



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN

*CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO VIAL SAN MARCOS  
HUIXTOCO CON SALIDA A LA AUTOPISTA  
MÉXICO-PUEBLA (PRIMERA ETAPA)*

## DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

**P R E S E N T A:**

JOSÉ LEONCIO GONZÁLEZ CANO

ASESOR:

ING. RICARDO RODRIGUEZ CORDERO.

MEXICO, 2013



FES Aragón



## AGRADECIMIENTOS

A mi Madre: Juana María

Por ese consejo a tiempo cuando lo necesite; por esas palabras de aliento; Por sus desvelos, por compartir conmigo esas grandes cosas que solo por amor se dan; su amistad, su experiencia, su ternura y paciencia por darme lo que soy "por darme la vida".

A mi Padre: José Perfecto

A ese hombre que me vio crecer y con el cual, mucho de este mundo conocí; ahora no está más conmigo, pero su experiencia y los recuerdos a su lado son el más grande tesoro que me ha legado. Se, pese a mi triste nostalgia, que puedo estar alegre porque al fin he logrado la meta en la que él siempre me apoyo

A mis Hermanos: Katia, Luis, Ángeles y Martha

Gracias por el gran esfuerzo que han hecho siempre, por los sacrificios, su cariño, apoyo y comprensión, por hacer este sueño realidad porque son mi aliciente para alcanzar mis objetivos. Me han enseñado a salir a delante a no darme por vencido pase lo que pase. Gracias por haber hecho de mí la persona que soy.

A Ingeniero Fernando Cerecero Sánchez:

Por su confianza, la oportunidad y gran apoyo, gracias por ser ejemplo de vida y demostrar que sí existen profesionistas y seres humanos íntegros y felices.



## INDICE

<b>CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
1.1 Caminos.....	6
1.2 Etapas de una carretera.....	8
1.3 Terracerías.....	12
1.4 Pavimentos flexibles.....	13
1.5 Carpeta asfáltica.....	17
1.6 Fallas en pavimentos flexibles.....	22
<b>CAPÍTULO II.-DESCRIPCION DEL PROYECTO.....</b>	<b>25</b>
2.1 Planteamiento del problema.....	27
2.2 Objetivo general.....	28
2.3 Objetivos específicos.....	29
2.4 Justificación.....	29
2.5 Alcances y Limitaciones.....	30
2.6 Descripción del Circuito Vial.....	31
2.7 Datos Generales.....	32
<b>CAPITULO III.- ESTUDIOS PRELIMINARES.....</b>	<b>35</b>
3.1 Consideraciones Geográficas-Físicas.....	36
3.2 Aspectos Económicos y Sociales.....	37
3.3 Método de Análisis Para la Determinación de Zonas Vitales.....	38
3.4 Economía de Caminos.....	38
3.5 Calculo de Un Precio Unitario .....	40
3.6 Informe de Suelos.....	48
3.7 Diseño de Pavimento.....	58
3.8 Sección Tipo para Procedimiento Constructivo.....	63
<b>CAPÍTULO IV.-</b>	
<b>PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL CIRCUITO VIAL SAN MARCOS HUIXTOCO.....</b>	<b>66</b>
4.1 Reconocimiento De La Obra.....	66
4.2 Colocación de Dispositivos de Señalamiento y Protección de Obra.....	69
4.3 Trazo y Nivelación.....	70
4.4 TERRACERÍAS.....	70
4.4.1 Desmante.....	70
4.4.2 Despalme.....	71
4.4.3 Cortes.....	72
4.4.4 Escalones de Liga.....	72
4.4.5 Terraplén.....	72



