, descripción, descomposición del fenómeno, enumeración de sus partes, ordenación y clasificación.

Pues se tuvieron que llevar a cabo las etapas del método científico, ya que se encontró un problema, se realizan observaciones las cuales nos permiten definir la dificultad del problema con precisión, se buscan posibles soluciones al problema y al final se ponen a prueba las hipótesis, encontrando así la solución al problema.

En la presente investigación el método que se usó fue el método matemático, ya que para la revisión del proceso constructivo del tramo carretero del tramo 0+100 al 2+000 de la carretera Ziracuaretiro-La Ciénega, se requiere de estudios cuantitativos y de la aplicación de cálculos numéricos en diferentes situaciones.

#### **4.1.1 Método matemático.**

En esta investigación se utilizó el momento matemático – analítico, se puede definir, al método matemático a aquel que indica el origen del objeto, este puede aplicarse en métodos tanto comparativos como cuantitativos donde asienten números de relaciones constantes, variedad de hipótesis, diversidad de comparaciones y estas se tomen para afirmar o negar algo. Este método está relacionado con todo lo que implique la noción de cantidad en un procedimiento, variedad de hipótesis, diversidad de comprobaciones para que sean tomadas en cuenta para afirmar o negar algo.

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

En esta investigación el enfoque utilizado será el cuantitativo, ya que es el más apropiado, pues ofrece la posibilidad de generalizar los resultados mas ampliamente, otorga control sobre los fenómenos y un punto de vista de conteos y magnitudes de estos. También brinda posibilidad de replica y un enfoque sobre puntos específicos de tales fenómenos y nos facilita la comparación entre estudios similares.

En el caso de este trabajo se realiza el análisis de proceso constructivo de un tramo carretero, por lo que se empleo la investigación cuantitativa para analizar los resultados y dar la solución mas adecuada.

#### **4.2.1 Alcance.**

El alcance de estudio utilizado en esta investigación es el descriptivo, “pues buscan especificar las propiedades, características y perfiles importantes de

personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (Danhke, 1989).

La investigación descriptiva, busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analicen, resumiendo este alcance trata de describir lo que se investiga. En este proyecto se parte de la investigación y recolección de información y datos numéricos, de igual manera se realizó la revisión del proceso constructivo bajo las normas y especificaciones de la SCT.

#### **4.3 Diseño.**

El diseño a utilizar, es aquel que se centra en analizar cuál es el estado o la presencia de una o diversas variables en un momento dado, evaluando las situaciones en un punto del tiempo y determinar cuál es la relación entre un conjunto de variables en un momento, siendo para este caso el diseño denominado transversal o transeccional.

##### **4.3.1 Investigación transeccional o transversal.**

La investigación transeccional o transversal se encarga de recolectar datos en un solo momento, en un tiempo único, un ejemplo de ello es una fotografía de algo que sucede, ésta muestra lo que aconteció en un lugar y momento dado único.

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

Los instrumentos utilizados fueron: observación física en campo, recopilación de datos existentes en fuentes confiables y trabajo de campo, así como programas computacionales, que ayudan en la recopilación de datos.

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

El proceso de investigación fue mediante el método científico, apoyado en el método matemático – analítico, utilizando un enfoque cuantitativo con un alcance descriptivo, empleando diseño de tipo no experimental transversal, con una investigación de campo y documental.

El presente estudio se realizó, primero ubicando el tramo carretero a estudiar, así como la recopilación de información ya existente, como lo son cartas topográficas. En seguida se requirió del estudio de datos físicos necesarios, apoyados en procedimientos e instrumentos seleccionados, posteriormente se verifico que dicho tramo contara con el diseño adecuado, así como los elementos que conforman una carretera.

A continuación se procedió a realizar la investigación documental, para recopilar la información teórica que soportara la revisión de dicho proyecto. Por lo que, fue necesario establecer el encuadre metodológico para definir el alcance e instrumentos de recopilación de datos.

Ya que se tuvieron los datos, se procedió a utilizar programas computacionales tales como AUTOCAD, EXCEL, OPUS OLE, con lo que en conjunto se prosiguió a realizar un análisis minucioso del proyecto hasta establecer las conclusiones que proporcionarían cumplimiento al objetivo y pregunta de investigación de este trabajo de investigación

## CAPÍTULO 5

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Este capítulo tratará todo lo referente al proceso constructivo de la pavimentación del tramo carretero 0+100 al 2+000 de la carretera Ziracuaretiro-La Ciénega, el cual consta de terracerías, obras de drenaje, pavimento dentro de este apartado se incluye la base hidráulica, riego de impregnación, carpeta asfáltica, y riego de sello, así como señalamiento horizontal y vertical, se realizará el análisis de costos y programa de obra del proyecto.

Dicho proyecto consistió en la ampliación y pavimentación de un camino ya existente tipo "F" (brecha), con un ancho de 4.5 mts. el cual se amplió a 7.00 mts., incluyendo los dos sentidos, el cual será un camino tipo "D", con esto se obtendrá un camino más rápido, seguro y con mayor funcionalidad para el usuario.

El ancho de la corona del camino será de 7.00 mts. , en tangente de acuerdo al proyecto geométrico y en los casos en que requiera ampliación la sección se procederá a la construcción de un escalón de liga, el cual se construirá de acuerdo a lo indicado en la sección de construcción correspondiente.

La ampliación del camino contempla efectuar corte y despalme en terreno natural tipo "A" y compactado al 90% del P.V.S.M (Peso Volumétrico Seco Máximo), adicionado con cuñas de sobreancho, con una capa sub-rasante de 20 cms., una base de 15 cms. y una carpeta de 5.00 cms. de espesor siendo del tipo mezcla en el lugar.

Con la ampliación y pavimentación del camino, se agilizará el traslado de mercancías y personas, disminuyendo los tiempos de recorrido y acelerando el

desarrollo de la región generando así un beneficio social importante, además de una reducción en el desgaste de los vehículos que transitarán normalmente por este camino.

## **5.1 Terracerias.**

### **5.1.1 Desmante.**

Los trabajos se realizarán asegurando que toda la materia vegetal quede fuera de las zonas destinadas a la construcción, evitando dañar árboles fuera del área indicada en el proyecto o aprobada por la secretaría; cualquier daño a la vegetación fuera de dicha área, será responsabilidad del contratista de obra y deberá restituirla por su cuenta y costo, de acuerdo con las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Al menos que el proyecto indique otra cosa, el desenraicé se ejecutará, por lo menos, dentro de las superficies limitadas por líneas trazadas a lo largo de los cerros de cortes, terraplenes con espesor menor de un (1) metro, canales, contracunetas y zonas de bancos, entre otras.

Las ramas de los árboles situados fuera de las áreas desmontadas, que queden sobre la corona de las terracerias, serán cortadas.

El proyecto o la secretaría indicarán los árboles o arbustos que deban respetarse; en este caso, el contratista de obra tomará las providencias necesarias para no dañarlos y únicamente se cortarán las ramas que queden a menos de ocho (8) metros sobre la corona de la carretera, procurando conservar la simetría y buena apariencia del árbol. En cualquier caso, se respetarán los árboles y la vegetación

adyacente a cuerpos de agua. Cualquier daño a árboles o arbustos que deban ser respetados, será reparado por cuenta y costo del contratista de obra.

Los daños y perjuicios en propiedad ajena, ocasionados por los trabajos de desmonte ejecutados indebidamente, dentro o fuera del derecho de vía, serán responsabilidad del contratista de obra.

Además de lo establecido anteriormente en esta norma, para que el desmonte se considere terminado y sea aceptado por la secretaría, se comprobará:

Que se haya retirado de la zona de desmonte, todo tipo de vegetación que exista o haya vuelto a crecer, así como las ramas que queden a menos de ocho (8) metros sobre la corona.

Que no se hayan dañado los árboles y arbustos que indique el proyecto u ordene la secretaría.

Que la disposición de los residuos del desmonte se haya realizado en la forma y sitio indicados en el proyecto o aprobados por la secretaría.

Cuando el desmonte se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutado conforme a lo señalado en esta norma, a satisfacción de la secretaría, se medirá según lo señalado en la cláusula “e”, de la norma N·LEG·3, *ejecución de obras*, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad la hectárea de desmonte terminado, según su tipo, con aproximación a un décimo (0,1).

Cuando el desmonte se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medido de acuerdo con lo indicado en la cláusula h. De esta norma, se pagará al precio fijado en el contrato para la hectárea de desmonte terminado,



según su tipo. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la cláusula F. De la norma N·LEG·3, ejecución de obras, incluyen lo que corresponda por:

- Visita de inspección.
- Delimitación de la zona de desmonte.
- Tala, roza, desenraicé y limpia.
- Carga y descarga en el sitio y forma que indique el proyecto o apruebe la Secretaría, de los residuos del desmonte.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los residuos del desmonte, durante las cargas y las descargas.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

### **5.1.2 Despalmes.**

Se despalmará el sitio de los cortes y/o el área de desplante de los terraplenes, en un espesor indicado por el proyecto y/o la Dependencia, desalojando la capa superficial del terreno natural para eliminar el material que se considere inadecuado para la construcción de las terracerías. El despalme deberá terminarse dentro de los 500 mts. contiguos delante de cada frente de ataque de las terracerías.

El material producto del despalme se colocará en el lugar que indique la Dependencia, en su caso, también podrá utilizarse para el arroje de terraplenes. El despalme se ejecutará solamente en material "A".

Adicionalmente se tomará en cuenta lo que corresponde de lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-002-00 y demás que complementan a ésta, de la Normativa para la Infraestructura del Transporte (NORMATIVA SCT).

Para los volúmenes producto del despalme de cortes y del despalme para desplante de terraplenes se considerará los volúmenes que indique el proyecto, haciendo las modificaciones por cambios que ordene la Dependencia. Los volúmenes de despalmes por unidad de obra terminada se medirán tomando como unidad el metro cúbico sin clasificar el material.

Los volúmenes de despalmes de cortes, los despalmes para desplantes de terraplenes y los de excavación de escalones, por unidad de obra terminada, sin clasificar el material se pagarán a los precios fijados en el contrato para el metro cúbico. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por:

- Delimitación del área de despalme de acuerdo con lo ordenado por el proyecto y/o la Dependencia.
- Extracción, remoción y carga del material excavado.
- Acarreo al depósito de desperdicio indicado por el proyecto y/o ordenado por la Dependencia.
- Acomodo del material desperdiciado.
- Los tiempos de los vehículos empleados en el transporte durante las cargas y las descargas.
- La conservación de los despalmes hasta que sean recibidos por La Dependencia.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

### **5.1.3 Escalones de liga.**

En laderas cuya pendiente transversal sea igual o mayor de 25% para obtener una buena liga entre los terraplenes y el terreno natural y con el fin de evitar deslizamientos, se construirán escalones dentro del área donde se apoyen los terraplenes de acuerdo con lo indicado en el proyecto y/o lo ordene la Dependencia.

Adicionalmente se tomará en cuenta lo que corresponde de lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-004-00 y demás que complementan a ésta, de la Normativa para la Infraestructura del Transporte (NORMATIVA SCT).

Los volúmenes de los escalones excavados en laderas se cubicarán en la excavación misma por medio de seccionamiento y siguiendo el método del promedio de áreas extremas, se medirán tomando como unidad el metro cúbico. En ningún caso se considerará abundamiento y el resultado se redondeará a la unidad.

Los volúmenes de excavación de escalones por unidad de obra terminada sin clasificar el material se pagarán al precio fijado en el contrato para el metro cúbico. Este precio unitario incluye lo que corresponde por:

- Ubicación y premarcado de los escalones de liga.
- Extracción, remoción y carga del material excavado.
- Acarreo al depósito de desperdicio indicado por el proyecto y/o ordenado por la Dependencia.
- Acomodo del material desperdiciado.
- Los tiempos de los vehículos empleados en el transporte durante las cargas y las descargas.

- La conservación de los escalones de liga hasta que sean recibidos por La Dependencia.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

#### **5.1.4 Cortes.**

Las excavaciones en los cortes se ejecutarán de manera que permitan el drenaje natural del corte cuando lo indique el proyecto y/o lo ordene la Dependencia, las cunetas se construirán con la oportunidad necesaria y en tal forma que su desagüe no cause perjuicio a los cortes, ni a los terraplenes; las contracunetas cuando las indique el proyecto y/o las ordene la Dependencia, deberán hacerse simultáneamente con los cortes. Iguales disposiciones se observarán cuando se trate de trabajos resultantes de la modificación de cortes en una terracería existente.

Los materiales obtenidos de los cortes se emplearán en la formación de terraplenes o se desperdiciarán como lo indique el proyecto y/o lo ordene la Dependencia.

Adicionalmente se tomará en cuenta lo que corresponde de lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-003-00 y demás que complementan a ésta, de la Normativa para la Infraestructura del Transporte (NORMATIVA SCT).

Los volúmenes de cortes y sus despalmes, los adicionales excavados abajo de la subrasante, los de ampliación y/o abatimiento de taludes, los de rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, los de despalmes para desplante de terraplenes y los de escalones por unidad de obra terminada se medirán tomando como unidad el metro cúbico, sin clasificar el material. Adicionalmente se tomará en cuenta lo que corresponda de lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-003-00 de

la Normativa para la Infraestructura del Transporte (NORMATIVA SCT) El resultado se considerará redondeado a la unidad.

Los volúmenes de cortes, los adicionales excavados abajo de la subrasante, los de ampliación de cortes y/o abatimiento de taludes y los resultantes de rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, por unidad de obra terminada, sin clasificar el material se pagarán a los precios fijados en el contrato para el metro cúbico según sea el caso de que se trate.

Cuando el material excavado deba ser desperdiciado, estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por:

- Ubicación y delimitación de la zona de corte.
- En su caso, adquisición de explosivos y sus demás insumos, su carga, transporte al sitio de utilización, descarga y almacenamiento.
- En su caso, mano de obra y equipo para la barrenación, carga de barrenos y tronado.
- En caso de no utilizar explosivos, el equipo mecánico adecuado para la extracción del material.
- Extracción, carga y remoción del material excavado.
- Acarreo al depósito de desperdicio.
- Regalías del banco de desperdicio.
- Acomodo del material desperdiciado.
- Afinamiento del talud conforme a Norma N-CTR-CAR-1-01-006-00.

- Los Tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas del material excavado que no se utilice en la construcción de terraplenes.
- La conservación de los cortes hasta que sean recibidos por La Dependencia.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

### **5.1.5 Terraplenes.**

Se despalmará el sitio del desplante de los terraplenes, desalojando la capa superficial del terreno natural, cuando lo indique el proyecto y/o lo ordene la Dependencia, para eliminar el material que se considere inadecuado. El despalme se ejecutará solamente en material A. El material producto del despalme se colocará en el lugar que indique la Dependencia, siempre que la topografía del terreno lo permita. Previo al desplante del terraplén se compactará el área de desplante con un grado similar al del terreno natural. A juicio de la Dependencia los terraplenes se construirán en capas sensiblemente horizontales en todo el ancho de la sección con material de préstamo de banco y/o de corte, compactado al 90%.

Adicionalmente se tomará en cuenta lo que corresponde de lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-01-009-00 y demás que complementan a ésta, de la Normativa para la Infraestructura del Transporte (NORMATIVA SCT).

Para la formación y compactación de los terraplenes por unidad de obra terminada en el caso que se indican a continuación se considerará el volumen que indique el proyecto para el material ya compactado, correspondiente al grado de

compactación señalado en proyecto y/o el ordenado por la Dependencia haciendo las modificaciones por cambios autorizados por la misma.

- a) De los terraplenes adicionados con sus cuñas de sobreebancho.
- b) De terraplenes de relleno para formar la subrasante
- c) De ampliación de la corona adicionada con sus cuñas de sobreebancho en terraplenes existentes.

Los conceptos de obra a que se refiere este capítulo se medirán tomando como unidad al metro cúbico compacto. El resultado se redondeará a la unidad.

La formación y compactación por unidad de obra terminada, de los terraplenes, de la capa superior de los terraplenes cuya parte inferior fue construida con material no compactable, de los terraplenes de relleno construidos para formar la subrasante en los cortes en que se haya ordenado excavación adicional de las cuñas de terraplenes contiguas a los estribos de puentes y estructuras de pasos a desnivel y de la ampliación de la corona, de la elevación de subrasantes y del tendido de taludes, adicionados con sus cuñas de sobreebancho en cada caso cuando proceda, se pagará a los precios fijados en el contrato para el metro cúbico compactado al grado indicado.

Este precio unitario incluye:

- Desmonte y despalle de los bancos de préstamo del material pétreo.
- Permisos de explotación y pago de regalías de bancos de material y de agua.
- Compactación previa del terreno natural o del despallado en el área de desplante del terraplén y a una profundidad de 20 cm., a un grado similar al del terreno natural.

- Extracción, carga y acarreo a cualquier distancia del material pétreo y del agua requeridos, al sitio del terraplén.
- Aplicación e incorporación del agua necesaria para la compactación, en su caso operaciones para quitar la humedad excedente de la óptima para compactación.
- Compactación de las capas al grado fijado y/o al ordenado por la Dependencia.
- Recorte de las cuñas de sobreebanco con el extendido del material en los taludes.
- Afinamiento de toda la sección.
- Los tiempos de los vehículos empleados en el transporte del agua durante las cargas y las descargas.
- La conservación de los terraplenes hasta que sean recibidos por La Dependencia.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución

#### **5.1.6 Subyacente y/o Subrasante.**

El procedimiento de ejecución para el mezclado, tendido y compactación de las capas subyacente y subrasante, formada con material seleccionado, en la elevación de subrasante en cortes y/o terraplenes existentes; de la capa subyacente y subrasante sobre terraplenes construidos con material no compactable y de la capa subyacente y subrasante en los cortes en que se haya ordenado excavación adicional, cuando el proyecto y/o la Dependencia indiquen que el trabajo se lleve a



cabo mediante un tratamiento similar al de construcción de sub-bases, en términos generales serán los siguientes:

- a) Cuando se emplean dos (2) o más materiales, se mezclarán en seco con objeto de obtener un material uniforme.
- b) Cuando se emplean motoconformadoras para el mezclado y el tendido, se extenderá parcialmente el material y se procederá a incorporarle agua por medio de riegos y mezclados sucesivos, para alcanzar la humedad que se fije y hasta obtener homogeneidad en granulometría y humedad. A continuación se extenderá en capas sucesivas de materiales sin compactar, cuyo espesor no deberá ser mayor de quince (15) centímetros.
- c) Cuando se emplee otro equipo para el mezclado y tendido, tanto el equipo como el procedimiento de construcción deberán ser previamente aprobados por la Dependencia.
- d) Cada capa extendida se compactará hasta alcanzar el grado mínimo fijado, sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor y sección fijados en el proyecto y/o ordenados por la Dependencia, la cual podrá ordenar que cualquier capa ya compactada se escarifique superficialmente y se le agregue agua, si es necesario, antes de tender la siguiente capa, a fin de ligarlas debidamente. Podrá efectuarse la compactación en capas de espesores mayores que el indicado en el párrafo b) de este inciso, siempre que se obtenga la compactación fijada en el proyecto y/o ordenada por la Dependencia

Se darán riegos superficiales de agua, durante el tiempo que dure la compactación, únicamente para compensar la pérdida de humedad por evaporación.

e) En las tangentes, la compactación se iniciará de las orillas hacia el centro y en las curvas, de la parte interior de la curva hacia la parte exterior.

Para el mezclado, tendido y compactación de la capa subyacente y subrasante formada con material seleccionado por unidad de obra terminada, en los casos que se indican a continuación, cuando el proyecto y/o la Dependencia indiquen que el trabajo se lleve a cabo mediante un tratamiento similar, al de construcción de sub-base, se considerará el volumen que indique el proyecto para el material ya compactado, de acuerdo con los grados de compactación señalados en el mismo y/o los ordenados por la Dependencia haciendo las modificaciones que correspondan por cambios autorizados por la misma:

- a. De la elevación de subyacente y subrasante en cortes y/o terraplenes existentes.
- b. De la capa subyacente y subrasante sobre terraplenes construidos con material no compactable.
- c. De la capa subyacente y subrasante en los cortes en que se haya ordenado excavación adicional.

Los conceptos de obra a que se refiere este capítulo se medirán tomando como unidad el metro cúbico compacto. El resultado se considerará redondeado a la unidad.

El mezclado tendido y compactación de la capa subyacente y subrasante formada con material seleccionado, por unidad de obra terminada, en los casos que

se indican a continuación, cuando el proyecto y/o la Dependencia indiquen que el trabajo se lleve a cabo mediante un tratamiento similar al de construcción de sub-bases, se pagará a los precios fijados en el contrato para el metro cúbico compactado al grado indicado. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por:

- Desmonte y despalde de los bancos de préstamo del material pétreo.
- Pago de regalías y permisos de explotación de bancos de material y agua.
- Acamellonado.
- Extracción, carga, acarreo a cualquier distancia de los materiales pétreos y agua.
- Aplicación e incorporación del agua para la compactación.
- En su caso, operaciones para quitar la humedad excedente de la óptima para compactación.
- Mezclado, tendido y compactación al grado fijado.
- Afinamiento para dar el acabado superficial.
- Los tiempos de los vehículos empleados en el transporte de los materiales, durante las cargas y las descargas:

- a) De la elevación de subyacente y subrasante en cortes y/o terraplenes existentes.
- b) De la capa subyacente y subrasante sobre terraplenes construidos con material no compactable.
- c) De la capa subyacente y subrasante: en los cortes en que se haya ordenado excavación adicional.

- La conservación de la capa subyacente y/o subrasante hasta que sea recibida por La Dependencia.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

## **5.2. Pavimentos.**

### **5.2.1. Riegos de Impregnación.**

Los materiales que se utilicen en la aplicación de riegos de impregnación, serán del tipo y con las características establecidas en el proyecto.

No se aceptará el suministro y aplicación de materiales que no cumplan con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, ni aún en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de trabajo por el Contratista de Obra.

Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas en el proyecto o probadas por la misma, se suspenderá inmediatamente el trabajo hasta que el Contratista de Obra las corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

Además de lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*, para la aplicación de riegos de impregnación se tiene que considerar lo siguiente:

La dosificación de los materiales asfálticos que se empleen en la aplicación de riegos de impregnación, se realizará según lo establecido en el proyecto o lo indicado por la Secretaría.

Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, la dosificación del material asfáltico difiere de la establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, se suspenderá inmediatamente el trabajo hasta que el Contratista de Obra la corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se aplicarán riegos de impregnación en las siguientes condiciones:

- Sobre superficies con agua libre o encharcadas.
- Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.
- Cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del material asfáltico sea uniforme.
- Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán aplicados esté por debajo de los quince (15) grados Celsius.
- Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, pueden ser aplicados cuando la temperatura ambiente esté por arriba de los diez (10) grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.
- Cuando se utilicen asfaltos rebajados, éstos no podrán aplicarse cuando la capa por cubrir esté húmeda.

Inmediatamente antes de la aplicación del riego de impregnación, toda la superficie por cubrir deberá estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido. No se permitirá el riego sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Secretaría.

Previamente al riego de impregnación, las estructuras de la carretera o contiguas, que pudieran mancharse directa o indirectamente durante la aplicación del material asfáltico, tales como banquetas, guarniciones, camellones, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras, entre otras, se protegerán con papel u otro material similar, de manera que concluido el trabajo y una vez retirada la protección, se encuentren en las mismas condiciones de limpieza en que se hallaban.

Cuando se utilicen emulsiones asfálticas, para retrasar su rompimiento y mejorar la absorción de la superficie, ocasionalmente es necesario un riego de agua previo, sin embargo, el material asfáltico no se aplicará sino hasta que el agua superficial se haya evaporado lo suficiente para que no exista agua libre o encharcamientos.

El material asfáltico, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, debe ser aplicado uniformemente sobre la superficie por cubrir, tomando en cuenta lo siguiente:

En las juntas transversales, antes de iniciar un nuevo riego, se colocarán tiras de papel u otro material similar para proteger el riego existente, de tal manera que el nuevo riego se inicie desde dicha tira y al retirarse ésta, no quede un traslape de material asfáltico.

Se ajustará la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico uniformemente, con la dosificación establecida en el proyecto, de manera que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla, cubra hasta la mitad de la base del abanico de la boquilla contigua (*cubrimiento doble*), o que la base del abanico de una boquilla cubra las dos terceras ( $2/3$ ) partes de la base del abanico de la boquilla contigua (*cubrimiento triple*), como se muestra en la Figura 1 de esta Norma.

La aplicación del material asfáltico en una franja contigua a otra previamente regada, se hará de tal manera que el nuevo riego se traslape con el anterior en un medio ( $1/2$ ) o dos tercios ( $2/3$ ) del ancho de la base del abanico de la boquilla extrema de la petrolizadora, según se trate de cubrimiento doble o triple, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma, con el propósito de que la dosificación del producto asfáltico en la orilla de la franja precedente sea la indicada en el proyecto.

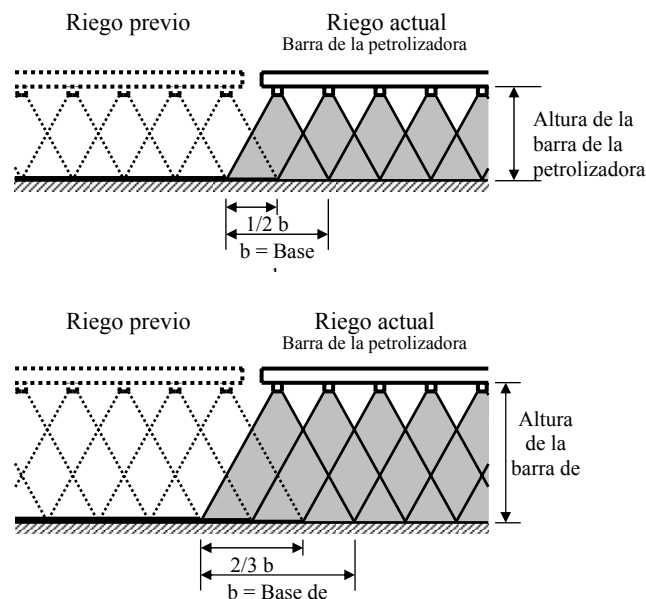


FIGURA 1.- Aplicación del material asfáltico

En su caso, el exceso del material asfáltico que se hubiera aplicado debe ser removido. Las deficiencias que por esta causa se presenten, deben ser corregidas por cuenta y costo del Contratista de Obra.

La cantidad, temperatura, ancho y longitud de aplicación del material asfáltico son responsabilidad del Contratista de Obra; sin embargo, la Secretaría se reserva el derecho de no recibir el trabajo si, a su juicio, el riego tiene alguna deficiencia.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo ordene la Secretaría, la penetración del riego de impregnación debe ser mayor o igual a cuatro (4) milímetros.

No se iniciará la construcción de la siguiente capa sino hasta que haya pasado el tiempo suficiente para que el material aplicado en el riego de impregnación penetre y el agua o solvente, según sea el caso, se haya eliminado.

La superficie impregnada permanecerá cerrada a cualquier tipo de tránsito hasta que la penetración establecida en el proyecto u ordenada por la Secretaría se haya producido. Cualquier deterioro que se origine en la capa impregnada por la apertura anticipada al tránsito u otras causas imputables al Contratista de Obra, tendrá que ser reparado por su cuenta y costo.

Cuando por causas de fuerza mayor y previa autorización de la Secretaría, sea necesario abrir al tránsito una superficie impregnada antes de que ocurra la penetración requerida o si a juicio de la Secretaría existe exceso de material asfáltico en la superficie y éste no amerita ser removido, el riego de impregnación se cubrirá con arena u otro material de esas características, en la cantidad y con el procedimiento que apruebe la Secretaría.



Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación del riego de impregnación hasta que haya sido recibido por la Secretaría.

Cuando la aplicación de los riegos de impregnación se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean ejecutados conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirán según lo señalado en la Cláusula E. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando en cuenta lo siguiente:

La medición del material asfáltico se hará tomando como unidad el metro cuadrado de riego de impregnación aplicado, según el tipo y dosificación del material asfáltico establecidos en el proyecto, con aproximación a la unidad.

A menos que la Secretaría indique otra cosa, la medición de la arena o cualquier otro material utilizado para cubrir el riego de impregnación, se hará tomando como unidad el metro cúbico colocado, determinando el volumen del material en los vehículos de transporte inmediatamente antes de su colocación, verificándolo a partir de la cantidad en litros por metro cuadrado, que sea tendido de acuerdo a lo establecido en el proyecto u ordenado por la Secretaría.

Cuando la aplicación de los riegos de impregnación se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean medidos de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagarán de la siguiente manera:

El material asfáltico se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cuadrado de riego de impregnación aplicado, según el tipo y dosificación del material asfáltico establecidos en el proyecto. Estos precios unitarios, conforme con lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*, incluyen lo que corresponda por: valor de adquisición o producción del material asfáltico, limpieza del

tanque en que se transporte, movimientos en la planta de producción y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, descarga en el depósito, cargo por almacenamiento y todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas; barrido y limpieza de la superficie sobre la que se aplicará el riego; protección de las estructuras o parte de ellas, precauciones para no mancharlas con el material asfáltico y para evitar traslapes excesivos; cargas en el depósito del material asfáltico al equipo de transporte y acarreo al lugar de utilización; aplicaciones del material asfáltico en la forma que fije el proyecto; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes y riego de los materiales durante las cargas y las descargas; y todo lo necesario para la correcta ejecución del concepto.