4.4.6 Rellenos.....	73
4.4.7 Subrasante.....	74
4.5 PAVIMENTOS.....	74
4.5.1 Subbase.....	75
4.5.2 Base.....	75
4.5.3 Riego de Impregnación.....	76
4.5.4 Riego de Liga.....	78
4.5.4 Riego de Sello.....	81
4.6 Obras de Drenaje.....	84
4.7 Pruebas de Laboratorio.....	84
<b>CAPÍTULO V. OBRAS BÁSICAS.....</b>	<b>94</b>
5.1 Obras Inducidas.....	96
5.2 Obras Complementarias.....	97
5.3 Señalamiento.....	102
<b>CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>105</b>
6.1 Conclusiones.....	106
<b>Bibliografía.....</b>	<b>109</b>



# I.-INTRODUCCIÓN



## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las necesidades de construir con rapidez, calidad y economía que demanda la industria de la construcción, se han incrementado en las áreas de infraestructura vial, como se ha observado en los últimos años el auge de Vías de Comunicación, han originado una revolución en la manera de construir, logrando emplear nuevas técnicas en los procesos constructivos y en las formas de emplear los recursos existentes.

Debido al problema del crecimiento demográfico en las grandes ciudades, y que en México no hay excepción a la regla, motivo por el cual se ha tenido que buscar nuevas alternativas de construcción, las cuales no afecten a la población, aceleren el tiempo de ejecución y tengan un mejor control de calidad sin que se vea afectado el factor económico.

Sin duda alguna las vías de comunicación cumplen ante las demandas mencionadas ya que los beneficios y mejoras que ofrecen son una realidad, pues esto se refleja en crecimiento económico, bienestar social y sobre todo las mejoras de tiempo-distancia.

Por lo anterior, este trabajo de tesis pretende proporcionar una orientación y ampliar el conocimiento del estudiante de ingeniería, para que este tenga una visión más en forma de los procesos constructivos, de las vías de comunicación de nuestro país.



## OBJETIVO

El presente capítulo tiene la finalidad de dar a conocer lo referente al marco teórico de pavimentos flexibles. Se describe lo que es un camino y las etapas que se deben seguir para hacer una carretera. De igual manera, se describe lo que es una terracería, un pavimento flexible, una carpeta asfáltica y por último las fallas en pavimentos flexibles.



## 1.1 CAMINOS

De acuerdo con el Ingeniero Carlos Crespo, algunos acostumbra denominar CAMINOS a las vías rurales, mientras que el nombre de CARRETERAS se lo aplican a los “caminos” de características modernas destinadas al movimiento de un gran número de vehículos.

Un camino es “la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que cumple con condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de vehículos para los cuales ha sido acondicionada”.

Los caminos se clasifican por su transitabilidad, por su aspecto administrativo y la clasificación técnica oficial.

### **1.1.1 Clasificación Por Transitabilidad.**

La clasificación por transitabilidad se debe a las etapas de construcción del camino y estas pueden ser (Ing. Carlos Crespo):

- ❖ Terracerías: cuando se ha construido una sección de proyecto hasta su nivel de subrasante transitable en tiempo de secas.
- ❖ Revestida: cuando sobre la subrasante se ha colocado ya una o varias capas de material granular y es transitable en todo tiempo.
- ❖ Pavimentada: cuando sobre la subrasante se ha construido ya totalmente el pavimento.<sup>1</sup>

### **1.1.2 Clasificación Administrativa.**

Este tipo de clasificación se debe al aspecto administrativo de los caminos y estos son (Ing. Carlos Crespo):

- ❖ Caminos Federales: costeados y a cargo de la federación.
- ❖ Caminos Estatales: Cooperación 50% por el Estado donde se construye y 50% por la federación. Quedan a cargo de las Juntas de Caminos.

---

<sup>1</sup>Crespo Villalaz Carlos, Vías de Comunicación: Caminos ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos, 4ª edición, Limusa, México, 2011. Pág. 60





- ❖ Caminos Vecinales o Rurales: Una tercera parte lo pagan los vecinos, otra tercera parte la paga la federación y el tercio restante el Estado.
- ❖ Caminos de Cuota: Quedan a cargo de la dependencia oficial descentralizada llamada Caminos y Puentes Federales, siendo la inversión recuperable.