A menos que la Secretaría indique otra cosa, la arena o cualquier otro material que se haya utilizado para cubrir el riego de impregnación, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico. Los precios unitarios, conforme con lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*, incluyen lo que corresponda por: desmonte y despalde de los bancos, extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones, instalación y desmantelamiento de la planta, alimentación de la planta, cribados y desperdicios de los cribados, trituración total, lavado o eliminación del polvo superficial adherido a los materiales, cargas, descargas y todos los acarreos locales necesarios para los tratamientos así como de los desperdicios, y formación de los almacenamientos; cargas en los almacenamientos de los materiales al equipo de transporte y acarreo al lugar de utilización; tendido del material; recolección, remoción, depósito en la forma y en el sitio indicado en el proyecto, del material

excedente; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas; y todo lo necesario para la correcta ejecución del concepto.

### **5.2.2 Base Hidráulica.**

La construcción de la base hidráulica se compactará al 100% y se realizará conforme a lo señalado en la Norma N-CTR-CAR-1-04-002-03 De la Normativa para la Infraestructura del Transporte (NORMATIVA SCT) y demás normas que complementan a ésta.

La medición de la base hidráulica se efectuará de acuerdo con lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-04-002-03 De la Normativa para la Infraestructura del Transporte (NORMATIVA SCT) Se tomará como unidad de medida el metro cúbico compacto, redondeado a la unidad.

La base hidráulica por unidad de obra terminada, se pagará a los precios fijados en el contrato para el metro cúbico compacto. Este precio unitario incluye lo que corresponda por:

- Regalías de los bancos de material pétreo y agua.
- Desmonte y despalme de(los) banco(s) de material pétreo.
- Extracción del material aprovechable y del desperdicio, cualquiera que sea su clasificación.
- El acarreo a cualquier distancia, carga y descarga del material del banco de préstamo al sitio para su tendido y su compactación al 100%.

- Disgregado, separación, recolección, carga y descarga del desperdicio en el sitio señalado.
- Instalaciones y desmantelamientos de la planta.
- Alimentación de la planta.
- Cribados y desperdicios de los cribados.
- Trituración parcial o total.
- Cargas y descargas de los materiales.
- Todos los acarrees y desperdicios de los cribados locales necesarios para los tratamientos y los desperdicios de ellos.
- Formación de los almacenamientos.
- Extracción, carga, acarreo, aplicación e incorporación del agua.
- Operaciones de mezclado, tendido y compactación al grado fijado.
- Reducción de volumen por compactación y en su caso por mezcla de dos (2) o más materiales.
- Afinamiento para dar el acabado superficial.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.
- Suministro, carga, acarreo y aplicación de la emulsión catiónica de rompimiento medio para riego de impregnación.
- Adquisición y/o producción, aplicación y su posterior barrido de la arena para el poreo.
- La conservación de la capa de base hasta que sea recibida por La Dependencia.

- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

### **5.2.3 Carpetas por el sistema de riegos (riego de sello).**

Inmediatamente antes de la construcción de la carpeta por el sistema de riegos (Riego de Sello), la superficie sobre la que se colocará deberá estar debidamente preparado, exento de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido. No se permitirá su construcción sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Dependencia. Cuando se construya sobre una base, ésta debe estar impregnada de acuerdo con lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-04-004-00, Riegos de Impregnación. Es responsabilidad del Contratista de Obra la protección o reparación del riego de impregnación en el lapso entre su aplicación y el inicio de la construcción de la carpeta.

Adicionalmente se tomará en cuenta lo que corresponde de lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-04-008-00 de la Normativa para la infraestructura del Transporte (NORMATIVA SCT) y demás normas que complementan a ésta.

Inmediatamente después de la aplicación del material asfáltico y sólo sobre la superficie regada con la dosificación correcta, se tendrá mecánicamente el material pétreo, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto o aprobados por la Dependencia, formando una capa de espesor uniforme y adicionando material o retirando el excedente, según sea el caso, para lograr la uniformidad adecuada. En zonas no accesibles para los esparcidores mecánicos se hará el tendido manualmente. Enseguida se pasará una rastra ligera con cepillo, para tener una

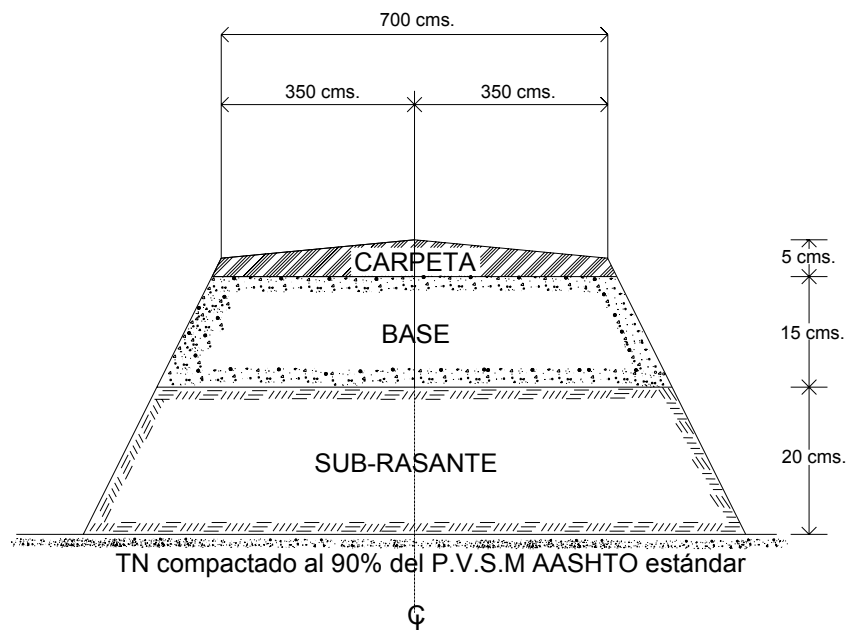
mejor distribución del material y dejar la superficie exenta de ondulaciones, bordos y depresiones, y se planchará como se indica en la Fracción G.6. de esta Norma.

Cuando la construcción de carpetas por el sistema de riego (riego de sello), se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sean ejecutadas conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Dependencia, se medirán según lo señalado en la Cláusula E. De la Norma N-LEG-3, Ejecución de obras, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el metro cuadrado de carpeta construida según su tipo, con aproximación a la unidad y para cada banco de material pétreo en particular.

El riego de sello por unidad de obra terminada se pagará a los precios fijados en el contrato para el metro cuadrado del material pétreo empleado. Este precio unitario incluye lo que corresponda por:

- Valor de adquisición y/o producción de los materiales asfálticos.
- Acarreo, almacenamiento y aplicación de los materiales asfálticos y demás operaciones que se deriven de estos trabajos.
- Desmonte y despalme del banco de préstamo de materiales pétreos.
- Instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas de cribado y trituración.
- Extracción y carga del material aprovechable y del desperdicio cualquiera que sea la clasificación.
- Cribado de los materiales aprovechables y de desperdicios.
- Trituración parcial o total de los materiales pétreos.
- Lavado o eliminación del polvo superficial adherido al material pétreo.

- Carga y descarga de los materiales pétreos y asfálticos.
- Los acarrees de materiales pétreos, asfálticos y aditivos necesarios para su aplicación.
- Almacenamientos de materiales pétreos, asfálticos y aditivos,
- Dosificación y mezclado de materiales pétreos, asfálticos y aditivos.
- Barrido de la superficie por tratar.
- Tendido, planchado, rastreo, recolección y remoción del material excedente durante la elaboración de los riegos de sello.
- La conservación de la carpeta por el sistema de riegos de sello hasta que sea recibida por La Dependencia.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.



**FIG. 2.- SECCION TRANSVERSAL EN TANGENTE DEL TRAMO**

### 5.3 Señalamiento.

#### 5.3.1 Señalamiento Vertical.

Las señales verticales se instalarán en los lugares señalados en el proyecto y/o ordenados por la Dependencia, debiendo apegarse en cuanto a su altura, distancia lateral, posición y ángulo de colocación a lo dispuesto en la Norma de Proyecto de Señalamiento y Dispositivos de Seguridad en Calles y Carreteras. Serán fabricadas en lámina negra calibre 16 con orejas de lámina calibre 12, desengrasada, lijada y tratada químicamente contra oxidación, con acabado en esmalte de horneado por ambos lados y diseñadas con los colores y características de cada señal estipulados en la Norma antes mencionada. En todos los casos el reverso de las señales y los postes quedarán pintados en color gris mate. El herraje para la fijación de las señales, tornillos, pernos, tuercas rondanas planas y de precisión, etc., deberán ser galvanizados.

Los colores a emplear serán de acuerdo con los patrones estipulados en el apéndice 4 del “Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras” para la terminación de la señales.

1. **Señales preventivas:** Suministro e instalación de señales preventivas (SP) con tablero de lámina galvanizada calibre 16 con ceja, de 71 x 71 cm., incluye postes y elementos de fijación de acuerdo a la norma N-CMT-5-02-002-05, fondo en acabado con papel reflejante grado alta intensidad color amarillo, según lo especifique la Dependencia y de acuerdo a la norma N-CMT-5-03-001-05, símbolo, caracteres, y filetes en tinta serigráfica color negro mate. Para su instalación o reposición deberá cumplir con lo estipulado en la norma N-PRY-



CAR-10-01-008-99 y N-CTR-CAR-1-07-005-00, cepa y concreto hidráulico simple de  $F'c=100 \text{ Kg/cm}^2$  para hincado y no menos de 70 cm. de profundidad, PUOT.

2. **Señales restrictivas:** Suministro e instalación de señales restrictivas (SR) con tablero de lámina galvanizada calibre 16 con ceja, de 71 x 71 cm., (incluye tablero adicional de 30 x 71 cm.) incluye postes y elementos de fijación de acuerdo a la norma N-CMT-5-02-002-05, fondo en acabado con papel reflejante grado alta intensidad color blanco, según lo especifique la Dependencia y de acuerdo a la norma N-CMT-5-03-001-05, símbolo, caracteres, y filetes en tinta serigráfica color negro y rojo mate. Para su instalación o reposición deberá cumplir con lo estipulado en la norma N-PRY-CAR-10-01-008/99 y N-CTR-CAR-1-07-005-00, cepa y concreto hidráulico simple de  $F'c=100 \text{ Kg/cm}^2$  para hincado y no menos de 70 cm. de profundidad, PUOT.

3. **Señales informativas de destino, de recomendación e información general:** Suministro e instalación de señales informativas de destino (SID), de recomendación (SIR) y de información general (SIG) con tablero de lámina galvanizada calibre 16 con ceja, de dimensiones según proyecto, incluye postes y elementos de fijación de acuerdo a la norma N-CMT-5-02-02-05, fondo en acabado con papel reflejante grado alta intensidad color blanco, según lo especifique la Dependencia y de acuerdo a la norma N-CMT-5-03-001-05, símbolo, caracteres, y filetes en tinta serigrafía color negro y rojo mate. Para su instalación o reposición deberá cumplir con lo estipulado en la norma N-PRY-

CAR-10-01-008/99 y N-CTR-CAR-1-07-005-00, cepa y concreto hidráulico simple de  $F'c=100 \text{ Kg/cm}^2$  para hincado y no menos de 70 cm. de profundidad, PUOT.

4. **Indicador de curva peligrosa:** Suministro e instalación de señales indicadoras de curva peligrosa (OD-12) con tablero de lámina galvanizada Cal. 16 con ceja, de 60 x 76 cm., incluye postes y elementos de fijación de acuerdo a la norma N-CMT.5.02.002/05, fondo en acabado con papel reflejante grado alta intensidad color blanco, según lo especifique la Dependencia y de acuerdo a la norma N-CMT.5.03.001/05, símbolo, caracteres, y filetes en tinta serigráfica color negro y rojo mate. Para su instalación o reposición deberá cumplir con lo estipulado en la norma N-PRY-CAR-10-01-008/99 y N-CTR-CAR-1-07-005-00, cepa y concreto hidráulico simple de  $F'c=100 \text{ Kg/cm}^2$  para hincado y no menos de 70 cm. de profundidad, PUOT.
  
5. **Señales informativas de identificación:** Suministro e instalación de señales informativas de identificación (SII-14 y SII-15) con tablero de lámina galvanizada calibre 16 con ceja, de 30 x 122 y 30 x 76 cm., incluye postes y elementos de fijación de acuerdo a la norma N-CMT-5-02-002-05, fondo en acabado con papel reflejante grado alta intensidad color blanco, según lo especifique la Dependencia y de acuerdo a la norma N-CMT-5-03-001-05, símbolo, caracteres, y filetes en tinta serigráfica color negro y rojo mate. Para su instalación o reposición deberá cumplir con lo estipulado en la norma N-PRY-CAR-10-01-008-99 y N-CTR-CAR-01-07-05-00, cepa y concreto hidráulico simple  $F'c=100 \text{ Kg/cm}^2$  para hincado y no menos de 70 cm. de profundidad PUOT.

Para la colocación de señales bajas preventivas (SP), restrictivas (SR), informativas de identificación (SII) e Indicadores de Curva Peligrosa (OD-12), se utilizará un poste de acero estructural de sección "L" de 6.35 x 6.35 x 0.63 cm. (2 ½ x 2 ½ x ¼ de pulgada), reservándose el empleo de poste PTR cuadrado de 5.08 x 5.08 x 0.63 cm. (2 x 2 x ¼ pulgadas) cuando se coloquen en zonas urbanas.

Para la colocación de señales bajas de destino (SID), informativas de recomendación (SIR) y de información general (SIG), se utilizarán dos postes de acero estructural de sección "L" de 8.89 x 8.89 x 0.63 cm. (3 ½ x 3 ½ x ¼ pulgadas), empleando postes PTR cuadrados 7.62 x 7.62 x 0.63 cm. (3 x 3 x ¼ pulgadas), cuando se coloquen en zonas urbanas.

En las longitudes de los postes deberá considerarse que estos se anclarán en muertos de concreto simple de  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  de 25 cm. de diámetro y 70 cm. de profundidad. Los postes deberán llevar un ancla en la parte inferior que les dará mayor rigidez y una adecuada fijación al relleno de concreto hidráulico.

Adicionalmente se tomará en cuenta lo que corresponde de lo indicado en las Normas N-CTR-CAR-1-07-005-00 y N-CTR-CAR-1-07-006-00 de la Normativa para la infraestructura del Transporte (NORMATIVA SCT) y demás normas que complementan a éstas.

La medición se hará tomando como unidad la señal del tipo, dimensiones y características ordenadas, debidamente colocadas en su lugar definitivo. No se medirán las señales que no cumplan con lo estipulado o no se apeguen a lo dispuesto en la Norma de Proyecto de Señalamiento y Dispositivos de Seguridad en Calles y Carreteras. La unidad será la pieza.