### **1.1.3 Clasificación por su Ubicación**

- ❖ *Rurales o interurbanos*: son las que comunican ciudades
- ❖ *Urbanas o suburbanas*: son las que comunican colonias y municipios conurbados.<sup>2</sup>

### **1.1.3 Clasificación técnica oficial**

Según el Ingeniero Carlos Crespo, este tipo de clasificación permite distinguir las condiciones físicas del camino, ya que lo que se toma en cuenta son los volúmenes de tránsito al final del período económico del camino (20 años).

- ❖ Tipo E hasta 100 vehículos de T.D.P.A.
  - ❖ Tipo D de 100 a 500 vehículos de T.D.P.A.
  - ❖ Tipo C de 500 a 1500 vehículos de T.D.P.A.
  - ❖ Tipo B de 1500 a 3000 vehículos de T.D.P.A.
  - ❖ Tipo A más de 3000 vehículos de T.D.P.A.
  - ❖ Caminos especiales más de 20,000 de T.D.P.A promedio anual de 50 a 500 vehículos.<sup>3</sup>
- 
- La capacidad práctica de trabajo de un camino es el volumen máximo que alcanza antes de congestionarse o antes de perder la velocidad estipulada.
  - La capacidad de una carretera se mide en vehículos por hora y por carril. Las capacidades prácticas son en condiciones ideales, en cuanto a sección, alineamiento y visibilidad.

<sup>2</sup> Crespo Villalaz Carlos, Vías de Comunicación: Caminos ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos, 4ª edición, Limusa, México, 2011. Pág. 61

<sup>3</sup> Ricardo Rodríguez Cordero, Apuntes de la Asignatura de "Vías Terrestres" impartida En la FES Aragón, en la Carrera de Ingeniería Civil.



- La capacidad de una carretera se ve afectada por el ancho de sección, la visibilidad, la pendiente, el ancho de los acotamientos y el porcentaje de vehículos pesados en la vía.

## 1.2 ETAPAS DE UNA CARRETERA

Para poder estudiar una carretera, es necesario separarla en etapas como lo son:

- ❖ Planeación
- ❖ Proyecto
- ❖ Construcción

### 1.2.1 Planeación

En la planeación, se buscan los factores geográfico - físicos, económico - sociales y políticos que caracterizan a la región.

El estudio socio – económico, busca valorar las características de la población, el aprovechamiento de los recursos naturales, rendimiento de actividades y niveles de consumo. En lo que se refiere a la población se busca su crecimiento y distribución.

La conclusión da a conocer los grandes lineamientos de una obra vial por ejecutar, todo con fundamento en la demanda de caminos deducida de las condiciones socio – económica – políticas prevalecientes.<sup>4</sup>

### 1.2.2 Proyecto

A partir de los datos de la planeación, se hace el proyecto en base a estudios topográficos, estudio de mecánica de suelos y estudio de estructuras.

Antes de iniciar propiamente los estudios topográficos se requiere de un reconocimiento preliminar en el cual, primero se hará una entrevista o reunión con los beneficiarios para recoger datos de gran utilidad en el proyecto como lo relativo a afectaciones, características de ríos, nombre

---

<sup>4</sup> Crespo Villalaz Carlos, Vías de Comunicación: Caminos ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos, 4ª edición, Limusa, México, 2011. Pág. 61



de lugares intermedios, localización de zonas bajas o inundables, niveles de agua en crecientes y si es posible alguna de esas personas auxiliara como guía en el reconocimiento técnico del camino.<sup>5</sup>

Una vez hecho esto se procederá a hacer un reconocimiento directo del camino para determinar en general características:

- ❖ Geológicas
- ❖ Hidrológicas
- ❖ Topográficas y complementarias

Así se verá el tipo de suelo en el que se construirá el camino, su composición y características generales, ubicación de bancos para revestimientos y agregados para las obras de drenaje, cruces apropiados para el camino sobre ríos o arroyos, existencia de escurrimientos superficiales o subterráneos que afloren a la superficie y que afecten el camino, tipo de vegetación y densidad, así como pendientes aproximadas y ruta a seguir en el terreno.

Este reconocimiento requiere del tiempo que sea necesario para conocer las características del terreno donde se construirá el camino, y para llevarlo a cabo se utilizan instrumentos sencillos de medición como brújulas para determinar rumbos, clisímetro para determinar pendientes, odómetro de vehículos y otros instrumentos sencillos.

A través del reconocimiento se determinan puertos topográficos que son puntos obligados de acuerdo a la topografía y puertos determinados por lugares obligados de paso, ya sea por beneficio social, político o de producción de bienes y servicios.

Con todos los datos recabados, resaltando los más importantes, se establecerá una ruta tentativa para el proyecto.

Existen procedimientos modernos para el reconocimiento como el fotogramétrico electrónico, pero resulta demasiado costoso, muchas veces para el presupuesto que puede tener un camino, también es importante decir que el tipo de vegetación y clima de algunas regiones no

---

<sup>5</sup>. Crespo Villalaz Carlos, Vías de Comunicación: Caminos ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos, 4ª edición, Limusa, México, 2011. Pág. 71



permite usar este procedimiento por lo que se tiene que recurrir al reconocimiento directo que se puede auxiliar por cartas topográficas.<sup>6</sup>

### **1.2.2.1 Trazo preliminar**

Cuando se tienen localizados los puntos obligados se procede a ligar estos mediante un procedimiento que requiere:

- ❖ El trazo de una poligonal de apoyo lo más apegada posible a los puntos establecidos, con orientación astronómica, PIS referenciados y deflexiones marcadas con exactitud ya que será la base del trazo definitivo.
- ❖ La poligonal de apoyo es una poligonal abierta a partir de un vértice o punto de inicio clavando estacas a cada 20 metros, y lugares intermedios hasta llegar al vértice siguiente. Para la ubicación de estos se utiliza el clisímetro o el círculo vertical del tránsito, empleando la pendiente deseada.
- ❖ La pendiente será cuatro unidades debajo de la máxima especificada donde sea posible para que al trabajador en gabinete tenga más posibilidades de proyectar la subrasante, incrementando la pendiente a la máxima si es necesario para economizar volúmenes.
- ❖ Nivelación de la poligonal, generalmente a cada 20 metros, que será útil para definir cotas de curvas de nivel cerradas a cada 2 metros.
- ❖ Obtención de curvas de nivel en una franja de 80 o 100 metros. En cada lado del eje del camino a cada 20 metros o estaciones intermedias importantes.
- ❖ Dibujo de trazo y curvas de nivel con detalles relevantes como cruces, construcciones, fallas geológicas visibles, etc.

Como el dibujo del trazo y las curvas de nivel se puede proyectar en planta la línea teórica del camino a pelo de tierra, para proyectarla se utiliza un compás con una abertura calculada según la pendiente con que se quiere proyectar.

<sup>6</sup> Crespo Villalaz Carlos, Vías de Comunicación: Caminos ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos, 4ª edición, Limusa, México, 2011. Pág. 72-76



La separación de curvas de nivel dividida entre la pendiente a proyectar, es la abertura del compás con la cual se ubicaran los puntos de la línea a pelo de tierra utilizando la misma escala del plano.<sup>7</sup>

### **1.2.2.2 Línea Definitiva**

Una vez que se tiene la línea preliminar, es necesario proyectar la línea definitiva que después será trazada en el terreno. Se calcula la abertura del compás para que al pasar entre dos curvas de nivel no exceda la pendiente deseada.