El pago por unidad de obra terminada se hará a los precios fijados en el contrato para cada señal del tipo y dimensiones ordenados por la Dependencia, ya colocada. Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por:

- Valor de adquisición o fabricación de las placas, postes, herrajes y demás materiales necesarios.
- Ancla en la parte inferior del poste, para proporcionar rigidez y adecuada fijación.
- Carga, transporte y descarga de las señales y de todos los materiales hasta el sitio de su instalación, y cargo por almacenamiento.
- El retiro de las señales que se vayan a reponer y su depósito donde indique la Dependencia.
- Protección contra oxidación y acabados estipulados.
- Aplicación de los colores para fondo, filete, letreros, signos o cifras correspondientes conforme al tipo de señal y a lo ordenado por la Dependencia.
- Aplicación del material reflejante estipulado.
- Fijación de las placas a las estructuras de soporte.
- Cargas, transportes, descargas y almacenamientos.
- Excavaciones y rellenos.
- Elaboración del concreto para el cimiento de la resistencia específica, incluyendo el acero de refuerzo, en su caso.
- Mermas y desperdicios.
- Colocación de las señales en sus lugares definitivos.

- Maniobras, andamios, obra falsa y limpieza en general.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y las descargas.
- La conservación de las señales hasta que sean recibidas por La Dependencia.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

### **5.3.2 Recubrimiento de superficie del pavimento con pintura.**

El pintado de las rayas laterales, centrales y logarítmicas, así como de los símbolos y letras, deberá efectuarse de acuerdo con lo señalado en el proyecto y/o lo ordenado por la Dependencia. Previamente a la aplicación de la pintura y el material reflejante, las superficies correspondientes deberán barrerse en una faja con ancho mínimo igual al de la señal más 25 cm. por cada lado, a fin de eliminar el polvo y materias extrañas que puedan afectar la adherencia de la pintura. A continuación se trazarán sobre el pavimento las marcas del señalamiento, con la calidad y frecuencia necesaria para guiar el equipo utilizado en la aplicación del recubrimiento, procediendo de inmediato a la aplicación de la pintura, la cual deberá ser previamente aprobada por la Dependencia, utilizándola tal como la entrega el fabricante y por ningún motivo se le adicionará adelgazador, debiendo tener una viscosidad de 67 a 75 unidades krebs a 25 grados centígrados, secado al tacto en unos 5 minutos, secado duro de 20 a 30 minutos y cumplir con los requisitos señalados en la Norma N-CMT-5-01-001-05 De la Normativa para la Infraestructura del Transporte (NORMATIVA SCT)

La cantidad de pintura que se aplique en el ancho estipulado, deberá ser de treinta y ocho (38) micrones (1.5 milésima de pulgada) de pintura húmeda, siendo en este caso cuando se aplique el material reflejante (esferas de vidrio) en una proporción de setecientos (700) gramos por litro de pintura; las esferas de vidrio deberán cumplir con los requisitos señalados en la cláusula 012-D del libro 4, parte 01, Título 04 de las Normas de Calidad de los Materiales

Cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene la Dependencia, los materiales que se utilicen en las rayas del pavimento, deberán ser previamente muestreados y sujetos a las pruebas de laboratorio que se requieran.

Adicionalmente se tomará en cuenta lo que corresponde de lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-07-001-00 de la Normativa para la infraestructura del Transporte (NORMATIVA SCT) y demás normas que complementan a ésta.

La medición se hará tomando como unidad el metro efectivo de raya pintada en el pavimento, para cada ancho ordenado por la Dependencia. No se medirán las rayas desalineadas que no cumplan con lo ordenado por la Dependencia. Para el caso de símbolos y letras se medirá tomando como unidad de medida el símbolo, letra o leyenda según su tipo.

El pago por unidad de obra terminada se hará a los precios fijados en el contrato para el metro efectivo de raya pintada con el ancho señalado por la Dependencia y para los símbolos y letras, de acuerdo con lo que fije el Proyecto y/o lo ordene la Dependencia.

Estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por:

- Valor de adquisición de la pintura y microesfera o de las marcas preformadas y sus adhesivos.

- Carga, transporte y descarga de los materiales hasta el sitio para su colocación y/o aplicación.
- Limpieza de la superficie donde se aplicarán o colocarán las marcas.
- Ubicación y premarcado de las marcas.
- Aplicación o colocación de las marcas.
- Incorporación de la microesfera.
- Los tiempos de los transportes de los materiales durante las cargas y descargas.
- La conservación de las marcas hasta que sean recibidas por La Dependencia.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

#### **5.4 Cálculo de presupuesto.**

A continuación se presenta el cálculo de presupuesto de la construcción del tramo carretero 0+100 al 2+000 de la carretera Ziracuaretiro-La Ciénega, así como las tarjetas de precios unitarios.

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+100 AL 2+500 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRÓ-LA  
CENEGUA**

<b>PRESUPUESTO</b>					
<b>CL</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANT.</b>	<b>UNIDAJ</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>TERRACERIAS</b>					
<b>CORTES</b>					
TERR-01	DESARTE, MANOJAR P.U.O.T	0.94	M3	3,883.90	3,650.12
TERR-01	EXCAVACIONES, EN CORTES Y ADICIONALES DE ABAJO DE LA SUBRASANTE, CUANDO EL MATERIAL SE DESPERDICE	3,280.90	M <sup>3</sup>	37.69	124,588.91
TERR-02	DESARTE EN CORTE Y TERRAJEN, DESPERDICIANDO EL MATERIAL, P.U.O.T.	1,807.90	M <sup>3</sup>	18.48	26,997.36
<b>Total de CORTES</b>					<b>183,282.49</b>
<b>TERRAJENES</b>					
TERR-04	COMPACTACION, DE LA CARA DE LOS CORTES ABAJO DE LA SUBRASANTE, PARA NOVENTA Y CINCO PORCIENTO (95%), ( INCISO 3.01 (I) 2004-08), P.U.O.T.	1,406.28	M <sup>2</sup>	19.55	27,345.91
TERR-05	FORMACION Y COMPACTACION, DE TERRAJENES ADICIONALES CON SUS CURVAS DE SOBRE ANCHO, PARA NOVENTA PORCIENTO (90%), P.U.O.T.	2,780.90	M <sup>2</sup>	107.84	408,263.42
TERR-06	FORMACION Y COMPACTACION, DE LA CARA SUBRASANTE PARA NOVENTA Y CINCO PORCIENTO (95%), P.U.O.T.	3,340.90	M <sup>2</sup>	148.35	495,804.85
TERR-08	ACARREO PARA TERRACERIAS, A CUALQUIER DISTANCIA DE MATERIALES PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES DE CORTES, ADICIONALES ABAJO DE LA SUBRASANTE, REPLUCION DE CORTES, ESCALONES DE LIGA, DESARTE Y PRESTAROS DE BANCO, PARA EL 1er KILOMETRO, P.U.O.T.	6,088.81	M <sup>3</sup>	10.78	65,515.89
TERR-09	ACARREO PARA TERRACERIAS, A CUALQUIER DISTANCIA DE MATERIALES PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES DE CORTES, ADICIONALES ABAJO DE LA SUBRASANTE, REPLUCION DE CORTES, ESCALONES DE LIGA, DESARTE Y PRESTAROS DE BANCO, PARA LOS KILOMETROS SUBSIGUIENTES, P.U.O.T.	12,187.82	M <sup>3</sup> -Km	3.58	43,780.89
<b>Total de TERRAJENES</b>					<b>737,126.83</b>
<b>Total de TERRACERIAS</b>					<b>739,788.82</b>
<b>OBRAS DE DRENAJE</b>					
OBRA-01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS, CUALQUERA QUE SEA SU CLASIFICACION Y PROFUNDIDAD, P.U.O.T.	282.80	M <sup>3</sup>	49.54	17,487.80
OBRA-02	RELLENOS, PARA LA PROTECCION DE LAS OBRAS DE DRENAJE, P.U.O.T.	82.90	M <sup>3</sup>	190.94	15,828.63
OBRA-03	EMPESADERA DE TERCERA CLASE, A CUALQUIER ALTURA, ( INCISO 3.01 2004-08-13), CON MORTERO DE CEMENTO, P.U.O.T.	191.80	M <sup>2</sup>	1,388.37	266,882.56
OBRA-04	DAMPADOS A CUALQUIER ALTURA DE CONCRETO HIDRAULICO SIMPLE, DE Fc= 28 Kg./cm <sup>2</sup> , P.U.O.T.	25.18	M <sup>2</sup>	1,360.11	34,258.68
OBRA-05	CONCRETO HIDRAULICO SIMPLE COLADO EN SECO DE Fc= 28 Kg./cm <sup>2</sup> , P.U.O.T.	7.98	M <sup>3</sup>	1,181.24	9,428.30
OBRA-07	CONCRETO HIDRAULICO ARMADO COLADO EN SECO DE Fc= 28 Kg./cm <sup>2</sup> , Y ACERO L.E. 42000CM <sup>2</sup> , P.U.O.T.	26.98	M <sup>3</sup>	3,802.75	102,700.44
OBRA-04	ALCANTARILLA TUBULAR, TUBO DE CONCRETO DE 91	88.88	M6.	1,625.75	144,750.85
OBRA-06	REVESTIMIENTO DE CUNETAS, P.U.O.T.	31.88	M <sup>2</sup>	2,073.88	66,218.31
<b>Total de OBRAS DE DRENAJE</b>					<b>548,855.62</b>

Estatus

Liliana Campos Montañez



**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
9+100 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRO-LA  
CIENEGA**

<b>PRESUPUESTO</b>					
<b>CL</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANT.</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>PAVIMENTOS</b>				
	<b>SUBASES Y BASES</b>				
PAVA-01	FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE BASE HERRALLADA, AL 100% PORCENTO (100%), P.U.O.T.	2,032.00	M <sup>2</sup>	181.32	371,889.44
	<b>Total de SUBASES Y BASES</b>				<b>371,889.44</b>
	<b>MATERIALES ASPÁLTICOS</b>				
PAVA-02	EMULSIONES ASPÁLTICAS, EMPLEADAS EN RIEGO DE IMPREGNACIÓN, TIPO CATIONICA (C1+H)	17,764.00	Ln	8.09	143,872.36
PAVA-03	CARPETA ASFÁLTICA CON MEZCLA EN CALIENTE P.U.O.T. INCLUYE EL MATERIAL DE PRESTAMO DE BANCO, ACARRIO AL SITIO DE OBRA, TRAZADO Y COMPACTACION AL 90% ACQUISICIÓN Y SUMINISTRO DE CEMENTO ASF.	884.00	M <sup>2</sup>	1,908.79	1,705,591.60
PAVA-04	BARRIDO DE LA SUPERFICIE POR TRATAR (INCLUI 3.01.60.060-R02)	1.57	Hr	618.42	971.31
PAVA-05	ARENA PARA CUBRIR LA BASE IMPREGNADA (PORO DE LA SUPERFICIE A TRATAR)	610.40	M <sup>3</sup>	240.19	148,670.96
PAVA-06	EMULSIÓN ASPÁLTICA CATIONICA EN RIEGO DE LIGA PARA SELLO-PREMEZCLADO TIPO S.A.	26,526.00	Ln	8.09	214,815.54
	<b>Total de MATERIALES ASPÁLTICOS</b>				<b>1,705,591.36</b>
	<b>Total de PAVIMENTOS</b>				<b>2,718,789.62</b>
	<b>SEÑALAMIENTO</b>				
	<b>RECUBRIMIENTO DE SUPERFICIE DEL PAVIMENTO CON PINTURA</b>				
SEÑA-01	M.S.L. BARRA LATERAL DE CIRCULACION COLOR BLANCO REFLEJANTE, DE 15 cm DE ANCHO, P.U.O.T.	3,800.00	M <sup>2</sup>	5.79	21,992.00
SEÑA-02	M.S.L. BARRA SEPARADORA DEL SENTIDO DE CIRCULACION DISCONTINUA COLOR AMARILLO REFLEJANTE, DE 15 cm DE ANCHO, P.U.O.T.	1,900.00	M <sup>2</sup>	5.79	10,998.00
	<b>Total de RECUBRIMIENTO DE SUPERFICIE DEL PAVIMENTO CON PINTURA</b>				<b>32,990.00</b>
	<b>SEÑALAMIENTO VERTICAL EN CARRETERAS, P.U.O.T</b>				
SEÑA-03	SEÑAL METALICA REFLEJANTES, SEÑALES PREVENTIVAS (SP), SP-8, SP 9, SP-10, SP-12, SP-36 DE 71 X 71 cm CON CELA, P.U.O.T.	13.00	PCD	1,244.08	16,173.17
SEÑA-04	SEÑAL CD-8, 30 X 1.22 EN OBSTACULOS, P.U.O.T.	6.00	PCD	2,018.42	12,110.52
SEÑA-05	SEÑAL INFORMATIVA (SI), SI-1 40 X 126 cm RECTANGULAR, P.U.O.T.	3.00	PCD	2,018.42	6,055.26
	<b>Total de SEÑALAMIENTO VERTICAL EN CARRETERAS, P.U.O.T</b>				<b>34,338.95</b>
	<b>Total de SEÑALAMIENTO</b>				<b>67,328.95</b>
	<b>Subtotal de Presupuesto</b>				<b>2,786,118.57</b>
				<b>IVA</b>	<b>389,341.99</b>
				<b>Total</b>	<b>3,175,460.56</b>

Estatus:

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+100 AL 3+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRO-LA  
CIENEGA**

<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>					
CL. TERR-02					
DESMONTE, MANGLAR P.U.O.T					
				UNIDAD :	M <sup>2</sup>
				CANT :	0.50
				P.U. :	3,883.55
				TOTAL :	2,091.78
C. CL.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>Equipos</b>					
1	EQ-04-TR	TRACTOR KOMATSU D6E	HORA	5.0000	504.57
<b>Total de Equipos</b>					<b>504.57</b>
					<b>Costo Directo</b>
					<b>3,291.58</b>
					Indirectos ( 2.00%)
					65.83
					Indirectos de Campo ( 10.00%)
					329.16
					<b>Subtotal</b>
					<b>3,686.57</b>
					Financiamiento ( 4.00%)
					147.46
					<b>Subtotal</b>
					<b>3,834.03</b>
					Utilidad ( 5.00%)
					191.70
					<b>Precio Unitario</b>
					<b>3,883.55</b>

\*\*\* TRES MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y TRES PESOS 88/100 M.U. \*\*\*

Elaboro

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
8+500 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETRO-LA  
CIENEGA**