Al brincar de una curva de nivel a otra y unir los puntos se forma una línea llamada: “Línea a pelo de tierra”. Esta línea es la base con las mayores tangentes posibles deberá apegarse a la línea a pelo de tierra. Para lograr esto, la línea definitiva debe compensar tanto a la izquierda como a la derecha la línea a pelo de tierra.

La línea definitiva tiene que ser de color azul, y en ella se deben anotarlas longitudes, los rumbos, los kilometrajes del PC\*, PI\*\*, y del PT\*\*\*. En las curvas se deben anotar la deflexión, el grado de curvatura, el radio de curvatura y la sub – tangente.

El Ingeniero Carlos Crespo dice que los tramos rectos llamados tangentes, deben de ser unidos mediante curvas. Se desea que la curva tenga el mayor radio que se pueda, ya que así su grado es menor. Una vez que se tiene dibujada la línea definitiva con sus curvas y tangentes es necesario trazarla en el terreno.

La subrasante es el perfil del camino compuesto por las líneas rectas, que son las pendientes que están unidas por arcos de curvas verticales.

Esta debe compensar en la medida que sea posible los cortes y los terraplenes en el sentido longitudinal. Existen dos tipos de curvas verticales: las de cima en las cuales se sube y luego se baja y las de columpio donde se baja y luego se sube.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Crespo Villalaz Carlos, Vías de Comunicación: Caminos ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos, 4ª edición, Limusa, México, 2011. Pág. 76-82

<sup>8</sup> Crespo Villalaz Carlos, Vías de Comunicación: Caminos ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos, 4ª edición, Limusa, México, 2011. Pág. 82-89



- \* PC punto en donde comienza la curva circular simple
- \*\* PI punto de intersección de la prolongación de las tangentes
- \*\*\*PT punto en donde termina la curva circular simple

### **1.2.2.3 Curva masa o diagrama de masas**

Es importante ajustar el diseño de un camino a las especificaciones sobre pendientes y curvas. Para economizar, es importante el movimiento de tierras, (excavar y rellenar solamente lo indispensable) y acarrear a la menor distancia.

Este estudio de excavación, relleno, compensación y movimiento se ve en el diagrama de masas. En el cual, las ordenadas representan volúmenes acumulativos de terracerías y las abscisas el cadenamamiento correspondiente. Para determinar los volúmenes acumulados se deben considerar los cortes como positivos y los terraplenes como negativos y al realizar la suma, se obtiene el volumen.

Para realizar el diagrama, se recomienda no tomar longitudes mayores a 500 m. teniendo como límite 1 km. Los objetivos de la curva masa son compensar volumen, fijar el sentido de los movimientos del material, calcularlos sobre - acarreos y controlar los préstamos y desperdicios (Ing. Carlos Crespo).<sup>9</sup>

## **1.3 TERRACERÍAS**

De acuerdo con Olivera (1996), las terracerías son el volumen de material que se extrae o sirve de relleno para la construcción de una vía terrestre. Si se necesita extraer material fuera de la línea de corte se tendrán zonas de préstamo. Si están entre 10 y 100 m. se les llaman préstamo lateral. Si las zonas de préstamo se encuentran a más de 100 m se denominan préstamos de banco.

Las terracerías en terraplén se dividen en dos zonas; El cuerpo del terraplén que es la parte inferior, y la capa subrasante con un espesor mínimo de 30 cm. Esto funciona únicamente para caminos donde el tránsito vehicular es menor a 5,000 vehículos. Cuando se tiene un camino

---

<sup>9</sup> Crespo Villalaz Carlos, Vías de Comunicación: Caminos ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos, 4ª edición, Limusa, México, 2011. Pág. 124-129



para un tránsito superior a los 5,000; entre el cuerpo del terraplén y la capa subrasante se forma una capa llamada subyacente de 50 cm. de espesor.<sup>10</sup>

### **1.3.1 Cuerpo del terraplén**

Su finalidad, es dar la altura necesaria para cumplir con las especificaciones geométricas. Resistir las cargas del tránsito que se transfieren por las capas superiores y distribuir los esfuerzos a través de su espesor para transmitirlos al terreno natural (Olivera, 1996) Según la SCT, los materiales utilizados para su construcción deben tener un tamaño máximo de 7.5 cm. y un límite líquido menor a 50%. El cuerpo del terraplén debe tener una expansión máxima de 5%, un VRS de 5% mínimo y un grado de compactación de 90%.