<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>					
CL: 7BRL-01					
EXCAVACIONES, EN CORTES Y ADICIONALES DE ABAJO DE LA SUPERFICIE, CUANDO EL MATERIAL SE DESPERDICE					
				UNIDAD :	MP
				CANT :	3,283.50
				P.U :	37.00
				TOTAL :	121,689.01
C. CL.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
<b>Equipo</b>					
01	EQ-05-01	CARGADOR FRONTAL CAT 990 G	HORA	0.00350	488.70
<b>Total de Equipo</b>					18.28
<b>Auxiliares</b>					
+	EXCAV TIPO A	EXCAVACION EN MATERIAL TIPO "A"	M3	0.50000	9.94
+	EXCAV TIPO B	EXCAVACION EN MATERIAL TIPO "B"	M3	0.48500	20.19
+	EXCAV TIPO C	EXCAVACION EN MATERIAL TIPO "C"	M3	0.00500	37.86
<b>Total de Auxiliares</b>					18.00
				<b>Costo Directo</b>	37.28
				Indirectos ( 2.00%)	0.83
				Indirectos de Gancho ( 10.00%)	3.73
				<b>Subtotal</b>	41.84
				Financiamiento ( 0.00%)	0.00
				<b>Subtotal</b>	41.84
				Utilidad ( 3.00%)	1.26
				<b>Precio Unitario</b>	37.00

\*\* TREINTA Y SIETE PESOS 00/100 M.N. \*\*

Elaboro

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+100 AL 3+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRO-LA  
CENEGA**

<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>					
CL TERR 02					
DESPLAZE EN CORTE Y TERRAPLEN, DESPERDIJANDO EL MATERIAL, PLOT					
				PRECIO :	MP
				CANT :	1,607.00
				P. U. :	19.48
				TOTAL :	25,897.24
C. CL	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
<b>Equipos</b>					
P- 80-04-TR	TRACTOR ROBERTZU (600)	HORA	0.01196	504.87	6.02
P- 80-04-CP	CARGADOR FRONTAL CAT 950-G	HORA	0.01351	488.75	6.60
<b>Total de Equipos</b>					<b>12.62</b>
				<b>Costo Directo</b>	<b>12.62</b>
				Indirectos ( 3.00%)	0.37
				Indirectos de Campo ( 10.00%)	1.58
				Subtotal	14.58
				Financiamiento ( 5.50%)	0.81
				Subtotal	15.39
				Utilidad ( 5.00%)	0.77
				<b>Precio Unitario</b>	<b>19.48</b>

\* DECIMOS PESOS 48750 M.S. \*

Elaboro

Liliana Campos Morales

REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
 0+500 AL 2+000 DE LA CARRITERA ZIRACUARETIRÓ-LA  
 CENEGA.

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
DESCRIPCIÓN					
C. TERREO					
CÓMPACTACIÓN DE LA CAMA DE LOS CORTES ABajo DE LA SUBGRANTE, PARA NOVENTA Y CINCO PORCIENTO (95%), GRUESO 3.01.01.000-R.00, P.U.O.T.					
				UNIDAD:	M <sup>2</sup>
				CANT:	1.400.00
				P.U.:	10.50
				TOTAL:	14.700.00
C. EL	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>Materiales</b>					
	AQUA	AQUA (REGALIAS, EXTRACCIÓN Y CARGA)	M3	0.07500	30.00
Total de Materiales					
<b>Mano de Oera</b>					
	Pe-A	PEÓN GENERAL	JOR	0.00000	207.07
	CB	CABO GENERAL	JOR	0.00001	0.00
Total de Mano de Oera					
<b>Herramienta</b>					
	HERR	HERRAMIENTA MENOR	%/ma	0.00000	1.00
Total de Herramienta					
<b>Equipo</b>					
	EQ-01-MT	MOTOCOMPACTADORA CAT 120 G	HORA	0.00700	442.70
	EQ-07-PP	PIPA CAMION FORD, CAP DE 8 M <sup>3</sup>	HORA	0.00000	204.07
	EQ-00-V0	VIBROCOMPACTADOR CAT CP 560, RODILLO DE 8"	HORA	0.00700	450.00
Total de Equipo					
				Costo Directo	10.50
				Indirectos ( 3.00%)	0.30
				Indirectos de Campo ( 10.00%)	1.00
				Subtotal	11.80
				Financiamiento ( 0.00%)	0.10
				Subtotal	11.90
				Utilidad ( 0.00%)	0.00
				Subtotal	11.90
				Precio Unitario	10.50

\*\*\* DECORQUE PRECIO ESTIM M.M. \*\*\*

Elaboro

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+000 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRO-LA  
CIÉNAGA**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
DESCRIPCIÓN						
CL. TERREJO						
FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRAPLENES ADICIONADOS CON SUS CUÑAS DE SOBRES						
ANCHO, PARA NOVENTA PORCIENTO (90%), P.U.O.T.						
			UNIDAD		MP	
			CANT.		2,182.80	
			P.U.		157.84	
			TOTAL		409,260.42	
C	CL	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>Materiales</b>						
		AGUA (REGALIA) EXTRACCIÓN Y CARGA	M3	0.20000	30.00	6.00
		MAT PARA T.E)	M3	1.30000	17.14	22.28
Total de Materiales						28.28
<b>Mano de Obra</b>						
		PLÓN GENERAL	JORN	0.00405	287.07	1.18
		CAPO GENERAL	JORN	0.00025	539.58	0.13
Total de Mano de Obra						1.31
<b>Herramienta</b>						
		HERRAMIENTA MENOR	(%)M	0.00000	1.29	0.04
Total de Herramienta						0.04
<b>Equipo</b>						
		PIVA CAMIÓN FORD, CAP DE 8 M3	HORA	0.12500	254.67	31.83
		MOTOCOMPACTADORA CAT 130-G	HORA	0.01887	442.72	7.08
		VIROCOMPACTADOR CAT CP 98L, RODILLO DE 8M	HORA	0.01887	408.28	7.68
		CARGADOR FRONTAL CAT 950-G	HORA	0.01042	488.79	5.09
		TRACTOR KOMATSU 950E	HORA	0.01200	504.87	6.01
Total de Equipo						58.29
<b>Auxiliares</b>						
		ACARRIOS PÉTREOS, 1m KM (SUELTO)	m3	1.30000	7.00	9.10
		ACARRIOS PÉTREOS, KM SUB, DEL 1 AL 20 (SUELTO)	M3	10.40000	3.50	36.40
Total de Auxiliares						45.50
					Costo Directo	103.31
					Industria ( 0.00%)	0.87
					Industria de Campo ( 10.00%)	13.34
					Subtotal	149.28
					Financiamiento ( 0.43%)	0.64
					Subtotal	159.32
					Utilidad ( 0.60%)	7.82
					Precio Unitario	157.84

\*\* CIENTO CINCUENTA Y SIETE PESOS 84/100 M.S. \*\*

Elaboró

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
2+100 AL 2+000 DE LA CARRETERA DIRACUARETRO-LA  
CIENEGA**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
DESCRIPCIÓN					
CL. TIERRA FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA CAPA SUBSISTANTE PARA NOVENTA Y CINCO PORCIENTO (95%), P.U.O.T.					
				UNIDAD :	m <sup>3</sup>
				CANT. :	1,340.00
				P.U. :	148.35
				TOTAL :	198,804.00
C. CL.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>Materiales</b>					
	AGUA	AGUA REGALIA, EXTRACCIÓN Y CARGA	NO	0.0000	0.00
	MAT PARA T2	REGALIA DE MATERIALES PÉTRICOS	NO	1.3000	17.14
	<b>Total de Materiales</b>				<b>17.14</b>
<b>Mano de Obra</b>					
	PLA	PEÓN GENERAL	JOR	0.2000	297.87
	CE	CARO GENERAL	JOR	0.2000	158.96
	<b>Total de Mano de Obra</b>				<b>456.83</b>
<b>Herramienta</b>					
	HERR	HERRAMIENTA MENOR	(Núm)	0.0000	1.87
	<b>Total de Herramienta</b>				<b>1.87</b>
<b>Equipo</b>					
	E-02-01-PP	PERFORACIÓN FORO, CAP DE 8"Ø	HORA	0.1000	264.57
	E-02-01-MT	MOTOCOMPACTADORA CAT 120 G	HORA	0.0000	442.72
	E-02-01-PC	VIBROCOMPACTADOR CAT CP 800, ROLLER DE 8"	HORA	0.0000	458.28
	<b>Total de Equipo</b>				<b>765.57</b>
<b>Asistencia</b>					
	A-03-A-01	ACARRÍOS PÉTRICOS, 1er KM (SUELTO)	m <sup>3</sup>	1.3000	7.00
	A-03-A-01-20	ACARRÍOS PÉTRICOS, KM SUB, DEL 2 AL 20 (SUELTO)	m <sup>3</sup>	10.4000	5.50
	<b>Total de Asistencia</b>				<b>12.50</b>
				<b>Costo Directo</b>	<b>129.26</b>
				Indirectos ( 5.00%)	2.91
				Indirectos de Compra ( 10.00%)	12.64
				Subtotal	144.81
				Financiamiento ( 5.00%)	7.24
				Subtotal	152.05
				Utilidad ( 5.00%)	7.60
				<b>Precio Unitario</b>	<b>148.35</b>

\*\* CIENTO CUARENTA Y OCHO PESOS 10/100 M.S. \*\*

Elaboro

Liliana Campos Montaña





**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+100 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRÓ-LA  
CIENEGA**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
DESCRIPCIÓN						
CL. TIERRAS						
ACARREO PARA TERRACERAS, A CUALQUIER DISTANCIA DE MATERIALES PRODUCTO DE LAS						
EXCAVACIONES DE CORTES, ADICIONALES ABAJO DE LA SUBRASANTE, AMPLIACION DE						
CORTES, ESCALONES DE LISA, DESPLUMES Y PRESTAMOS DE BANCO, PARA LOS KILOMETROS						
SUBSECUENTES, P.U.O.T.						
			UNIDAD :		MP - Km	
			CANT. :		12,167.00	
			P.U. :		1.00	
			TOTAL :		40,199.00	
C	CL	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>Equipos</b>						
1	EQ-05-0Y	CAMIÓN VOLTEO INTERNACIONAL, CAP DE 7 M <sup>3</sup>	HORA	0.01081	281.05	3.00
<b>Total de Equipos</b>						<b>3.00</b>
Costo Directo						3.00
Indirectos ( 1.00%)						0.03
Indicador de Campo ( 90.00%)						0.30
Subtotal						3.33
Financiamiento ( 0.00%)						0.00
Subtotal						3.33
Utilidad ( 0.00%)						0.17
Precio Unitario						<b>3.50</b>
** TRES PESOS 50/100 M.L. **						

Elaboro

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
9+100 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRÓ-LA  
CIÉNEGA**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
DESCRIPCIÓN						
C1. OBRAS DE EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS, CUALQUIERA QUE SEA SU CLASIFICACIÓN Y PROFUNDIDAD, P.U.O.T.						
					UNIDAD:	MP
					CANT.:	362.80
					P.U.:	49.24
					TOTAL:	17.867.80
C. CL.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL	
<b>Mano de Obrero</b>						
MOA	PEÓN GENERAL	JOR	0-01018	387.87	4.26	
MOB	CABO GENERAL	JOR	0-00095	036.58	0.31	
Total de Mano de Obrero					<b>4.57</b>	
<b>Material</b>						
MER	HERRAMIENTA MENOR	(Noro)	0-02000	4.87	0.19	
Total de Material					<b>0.19</b>	
<b>Equipo</b>						
E-01-03-07	RETROEXCAVADORA JCB 214LS, 4x4x4	HORA	0-08033	232.77	27.73	
Total de Equipo					<b>27.73</b>	
<b>Auxiliares</b>						
A-ALX-ACAD1	ACARRIADOS PÉTREOS, 1m KM (SUELO)	m3	1.30000	7.09	9.22	
Total de Auxiliares					<b>9.22</b>	
					<b>Costo Directo</b>	<b>41.89</b>
					Instrucciones ( 1.00%)	0.84
					Instrucciones de Campo ( 10.00%)	4.19
					<b>Subtotal</b>	<b>46.92</b>
					Financiamiento ( 0.50%)	0.23
					<b>Subtotal</b>	<b>47.15</b>
					Utilidad ( 0.50%)	2.36
					<b>Precio Unitario</b>	<b>49.51</b>
** CORRIENTA Y NUEVE PESOS 547100 M.N. **						

Elaboró:

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+100 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETINO-LA  
CENEGA**

<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>							
<b>DESCRIPCIÓN</b>							
<b>CL: OBRAS DE RELLENOS, PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBRAS DE DRENJE, F.U.D.T.</b>							
					<b>UNIDAD:</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	
					<b>CANT:</b>	<b>52.00</b>	
					<b>P.U.:</b>	<b>195.94</b>	
					<b>TOTAL:</b>	<b>10.208.80</b>	
<b>C. CL.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>		
<b>Materiales</b>							
	AQUA	AQUA (REGALIAS, EXTRACCIÓN Y CARGA)	M3	0.20000	30.00	6.00	
	SENT PARA T3	REGALIA DE MATERIALES PÉTREOS	M3	1.20000	17.14	20.56	
<b>Total de Materiales</b>							<b>26.56</b>
<b>Mano de Obrero</b>							
	OB	CASO GENERAL	JOR	0.00000	528.00	1.00	
	PEOA	PEOON GENERAL	JOR	0.12000	287.07	34.45	
<b>Total de Mano de Obrero</b>							<b>35.45</b>
<b>Instrumentos</b>							
	HERR	HERRAMIENTA MENOR	Unidad	0.00000	57.48	1.13	
<b>Total de Instrumentos</b>							<b>1.13</b>
<b>Equipo</b>							
	EQ-07-PP	PAPA CAMIÓN FORD, CAP DE 8 M <sup>3</sup>	HORA	0.12000	254.57	30.55	
	EQ-15-RL	COMPACTADOR MANUAL, (BALANINA, BOSCH), 12 HP	HORA	0.14286	148.10	21.16	
<b>Total de Equipo</b>							<b>51.71</b>
<b>Auxiliares</b>							
	AUX-ACA1	ACARRIOS PÉTREOS, 1m KM (SUELTO)	M3	1.20000	7.50	9.00	
	AUX-ACA-1-20	ACARRIOS PÉTREOS, KM SUB, DEL 2 AL 20 (SUELTO)	M3	10.40000	3.00	30.40	
<b>Total de Auxiliares</b>							<b>39.40</b>
					<b>Costo Directo</b>	<b>185.67</b>	
					<b>Intereses ( 3.00%)</b>	<b>5.51</b>	
					<b>Instrucciones de Campo ( 10.00%)</b>	<b>19.07</b>	
					<b>Subtotal</b>	<b>210.25</b>	
					<b>Financiamiento ( 0.50%)</b>	<b>1.05</b>	
					<b>Subtotal</b>	<b>211.30</b>	
					<b>Utilidad ( 0.50%)</b>	<b>1.05</b>	
					<b>Subtotal</b>	<b>212.35</b>	
					<b>Precio Unitario</b>	<b>195.94</b>	