### **1.3.2 Capa Subrasante**

Olivera (1996) menciona que el espesor mínimo de la capa debe ser de 30 cm. el tamaño máximo del material debe de ser de 7.6 cm. Su grado de compactación es del 95% del peso volumétrico seco máximo (P.V.S.M.) El valor relativo de soporte debe de ser mínimo de 20%, la expansión máxima del material es menor a 2%, un límite líquido máximo de 40% y por último un índice plástico máximo de 12%.

Su finalidad es resistir las cargas que el tránsito transmite al pavimento, transmitir y distribuir las cargas al cuerpo del terraplén, evitar que los materiales finos plásticos del cuerpo del terraplén contaminen el pavimento y economizar los espesores de pavimento.

La parte superior de la capa subrasante coincide con la línea subrasante del proyecto geométrico. Es indispensable tomar en cuenta las especificaciones de la pendiente longitudinal, la altura para las obras de drenaje para que el agua capilar no afecte al pavimento. Para su construcción se necesita compactar dos capas de 15 cm. de espesor mínimo.<sup>11</sup>

## **1.4 PAVIMENTOS FLEXIBLES**

El Ing. Carlos Crespo, cita que sobre la capa subrasante se construye el pavimento flexible, que está compuesto por sub - base, base y carpeta

<sup>10</sup> Fernando Olivera Bustamante, ESTRUCTURACIÓN DE VÍAS TERRESTRES, 2ª Edición, ed. Continental, México, 1996. Pág. 161

<sup>11</sup> Fernando Olivera Bustamante, ESTRUCTURACIÓN DE VÍAS TERRESTRES, 2ª Edición, ed. Continental, México, 1996. Pág. 162, 163 y 164.





asfáltica. El pavimento flexible debe proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir a las terracerías los esfuerzos por las cargas del tránsito.<sup>12</sup>

Entre las características principales que debe cumplir un pavimento flexible se encuentran las siguientes:

- ❖ Resistencia estructural.
- ❖ Deformabilidad.
- ❖ Durabilidad.
- ❖ Costo.
- ❖ Requerimientos de conservación.
- ❖ Comodidad.

#### **1.4.1 Resistencia estructural**

Debe soportar las cargas impuestas por el tránsito que producen esfuerzos normales y cortantes en la estructura. En los pavimentos flexibles se consideran los esfuerzos cortantes como la principal causa de falla desde el punto de vista estructural. Además de los esfuerzos cortantes también se tienen los producidos por la aceleración, frenado de los vehículos y esfuerzos de tensión en los niveles superiores de la estructura.

#### **1.4.2 Durabilidad**

La durabilidad está ligada a factores económicos y sociales. La durabilidad que se le desee dar al camino, depende de la importancia de este. Hay veces que es más fácil hacer reconstrucciones para no tener que gastar tanto en el costo inicial de un pavimento.

#### **1.4.3 Requerimientos de conservación**

Los factores climáticos influyen de gran manera en la vida de un pavimento. Otro factor es la intensidad del tránsito, ya que se tiene que prever el crecimiento futuro. Se debe de tomar en cuenta el comportamiento futuro de las terracerías, deformaciones y derrumbes. La degradación estructural de los materiales por carga repetida es otro

---

<sup>12</sup>. Crespo Villalaz Carlos, Vías de Comunicación: Caminos ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos, 4ª edición, Limusa, México, 2011. Pág. 196





aspecto que no se puede dejar de lado. La falta de conservación sistemática hace que la vida de un pavimento se acorte.<sup>13</sup>

#### **1.4.4 Comodidad**

Para grandes autopistas y caminos, los métodos de diseño se ven afectados por la comodidad que el usuario requiere para transitar a la velocidad de proyecto. La seguridad es muy importante al igual que la estética.

#### **1.4.5 Sub - base**

El Ing. Carlos Crespo, cita que aunque las bases y las sub - bases tienen características semejantes, las sub - bases son de menor calidad y mejor calidad que la capa subrasante. La sub -base es la capa de material que se construye directamente sobre la terracería y su función es:

- ❖ Reducir el costo de pavimento disminuyendo el espesor de la base.
- ❖ Proteger a la base aislándola de la terracería, ya que, si el material de la terracería se introduce en la base, puede sufrir cambios volumétricos generados al cambiar las condiciones de humedad dando como resultado una disminución en la resistencia de la base.
- ❖ Proteger a la base impidiendo que el agua suba por capilaridad.
- ❖ Transmitir y distribuir las cargas a las terracerías.

#### **1.4.6 Base**

La base es la capa de material que se construye sobre la sub-base o, a falta de esta, sobre la terracería, debiendo estar formada por materiales de mejor calidad que el da la sub-base. Las principales características de estas son:

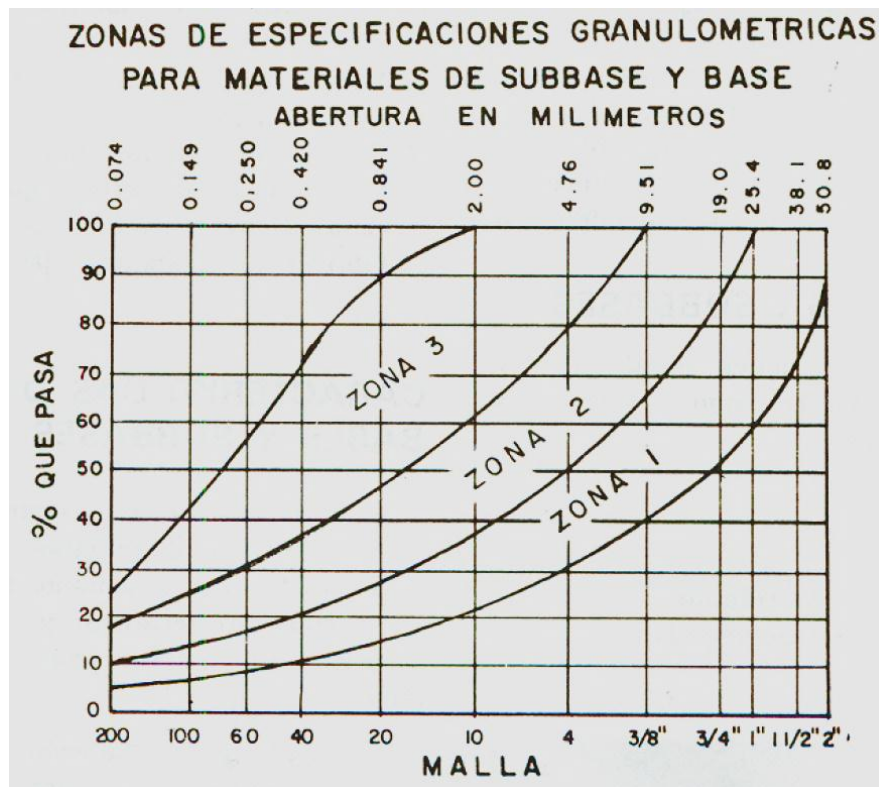
- ❖ Tener la resistencia estructural para soportar las presiones de los vehículos ya sea en marcha o que estén estacionados.
- ❖ Tener el espesor necesario para que dichas presiones al ser transmitidas a la sub-base o la subrasante, no exceda la resistencia estructural de éstas.