= CIENTO NOVENTA Y CINCO PESOS MIPSO M.L. =

Elaboro

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+000 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRO-LA  
CIENEGA**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
DESCRIPCIÓN					
CL. OBRA-03					
MAMPOSTERÍA DE TERCERA CLASE, A CUALQUIER ALTURA, (ACOSO 0.01.02.04-H.12), CON					
MORTERO DE CEMENTO, P.A.O.T.					
				UNIDAD :	M <sup>2</sup>
				CANT :	191.00
				P.U. :	1,285.37
				TOTAL :	245,404.50
C. CL.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
<b>Materiales</b>					
	PIEDRA	PIEDRA BRAZA PARA MAMPOSTERÍA	M <sup>3</sup>	1.50000	83.00
	AGUA	AGUA (REGALIA), EXTRACCIÓN Y CARGA)	M <sup>3</sup>	0.25000	30.00
<b>Total de Materiales</b>					
					113.00
<b>Mano de Obra</b>					
	OF-ALB	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	0.20000	328.50
	PELA	PEÓN GENERAL	JOR	1.50000	287.67
<b>Total de Mano de Obra</b>					
					616.17
<b>Herramienta</b>					
	HERO	HERRAMIENTA MENOR	(Ums)	0.03000	619.46
<b>Total de Herramienta</b>					
					619.46
<b>Equipo</b>					
	H- EQ-01-PP	PIPA CAMIÓN FORD, CAP DE 9 M <sup>3</sup>	HORA	0.02100	254.67
<b>Total de Equipo</b>					
					5.80
<b>Auxiliares</b>					
	= MORTERO 1:3	MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3	M <sup>3</sup>	0.28000	696.28
<b>Total de Auxiliares</b>					
					696.28
				<b>Costo Directo</b>	<b>1,285.18</b>
				Industriales ( 0.00%)	21.72
				Industriales de Campo ( 10.00%)	128.62
				Subtotal	1,435.52
				Financiamiento ( 0.42%)	7.00
				Subtotal	1,442.52
				Utilidad ( 0.60%)	87.21
				<b>Precio Unitario</b>	<b>1,285.37</b>

\*\* UN MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y CINCO PESOS 27150 M.N. \*\*

Elaboró

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
8+900 AL 2+900 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRÓ-LA  
CIBENGA**

<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>						
<b>DESCRIPCIÓN</b>						
O1. OBRAS DE						
BAMPEADOS A CUALQUIER ALTURA DE CONCRETO HIDRÁULICO SIMPLE, DE F'c= 150 kg/cm <sup>2</sup> .						
P.10.1.1						
				UNIDAD	MP	
				CRAT.	25.10	
				P.11.	1,300.11	
				TOTAL	20,706.88	
C	O1.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>Materiales</b>						
		AGUA (REGALIAS, EXTRACCIÓN Y CARGA)	M3	0.10000	30.00	3.00
		PIEDRA	M3	1.00000	80.00	80.00
		PIEDRA BRASA PARA ARMOSTEO				
		<b>Total de Materiales</b>				<b>83.00</b>
<b>Mano de Obra</b>						
		Peón GENERAL	JOR	0.00000	287.07	1.48
		OB	JOR	0.00000	0.00	0.00
		<b>Total de Mano de Obra</b>				<b>1.48</b>
<b>Equipos</b>						
		PPA CAMIÓN FORD, CAP DE 5M <sup>3</sup>	HORA	0.12000	214.07	25.69
		<b>Total de Equipos</b>				<b>25.69</b>
<b>Auxiliares</b>						
		ACARRIOS PETREOS, 1m KM (SUELTO)	m3	1.00000	7.00	7.00
		ACARRIOS PETREOS, KM SUB. DEL 1 AL 20 (SUELTO)	M3	10.00000	3.50	35.00
		CONCRETO F'c = 150 KG/CM <sup>2</sup> , RESISTENCIA NORMAL, T.M.A. = 34'	M3	1.00000	807.83	807.83
		<b>Total de Auxiliares</b>				<b>850.83</b>
					Costo Directo	1,191.15
					Indirectos ( 2.50%)	29.83
					Indirectos de Campo ( 15.00%)	178.73
					Subtotal	1,399.71
					Financiamiento ( 0.50%)	7.00
					Subtotal	1,347.86
					Utilidad ( 6.00%)	80.89
					<b>Precio Unitario</b>	<b>1,300.11</b>

" UN MIL TRESCIENTOS TRES PESOS 11900 M.L. "

Elaboro

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+100 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETICÓ-LA  
CIENEGA**

<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>						
<b>DESCRIPCIÓN</b>						
C1 - OBRAS DE						
CONCRETO HIDRAULICO SIMPLE COLADO EN SECO DE Fc= 150 kg/cm <sup>2</sup> P.U. Q 1						
				UNIDAD :	M <sup>3</sup>	
				CANT :	1.00	
				P.U. :	1,191.38	
				TOTAL :	1,191.38	
C	DL	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>Materiales</b>						
		OBRERA	OBRERA METALICA	M2	0.00494	0.58
<b>Total de Materiales</b>						0.58
<b>Mano de Obra</b>						
		OF-ALB	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	0.00220	17.40
		PN-A	PCÓN GENERAL	JOR	0.00228	9.28
		OB	CABO GENERAL	JOR	0.00417	1.20
<b>Total de Mano de Obra</b>						28.88
<b>Herramienta</b>						
		HERR	HERRAMIENTA MENOR	Unid	0.00000	0.87
<b>Total de Herramienta</b>						0.87
<b>Auxiliares</b>						
		+ C&C-150	CONCRETO Fc = 150 KG/CM <sup>2</sup> , RESISTENCIA NORMAL, T.M.A. = 34"	M3	1.10000	876.83
<b>Total de Auxiliares</b>						876.83
					<b>Costo Directo</b>	<b>1,068.73</b>
					Indirectos ( 5.89%)	62.73
					Indirectos de Campo ( 14.89%)	156.87
					<b>Subtotal</b>	<b>1,288.33</b>
					Financiamiento ( 0.83%)	10.69
					<b>Subtotal</b>	<b>1,299.02</b>
					Utilidad ( 5.89%)	76.73
					<b>Precio Unitario</b>	<b>1,375.75</b>

\*\* UN MIL, CIENTO NOVENTA Y UN PESOS 26768 MIL \*\*

Ejecuto

Llano Campos Montañez

REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+100 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRO-LA  
CIENEGA

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
DESCRIPCIÓN					
CL. OBRAS DE CONCRETO HIDRAULICO ARMADO COLADO EN SECO DE Fc= 200 Kg./cm <sup>2</sup> . Y ACERO L.E. 4200KG/CM <sup>2</sup> F.U.D.T					
				UNIDAD :	M <sup>3</sup>
				CANT. :	26.90
				P.U. :	3,822.73
				TOTAL :	102,831.44
C. CL.	DESCRIPCIÓN	Unidad	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>Materiales</b>					
	ACERO DE RE	ACERO DE REFORZO DEL D.A.L.B	TON	0.10440	13,550.00
Total de Materiales					1,409.40
<b>Mano de Obra</b>					
	OF.ALB	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	0.25000	536.00
	PLA	PEON GENERAL	JOR	2.10000	287.07
	CE	CARO GENERAL	JOR	0.01042	536.00
Total de Mano de Obra					748.10
<b>Herramienta</b>					
	HERR	HERRAMIENTA MENOR	Unid.	0.03000	748.10
Total de Herramienta					22.47
<b>Auxiliares</b>					
	+ OBRERA P.O.U.F	OBRERA COMAL DE MADERA PARA CUNETAS	NO	0.25000	81.74
	+ FC= 200, 5% <sup>1</sup>	CONCRETO Fc = 200 KG/CM <sup>2</sup> , RESISTENCIA NORMAL, T.B.A. = 1 <sup>1</sup>	NO	1.10000	907.01
Total de Auxiliares					1,007.76
				Costo Directo	3,208.73
				Indirectos ( 3.00%)	96.27
				Indirectos de Campo ( 10.00%)	320.87
				Subtotal	3,625.87
				Financiamiento ( 0.40%)	14.50
				Subtotal	3,640.37
				Utilidad ( 0.00%)	182.01
				Precio Unitario	3,822.73

\*\*\* TRES MIL, OCHOCIENTOS TREINTA Y DOS PESOS (3732) M.U. \*\*\*

Elabora

Liliana Campos Montañez

REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
 0+500 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETRO-LA  
 CIENEGA.

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO							
DESCRIPCIÓN							
CL: OBRA DE							
ALCANTARILLA TUBULAR, TUBO DE CONCRETO DE Ø1							
					UNIDAD:	ML	
					CANT:	38.00	
					P.U.:	1.828.75	
					TOTAL:	69.293.00	
C	CL	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL	
<b>Materiales</b>							
		ALCANTARILLA DE CONCRETO DE Ø11M DE DIAM TUB	ML	1.00000	1.000.00	1.000.00	
Total de Materiales							1.000.00
<b>Mano de Obra</b>							
		OFICIAL ALBAÑIL	JOR	0.00887	936.58	81.74	
		PEÓN GENERAL	JOR	0.00030	287.87	20.93	
		CEBO GENERAL	JOR	0.00112	936.58	1.05	
Total de Mano de Obra							87.69
<b>Herramienta</b>							
		HERR. MENOR	(Hora)	0.00000	97.38	1.73	
Total de Herramienta							1.73
<b>Equipo</b>							
		RETROEXCAVADORA JOB 214-2, 2x2x4	HORA	0.28000	292.77	82.18	
Total de Equipo							82.18
					Costo Directo	1,172.78	
					Indirectos ( 5.00%)	57.48	
					Indirectos de Campo ( 10.00%)	127.38	
					Subtotal	1,358.64	
					Financiamiento ( 0.80%)	8.89	
					Subtotal	1,367.53	
					Utilidad ( 0.60%)	77.42	
					Precio Unitario	1,828.75	

\*\* UN ML, SEISCIENTOS VEINTIOCHO PESOS TRECE MIL \*\*

Elaboro

Liliana Campos Montañez



**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+100 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRÓ-LA  
CENEOLA**

**ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO**

DESCRIPCIÓN						
<b>C. OBRAS</b>						
<b>REVESTIMIENTO DE CUNETAS, P.U. O.T.</b>						
					UNIDAD :	M <sup>2</sup>
					CANT. :	21,83
					P.U. :	2.073,89
					TOTAL :	\$5.219,31
C. CL.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL	
<b>Mano de Obra</b>						
OT-ALB	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	0,26000	526,90	134,99	
PS-A	PCÓN GENERAL	JOR	2,13000	397,97	848,54	
OB	CRABO GENERAL	JOR	0,21000	526,90	110,62	
<b>Total de Mano de Obra</b>						
					149,15	
<b>Herramienta</b>						
HEBR	HERRAMIENTA MENOR	Porcentaje	0,03000	748,10	22,44	
<b>Total de Herramienta</b>						
					22,44	
<b>Auxiliares</b>						
+ CONC-150	CÓNCRETO F <sub>150</sub> = 150 KG/CM <sup>3</sup> , RESISTENCIA NORMAL, T.M.A. = 34"	M <sup>3</sup>	1,10000	807,83	879,26	
+ OMBRA PCLP	OMBRA COMÚN DE MADERA PARA CUNETAS	M <sup>3</sup>	0,05000	81,74	4,09	
<b>Total de Auxiliares</b>						
					883,35	
					Costo Directo	1.751,94
					Indirectos ( 3,00%)	52,56
					Indirectos de Campo ( 10,00%)	175,19
					Subtotal	1.982,79
					Financiamiento ( 0,50%)	9,91
					Subtotal	1.992,70
					Utilidad ( 0,50%)	9,91
					Precio Unitario	2.073,89

" DOS MIL SETENTA Y TRES PESOS 89190 M.L.A. "

Elaboro

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
9+106 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETINO-LA  
CIENEGA**

<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>						
<b>DESCRIPCIÓN</b>						
04. PAV-01						
FORNECIÓN Y COMPACTACIÓN DE BASE HERRALLISA, AL 10% PORCENTO (100%), P.M.O.T.						
				UNIDAD:	M <sup>2</sup>	
				CANT:	2.050,00	
				P.U.:	181,72	
				TOTAL:	372.589,44	
C/04.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL	
<b>Materiales</b>						
	AGUA	NO	0,20000	30,00	6,00	
<b>Total de Materiales</b>						
					6,00	
<b>Mano de Obrero</b>						
Pav-A	PEÓN GENERAL	JOR	0,36657	287,07	105,14	
OB	CARO GENERAL	JOR	0,30194	526,06	158,00	
<b>Total de Mano de Obrero</b>						
					263,14	
<b>Remanente</b>						
HERR	HERRAMIENTA MENOR	Unid	0,00000	20,04	0,00	
<b>Total de Remanente</b>						
					0,00	
<b>Equipo</b>						
E-EC-01-VC	VIBROCOMPACTADOR CAT 07 80L, ROLLO DE 8M <sup>2</sup>	HORA	0,02000	459,28	9,19	
E-EC-01-MT	MOTOCOMPACTADORA CAT 120 C	HORA	0,07000	443,72	31,06	
E-EC-01-PP	PIPA, CAMIÓN FORD, CAP DE 8 M <sup>3</sup>	HORA	0,02000	254,07	5,08	
E-EC-01-CP	CARGADOR FRONTAL CAT 955-G	HORA	0,07111	468,79	33,34	
<b>Total de Equipo</b>						
					78,67	
<b>Asistencia</b>						
AUX-OR0	CRIBADO DE MATERIAL PÉTRICO	M3	1,20000	39,23	47,08	
AUX-AC01	ACARRIOS PÉTRICOS, 141 KM (SUERTO)	M3	1,20000	7,88	9,46	
AUX-ACA-1-20	ACARRIOS PÉTRICOS, KM SUB, DEL 1 AL 20 (SUERTO)	M3	10,40000	3,50	36,40	
<b>Total de Asistencia</b>						
					92,94	
					<b>Costo Directo</b>	<b>152,56</b>
					Intereses ( 2,00%)	3,05
					Intereses de Campo ( 10,00%)	15,26
					<b>Subtotal</b>	<b>170,87</b>
					Financiamiento ( 0,50%)	0,85
					<b>Subtotal</b>	<b>171,72</b>
					Utilidad ( 0,50%)	0,85
					<b>Precio Unitario</b>	<b>181,72</b>

" CINCO CIENTA Y UN PESOS 72156 MIL "

Elaboro:

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+100 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRO-LA  
CIENEGA**

<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>					
<b>CL: PAV-02</b>					
<b>EMULSIONES ASFALTICAS, EMPLEADAS EN PISO DE IMPREGNACION, TIPO CATIONICA EC-80</b>					
				<b>UNIDAD:</b>	<b>Lit</b>
				<b>CANT.:</b>	<b>17,784.00</b>
				<b>P.U.:</b>	<b>0.09</b>
				<b>TOTAL:</b>	<b>141,872.00</b>
<b>C. CL.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Materiales</b>					
	EMULSION EC	EMULSION CATIONICA PARA PISO DE LIGA EC-80, LT	1.0000	0.09	0.09
		(INCLuye FLETE)			
<b>Total de Materiales:</b>					<b>0.09</b>
<b>Equipos</b>					
	P- 02-13-PT	PETROLIZADORA, (DNR, MOD. 1982), 260 hp	HORA	0.0000	0.11
<b>Total de Equipo:</b>					<b>0.11</b>
					<b>Costo Directo</b>
					<b>0.09</b>
					<b>Indirectos ( 3.00% )</b>
					<b>0.14</b>
					<b>Indirectos de Campo ( 16.00% )</b>
					<b>0.06</b>
					<b>Subtotal</b>
					<b>2.09</b>
					<b>Financiamiento ( 0.00% )</b>
					<b>0.00</b>
					<b>Subtotal</b>
					<b>2.09</b>
					<b>Utilidad ( 0.00% )</b>
					<b>0.00</b>
					<b>Precio Unitario</b>
					<b>0.09</b>

" OCHO PESOS 09/100 M.L. "

Elaboro:

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+100 AL 3+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRÓ-LA  
CUEMDA**

<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>						
<b>DESCRIPCIÓN</b>						
<b>C. PAVAS</b>						
CARPETA ASFÁLTICA CON MEZCLA EN CALIENTE P.U.O.R. INCLUYE EL MATERIAL DE PRESTAMO DE BANCO, ACARRIO AL SITIO DE OBRA, TENEDRO Y COMPACTACIÓN AL 90% ADQUISICIÓN Y SUMINISTRO DE CEMENTO ASF.						
				<b>UNIDAD</b>		<b>M<sup>2</sup></b>
				<b>CANT.</b>		<b>854.00</b>
				<b>P.U.</b>		<b>1.908.70</b>
				<b>TOTAL</b>		<b>1.628.850.00</b>
<b>C. CL.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>	
<b>Materiales</b>						
	M <sup>2</sup> PÉTREO: SUMINISTRO DE CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE CON CEMENTO AC-20.	M <sup>2</sup>	1.20000	1.294.00	1.552.80	
	AGUA (REGALAS, EXTRACCIÓN Y CARGA)	M <sup>3</sup>	0.00000	0.00	0.00	
	<b>Total de Materiales</b>				<b>1.552.80</b>	
<b>Mano de Obra</b>						
	Peón GENERAL	JOR	0.24146	287.07	70.06	
	CEB	JOR	0.00000	556.98	0.00	
	Peón BASTILLERO	JOR	0.24046	285.70	68.69	
	<b>Total de Mano de Obra</b>				<b>138.75</b>	
<b>Requerimiento</b>						
	HERR	HERRAMIENTA MENOR	(C/una)	0.00000	30.91	0.00
	<b>Total de Requerimiento</b>				<b>30.91</b>	
<b>Equipos</b>						
	E- EQ-08-P2	PAVIMENTADORA BLAWKOP PF120H	HORA	0.00000	845.08	0.00
	E- EQ-04-V2	VIBROCOMPACTADOR TAMPO 801444, COBLE	HORA	0.00000	299.76	0.00
	E- EQ-10-NM	COMPACTADOR NEUMÁTICO INGERSOLL-RAND	HORA	0.00000	289.47	0.00
	E- EQ-07-PF	P/PA CAMIÓN P/ORD. CAP DE 8 M <sup>3</sup>	HORA	0.00000	254.57	0.00
	<b>Total de Equipos</b>				<b>1.488.88</b>	
				<b>Costo Directo</b>		<b>1,612.88</b>
				Indirectos ( 2.00%)		32.00
				Utilidad de Compra ( 10.00%)		161.29
				<b>Subtotal</b>		<b>1,806.17</b>
				Financiamiento ( 0.67%)		12.10
				<b>Subtotal</b>		<b>1,817.87</b>
				Utilidad ( 5.00%)		90.89
				<b>Precio Unitario</b>		<b>1,908.70</b>

\*\* UN MIL NOVECIENTOS OCHO PESOS 70/100 B.S. \*\*

Elaboro

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+100 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRÓ-LA  
CIBENGA**

**ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO**

**DESCRIPCIÓN**

CL. 0044-04					
BARRIDO DE LA SUPERFICIE POR TRATAR (RCSO 1:01 00.002-H.01)			UNIDAD :	Ha	
			CANT. :	1.37	
			P.U. :	518.42	
			TOTAL :	507.26	

C. CL.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>Equipos</b>					
00-11-00	BARRIDORA AUTOPROPULSADA, MODELO 0300 T20	HORA	3.0000	174.19	522.57
<b>Total de Equipos</b>					<b>522.57</b>

Costo Directo	522.57
Indirectos ( 3.00%)	15.68
Indirectos de Campo ( 15.00%)	52.26
Subtotal	590.51
Financiamiento ( 5.40%)	3.19
Subtotal	593.70
Utilidad ( 3.00%)	17.81
<b>Precio Unitario</b>	<b>518.42</b>

" SEISCIENTOS DIECIOCHO PESOS 42/100 B.S. "

Elaboró

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+100 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRO-LA  
CIÉNICA**

<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>						
<b>DESCRIPCIÓN</b>						
<b>CL PAISAJE</b>						
<b>ARENA PARA CUBRIR LA BASE IMPREGNADA (PORO DE LA SUPERFICIE A TRATAR)</b>						
				UNIDAD :	M <sup>3</sup>	
				CANT. :	470.00	
				P.U. :	340.19	
				<b>TOTAL :</b>	<b>160,000.00</b>	
C	CL	DESCRIPCIÓN	(unidades)	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>Materiales</b>						
		ARENA	MO	1.00000	160.00	160.00
		<b>Total de Materiales</b>				<b>160.00</b>
<b>Mano de Oros</b>						
		PEÓN GENERAL	JOR	0.28871	287.07	82.82
		<b>Total de Mano de Oros</b>				<b>82.82</b>
<b>Equipos</b>						
		CAMIÓN VÓLVEDO INTERNACIONAL, CAP DE 7 M <sup>3</sup>	HORA	0.14798	293.08	43.16
		<b>Total de Equipos</b>				<b>43.16</b>
				<b>Costo Directo</b>	<b>287.07</b>	
				Indirectos ( 1.00%)	2.87	
				Indirectos de Campo ( 10.00%)	28.70	
				<b>Subtotal</b>	<b>318.64</b>	
				Financiamiento ( 0.67%)	2.13	
				<b>Subtotal</b>	<b>320.77</b>	
				Utilidad ( 5.00%)	16.04	
				<b>Precio Unitario</b>	<b>340.19</b>	
<b>— TRESCIENTOS CUARENTA PESOS 19/100 M.S. —</b>						

Elaboró

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+100 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRÓ-LA  
CIENEGA**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
DESCRIPCIÓN					
CL PAH-08					
EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIÓNICA EN RIEGO DE LISA PARA BULLO PREMEXCLADO TIPO 3-A					
				UNIDAD :	LT
				CANT :	20.500 00
				P.U. :	0.00
				TOTAL :	194.000 00
C. CL	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
<b>Materiales</b>					
EMULSION 08	EMULSION CATIONICA PARA RIEGO DE LISA 200-65, (LITRO INCLUYE FLETE)	LT	1.01000	0.00	0.00
<b>Total de Materiales</b>					0.00
<b>Equipos</b>					
10-15-PI	PETROLIZADORA, (JANA, MOD. 1160), 260 hp	HORA	0.00000	100.00	0.00
<b>Total de Equipos</b>					0.00
				<b>Costo Directo</b>	0.00
				Indirectos ( 2.00%)	0.00
				Indirectos de Campo ( 10.00%)	0.00
				<b>Subtotal</b>	0.00
				Financiamiento ( 3.00%)	0.00
				<b>Subtotal</b>	0.00
				Utilidad ( 5.00%)	0.00
				<b>Precio Unitario</b>	0.00

\*\* COMO PRECIO BASE EN EL \*\*

Elaboro

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
2+100 AL 2+900 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRO-LA  
CIÉNIGA**

<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>						
<b>DESCRIPCIÓN</b>						
C1. BARRER						
M-31. BARRA LATERAL DE CIRCULACIÓN COLOR BLANCO REFLEJANTE, DE 15 cm DE ANCHO.						
P.M.O.T.						
				UNIDAD :	ML	
				CANT. :	1.000,00	
				P.U. :	0,70	
				TOTAL :	0,70	
E	DL	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>Materiales</b>						
		PAV. TRAF. BCO	LT	0,00200	30,00	1,50
		MICROESFERAS	KG	0,00700	7,50	0,20
		MICROESFERAS DE VIDRIO-REFLECTORAS				
<b>Total de Materiales</b>						<b>1,70</b>
<b>Mano de Obra</b>						
		OF-GEN	JORN	0,00100	410,14	0,80
		PR-A	JORN	0,00100	287,07	0,50
		OFICIAL GENERAL				
		PROV GENERAL				
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>1,30</b>
<b>Herramienta</b>						
		HERR	Unid	0,00000	1,50	0,00
		HERRAMIENTA MENOR				
<b>Total de Herramienta</b>						<b>0,00</b>
<b>Equipo</b>						
		EQ-14-PH	HORA	0,00400	368,00	1,50
		PINTARAYAS MARCA FORD, MODELO 1400				
<b>Total de Equipo</b>						<b>1,50</b>
					<b>Costo Directo</b>	<b>4,80</b>
					Indirectos ( 3,00%)	0,18
					Indirectos de Campo ( 10,00%)	0,68
					<b>Subtotal</b>	<b>5,66</b>
					Financiamento ( 0,40%)	0,20
					<b>Subtotal</b>	<b>5,85</b>
					Utilidad ( 0,00%)	0,00
					<b>Subtotal</b>	<b>5,85</b>
					<b>Precio Unitario</b>	<b>0,70</b>

\*\* CINCO PESOS 70100 BLN. \*\*

Elaboro

Liliana Campos Montañez



**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+100 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRO-LA  
CIENEGA**

<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>						
<b>DESCRIPCIÓN</b>						
01. SEÑALES M.3.1. BARRA SEPARADORA DEL SENTIDO DE CIRCULACION DISCONTINUA COLOR AMARILLO- REFLEJANTE DE 10-cm DE ANCHO. P.10.0.1.				<b>UNIDAD</b>	<b>M.</b>	
				CMPT.	1,000.00	
				P.M.	0.79	
				<b>TOTAL</b>	<b>10,000.00</b>	
<b>C/</b>	<b>CL</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>unidades</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Materiales</b>						
	PA-100M-AMA	PINTURA TRAFICO AMARILLO REFLEJANTE	LT	0.00100	30.00	1.00
	MCROESFERA	MCROESFERAS DE VIDRIO REFLECTORAS	KG	0.03785	7.30	0.28
<b>Total de Materiales</b>						<b>1.08</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	OP-02/M	OFICIAL GENERAL	JOR	0.00100	470.14	0.80
	PA-A	PEON GENERAL	JOR	0.00100	287.07	0.58
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>1.08</b>
<b>Herramienta</b>						
	HERR	HERRAMIENTA MENOR	(Lump)	0.00800	1.00	0.04
<b>Total de Herramienta</b>						<b>0.04</b>
<b>Equipos</b>						
	P-02-14-PR	PINTURAS/AS MARCA FORD, MODELO 1400	HORA	0.00400	368.00	1.00
<b>Total de Equipos</b>						<b>1.00</b>
					<b>Costo Directo</b>	<b>4.82</b>
					Indirectos ( 3.00%)	0.45
					Indirectos de Compra ( 10.00%)	0.48
					Subtotal	0.40
					Financiamiento ( 0.45%)	0.03
					Subtotal	0.43
					Utilidad ( 0.00%)	0.27
					<b>Precio Unitario</b>	<b>0.79</b>

\*\* CINCO PESOS SETENTA MILA. \*\*

Evaluó

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+100 AL 3+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRO-LA  
CIBENOLA**

<b>ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				

01. SEÑALIZ	UNIDAD:	PZA
SEÑAL METÁLICA REFLEJANTE, SEÑALES PREVENTIVAS (SP, SP-1, SP 2, SP-10, SP-12, SP-30)	CANT.:	13.00
DE 71 X 71 - 08 CON CELA, P.12 D.1.	P.U.:	1,244.00
	TOTAL:	16,172.00

I	CL	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>Materiales</b>						
	SEÑAL SP-111	SEÑAL PREVENTIVA (SP, SP-1, SP 2, SP-10, SP-12, SP-30 DE 71 X 71cm)	PZA	1.00000	1,244.00	1,244.00
<b>Total de Materiales</b>						<b>1,244.00</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	Peón	PEÓN GENERAL	JOR	0.00000	22.97	22.97
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>22.97</b>
<b>Material</b>						
	HERR	HERRAMIENTA MENOR	(Vario)	0.00000	22.97	0.00
<b>Total de Material</b>						<b>0.00</b>
<b>Auxiliares</b>						
	FC=200, 34"	CONCRETO Fc = 200 KG/CM2, RESISTENCIA NORMAL, T.M.A. = 1"	M3	0.02894	607.81	27.81
<b>Total de Auxiliares</b>						<b>27.81</b>

Costo Directo	1,294.77
Indirectos ( 2.00%)	25.89
Indirectos de Campo ( 0.00%)	0.00
Subtotal	1,320.66
Financiamiento ( 0.00%)	0.00
Subtotal	1,320.66
Utilidad ( 0.00%)	0.00

Precio Unitario: **1,244.00**

" UN MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y CUATRO PESOS-SIXTO DLA. "

Firma

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+100 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZIRACUARETIRÓ-LA  
CIENEGA**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
DESCRIPCIÓN						
CL 307A-04						
SEÑAL 00-S, 30 X 1.22 EN OBSTACULOS, P.M.O.T.						
					UNIDAD:	PEA
					CANT.:	1 000
					P.U.:	2 018.42
					TOTAL:	2 018.42
C	CL	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
<b>Materiales</b>						
	SEÑAL 00-S	SEÑAL 00-S, 30 X 1.22 EN OBSTACULOS	PEA	1 000.00	1,822.00	1,822.00
Total de Materiales						1,822.00
<b>Mano de Obrero</b>						
	PO-A	PEÓN GENERAL	JOB	0 142.00	287.02	41.01
Total de Mano de Obrero						41.01
<b>Herramienta</b>						
	HERR	HERRAMIENTA MENOR	(%)	0 000.00	41.01	1.22
Total de Herramienta						1.22
<b>Auxiliares</b>						
	CCMC-150	CONCRETO Fc = 150 KG/CM <sup>2</sup> , RESISTENCIA NORMAL, T.M.A. = 30"	M3	0 000.33	807.60	21.36
Total de Auxiliares						21.36
					Costo Directo	1,795.58
					Instrucciones ( 1.00%)	34.11
					Instrucciones de Campo ( 10.00%)	175.58
					Subtotal	1,975.27
					Financiamiento ( 0.62%)	12.03
					Subtotal	1,987.30
					Utilidad ( 0.60%)	96.12
					Precio Unitario	2,018.42

\*\* DOS MIL DIECIOCHO PESOS 42/100 B.S. \*\*

Elabora

Liliana Campos Montañez

**REVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO  
0+100 AL 2+000 DE LA CARRETERA ZINACUARETIRO-LA  
CIENEGA**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
DESCRIPCIÓN						
CL: SEÑAL-09						
SEÑAL INFORMATIVA (SE), SEÑAL 40 X 100 cm RECTANGULAR, P.U.D.T.						
						UNIDAD: PDA
						CANT.: 1.00
						P.U.: 2,018.42
						TOTAL: 4,036.84
C. CL.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL	
<b>Materiales</b>						
SEÑAL 09-09	SEÑAL INFORMATIVA (SE), SEÑAL 40 X 100 cm RECTANGULAR	PDA	1.00000	1,632.00	1,632.00	
<b>Total de Materiales</b>					<b>1,632.00</b>	
<b>Mano de Obra</b>						
MO-A	PEÓN GENERAL	JOR	0.14295	287.07	41.01	
<b>Total de Mano de Obra</b>					<b>41.01</b>	
<b>Herramientas</b>						
HERR	HERRAMIENTA MENOR	(None)	0.00000	41.01	1.20	
<b>Total de Herramientas</b>					<b>1.20</b>	
<b>Auxiliares</b>						
CONC-100	CONCRETO Fc = 150 KG/CM2, RESISTENCIA NORMAL, T.M.A. = 50'	M3	0.00025	887.60	21.94	
<b>Total de Auxiliares</b>					<b>21.94</b>	
						Costo Directo: 1,705.15
						Indirectos ( 5.89%): 99.11
						Subtotal de Campo ( 10.88%): 179.66
						Subtotal: 1,974.92
						Financiamiento ( 5.89%): 115.90
						Subtotal: 1,859.02
						Utilidad ( 5.89%): 99.10
						Precio Unitario: 2,018.42

\*\* 005 MIL OCHOCIENTOS PESOS 42190 M.N. \*\*

Elabora:

Liliana Campos Montañez

Al realizar la revisión del proceso constructivo del tramo carretero 0+100 al 2+000 de la carretera Ziracuaretiro-La Ciénega, se encontró que el presupuesto del proyecto fue el apropiado, ya que en base a la realización del presupuesto se observó que se optimizó mano de obra, materiales de construcción, equipo de transporte y maquinaria necesaria para la construcción de dicho camino, así como el proceso constructivo que se llevó a cabo, de igual manera el tomar la decisión de utilizar el material pétreo que se extrae del banco de materiales denominado “El panadero”, fue una buena decisión, tomando en cuenta que dicho material aminora los costos de acarreo, claro tomando en cuenta que estos materiales cuentan con lo establecido en el reglamento y normas de control de calidad establecidos en la SCT.

Es importante mencionar que en dicho presupuesto se incluye el señalamiento vertical y horizontal, pero en la realidad el señalamiento vertical no existe y es necesario para la seguridad de las personas que circulan por este camino, por lo cual anexo plano de señalamiento necesario (anexo 3), pues la seguridad del usuario es primordial en un camino y con este señalamiento la carretera estará en condiciones óptimas para que el usuario transite con seguridad por este.

## CONCLUSIONES

En la realización de esta investigación se llegó a la conclusión de que el proceso constructivo del tramo carretero 0+100 al 2+000 de la carretera Ziracuaretiro-La Ciénega, se realizó adecuadamente, la única propuesta de mejora a realizar es la existencia de señalamiento vertical, ya que no existe físicamente, por lo cual se incluye en este trabajo un plano con el señalamiento adecuado, para un óptimo funcionamiento del camino, con la seguridad de que el usuario siguiendo estas indicaciones tendrá un camino seguro al transitar por el.

Así como durante el transcurso de este trabajo se da contestación a la definición de ¿qué es una vía terrestre?, las vías terrestres son caminos o rutas que permiten desplazarse de un lugar a otro.

El proceso constructivo en una obra carretera es muy importante, ya que de esta dependerá el tiempo de vida útil de un camino, así como el buen funcionamiento de este, por eso es trascendental la forma en que se realiza el proceso constructivo, ya que es un seguimiento de etapas las cuales van desde la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento. Es importante mencionar que el buen funcionamiento de éstas dependerá de los materiales y calidad de estos; así como dar el tiempo necesario a cada etapa de la construcción, sin dejar de mencionar la importancia que juega aquí la labor humana.

Para la construcción de un camino son importantes todas las etapas al igual que los materiales utilizados, en el caso de esta investigación se realizaron las obras complementarias necesarias, para el buen funcionamiento de este, así como el buen

control de calidad de los materiales, pues esta es una parte elemental en la construcción de cualquier obra, basándose en las normas que marca la SCT.

## BIBLIOGRAFÍA

Arias Rivera Carlos. (1984).

Cuaderno de Trabajo de Comportamientos de suelos.

Ed. Universidad Nacional Autónoma de México UNAM Facultad de Ingeniería.

México.

Crespo Villalaz, Carlos. (2005).

Vías de Comunicación.

Ed. Limusa. México.

Hernández Sampieri Roberto y Cols. (2005).

Metodología de la Investigación.

Ed. Mc. Graw Hill. México.

Mendieta Alatorre, Ángeles (2005).

Métodos de investigación y manual Académico.

Ed. Porrúa, México

Mier S. José Alfonso. (1987)

Introducción a la Ingeniería de Caminos.

Ed. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). México.



Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (1974)

Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras.

México.

Tamayo y Tamayo, Mario. (2000)

El proceso de la Investigación Científica.

Ed. Limusa. México.

## OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN.

[www.arqhys.com/construcción/vertical-alineamiento.htm/](http://www.arqhys.com/construcción/vertical-alineamiento.htm/)

<http://www.imt.mx>

[http://www.michoacan.gob.mx/municipios/88medio\\_fisico.htm](http://www.michoacan.gob.mx/municipios/88medio_fisico.htm)

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/vega\\_a\\_la](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/vega_a_la)

<http://books.google.com.mx/books?id=G9zxVrbzctc>

<http://www.emexico.gob.mx>

**ANEXOS**

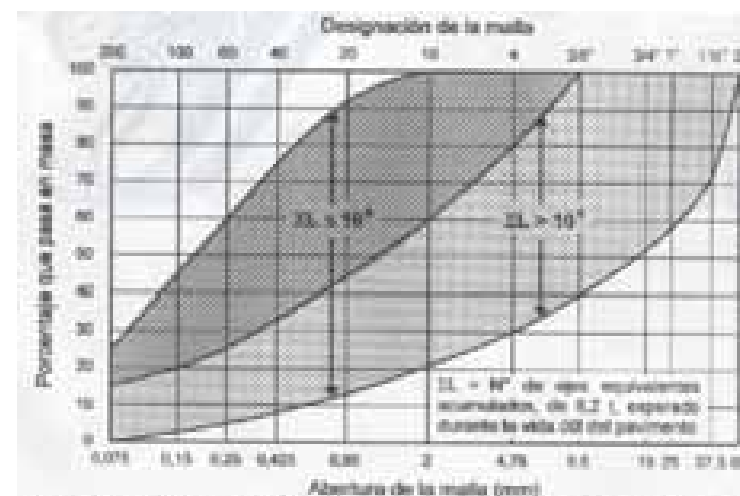
CONCEPTOS		TIPO DE CARRETERA																																			
		E					D					C					B					A															
TIPO DE TIERRNO		HASTA 100					100 A 500					500 A 1500					1500 A 3000					MAS DE 3000															
TIPO DE TIERRNO	MONTEAOSO	[Barra]					[Barra]					[Barra]					[Barra]					[Barra]															
	LOMOSO	[Barra]					[Barra]					[Barra]					[Barra]					[Barra]															
	PLANO	[Barra]					[Barra]					[Barra]					[Barra]					[Barra]															
VELOCIDAD DE PROYECTO	km/h	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70	40	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100	110	80	90	100	110	120	130	140	150				
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	m	30	40	55	75	95	30	40	55	75	95	40	55	75	95	115	135	155	55	75	95	115	135	155	175	75	95	115	135	155	175	195	215				
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE	m	--	--	--	--	--	125	180	225	270	315	180	225	270	315	360	405	450	225	270	315	360	405	450	495	270	315	360	405	450	495	540	585				
GRADO MÁXIMO DE CURVATURA	°	60	30	17	11	7.5	60	30	17	11	7.5	30	17	11	7.5	5.0	4.25	3.25	17	11	7.50	5.50	4.25	3.25	2.75	11	7.50	5.50	4.25	3.25	2.75	2.25	1.75				
CURVAS VERTICALES	K	CRESTA	m/‰	4	7	12	20	30	3	4	6	14	20	4	6	14	20	31	40	57	6	14	20	31	40	57	72	14	20	31	40	57	72				
		VALLE	m/‰	4	7	12	20	30	4	7	10	15	20	7	10	15	20	25	31	37	10	15	20	25	31	37	43	15	20	25	31	37	43				
	LONGITUD MINIMA	m	20	30	30	40	40	20	30	30	40	40	30	30	40	40	50	50	60	30	40	40	50	50	60	60	40	40	50	50	60	60	60	60			
PENDIENTE GOBERNADORA	%	9					8					6					4					3															
PENDIENTE MÁXIMA	%	12					10					8					7					5															
LONGITUD CRITICA	m	VER FIG. No. IV-4					VER FIG. No. IV-4					VER FIG. No. IV-4					VER FIG. No. IV-4					VER FIG. No. IV-4															
ANCHO DE CALZADA	m	4.0					6.0					8.0					7.0					<table border="1"> <tr> <td>AD</td> <td>A4</td> <td>A4B</td> </tr> <tr> <td>7.0</td> <td>2 X 7.0</td> <td>2 X 7.0</td> </tr> <tr> <td>2 CARRILES</td> <td>4 CARRILES</td> <td>4 CARRILES</td> </tr> </table>							AD	A4	A4B	7.0	2 X 7.0	2 X 7.0	2 CARRILES	4 CARRILES	4 CARRILES
AD	A4	A4B																																			
7.0	2 X 7.0	2 X 7.0																																			
2 CARRILES	4 CARRILES	4 CARRILES																																			
ANCHO DE CORONA	m	4.0					6.0					7.0					6.0					<table border="1"> <tr> <td>AD</td> <td>A4</td> <td>A4B</td> </tr> <tr> <td>12.00</td> <td>4 X 22.00</td> <td>2 X 11.00</td> </tr> <tr> <td>UN CUERPO</td> <td>UN CUERPO</td> <td>Quatro cuerpos</td> </tr> </table>							AD	A4	A4B	12.00	4 X 22.00	2 X 11.00	UN CUERPO	UN CUERPO	Quatro cuerpos
AD	A4	A4B																																			
12.00	4 X 22.00	2 X 11.00																																			
UN CUERPO	UN CUERPO	Quatro cuerpos																																			
ANCHO DE ACOTAMIENTOS	m	--					--					0.5					1.0					<table border="1"> <tr> <td>AD</td> <td>A4</td> <td>A4B</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>5.0 est.</td> <td>3.0 est.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.5 est.</td> <td>1.0 est.</td> </tr> </table>							AD	A4	A4B	2.0	5.0 est.	3.0 est.		0.5 est.	1.0 est.
AD	A4	A4B																																			
2.0	5.0 est.	3.0 est.																																			
	0.5 est.	1.0 est.																																			
ANCHO DE FAJA SEPARADORA CENTRAL	m	--					--					--					--					<table border="1"> <tr> <td>AD</td> <td>A4</td> <td>A4B</td> </tr> <tr> <td>--</td> <td>2 X 1.0</td> <td>2 X 0.50</td> </tr> </table>							AD	A4	A4B	--	2 X 1.0	2 X 0.50			
AD	A4	A4B																																			
--	2 X 1.0	2 X 0.50																																			
ROMBO	%	3					3					2					2					2															
SOBRELEVACION MÁXIMA	%	10					10					10					10					10															
SOBRELEVACIONES PARA GRADOS MENORES AL MÁXIMO	%	ver tabla No. IV 5.1					ver tabla No. IV 5.1					ver tabla No. IV 5.2					ver tabla No. IV 5.3					ver tabla No. IV 5.4															
AMPLIACIONES Y LONGITUDES MINIMAS DE TRANSICIONES	m	ver tabla No. IV 5.1					ver tabla No. IV 5.1					ver tabla No. IV 5.2					ver tabla No. IV 5.3					ver tabla No. IV 5.4															

**CLASIFICACION Y ESPECIFICACIONES DE LOS CAMINOS SEGÚN LA SCT**  
ANEXO 1

**TABLA 1.- Requisitos de granulometría de los materiales para subbases de pavimentos asfálticos**

Malla		Porcentaje que pasa	
Abertura mm	Designación	IL < 10 <sup>4</sup> (1)	IL > 10 <sup>4</sup> (1)
50	Z'	100	100
37.5	1 1/2"	72 - 100	72 - 100
25	1"	58 - 100	58 - 100
19	3/4"	52 - 100	52 - 100
9.5	40 - 100	40 - 100	
4.75	N°4	30 - 100	30 - 60
2	N°10	21 - 100	21 - 60
0.85	N°20	13 - 92	13 - 45
0.425	N°40	8 - 75	8 - 33
0.25	N°60	5 - 60	5 - 26
0.15	N°100	3 - 45	3 - 20
0.075	N°200	0 - 25	0 - 15

(1) IL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8.2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.



**FIGURA 1.- Zonas granulométricas recomendables de los materiales para subbases**

**TABLA 2.- Requisitos de calidad de los materiales para subbases de pavimentos asfálticos**

Característica	Valor %	
	IL < 10 <sup>4</sup> (1)	IL > 10 <sup>4</sup> (1)
Límite líquido <sup>(2)</sup> , máximo	30	25
Índice plástico <sup>(2)</sup> , máximo	10	6
Valor Soporte de California (CBR) <sup>(3)</sup> , mínimo	50	60
Equivalente de arena <sup>(4)</sup> , mínimo	30	40
Desgaste Los Angeles <sup>(4)</sup> , máximo	50	40
Grado de compactación <sup>(3,4)</sup> , mínimo	100	100

(1) IL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8.2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

(2) Determinado mediante el procedimiento de prueba que corresponda, de los Manuales que se señalan en la Clase C, de esta Norma.

(3) Con el grado de compactación indicado en este Tabla.

(4) Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa.