<sup>13</sup>. Crespo Villalaz Carlos, Vías de Comunicación: Caminos ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puentes, 4ª edición, Limusa, México, 2011. Pág. 197-200

- ❖ Aunque exista humedad la base no debe de presentar cambios volumétricos perjudiciales.<sup>14</sup>

De acuerdo con el criterio usado en la actualidad se tiene que para carreteras con un tránsito menor a 1000 vehículos pesados, se recomienda que el espesor de la bases sea de 12 cm. Y cuando el tránsito sea mayor, se recomienda que el espesor mínimo sea de 15cm. Para las sub-bases la SCT recomienda un espesor mínimo de 10 cm.

Las zonas en las cuales puede estar el material de acuerdo a su granulometría tanto para sub – base como para base se muestran en la figura.



Zona de especificaciones granulométricas para materiales de sub – base y base Fuente: Estructuración de vías terrestres, 1996

### 1.4.7 Recomendaciones para construir Bases y Sub-bases.

Para construir bases y sub - bases, es necesario (Olivera, 1996):

- ❖ Realizar una exploración de la zona para elegir los bancos.

<sup>14</sup>. Crespo Villalaz Carlos, Vías de Comunicación: Caminos ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos, 4ª edición, Limusa, México, 2011. Pág. 195 y 196.



- ❖ Analizar la calidad de los materiales que se encontraron.
- ❖ Extraer y acarrear los materiales.
- ❖ Hacer tratamientos previos como el cribado, la trituración y en algunos casos estabilizar.<sup>15</sup>
- ❖ Después de los tratamientos previos, es necesario que se acarreen a la obra y se les dé un tratamiento que incluye estabilizaciones mecánicas, disgregado y mezclado con motoconformadora para homogenizar el material.
- ❖ Compactar el material para que alcance 95% ó 100% del P.V.S.M.
- ❖ Por último, se da un riego de impregnación. Este se aplica después de dejar secar la base durante varios días. Se aplica el riego distribuyendo el asfalto. El riego sirve para tener una zona de transición entre la base y la carpeta asfáltica. El asfalto debe penetrar en la base mínimo 3 mm.

### 1.5 CARPETA ASFÁLTICA

La carpeta asfáltica es la parte superior de un pavimento flexible. Es una capa de material pétreo cementado con asfalto que se coloca sobre la base.

Olivera (1996) cita que los materiales pétreos son suelos inertes que se consiguen en ríos, arroyos o depósitos naturales. Para poder ser empleados en la carpeta asfáltica deben cumplir con ciertas características dadas por la granulometría, dureza, forma de la partícula y adherencia con el asfalto.

El contenido óptimo de asfalto para una carpeta, es la cantidad de asfalto que se necesita para formar alrededor de la partícula una membrana con un espesor suficiente para resistir los elementos del intemperismo, para que el asfalto no se oxide. El espesor no debe ser muy grande porque se pierde resistencia y estabilidad.

Se recomienda que las partículas que se utilicen tengan forma esférica, ya que las que son en forma de laja o de aguja pueden romperse muy fácilmente y afectar la granulometría.<sup>16</sup>

<sup>15</sup> Fernando Olivera Bustamante, ESTRUCTURACIÓN DE VÍAS TERRESTRES, 2ª Edición, ed. Continental, México, 1996. Pág. 177 y 178.

<sup>16</sup> Fernando Olivera Bustamante, ESTRUCTURACIÓN DE VÍAS TERRESTRES, 2ª Edición, ed. Continental, México, 1996. Pág. 179-181, 185 y 186.



Las funciones de la carpeta asfáltica son las siguientes (Ing. Carlos Crespo):

- ❖ Proporcionar una superficie de rodamiento que permita un tránsito fácil y cómodo para los vehículos.
- ❖ Impedir la infiltración de agua de lluvia hacia las capas inferiores.
- ❖ Resistir la acción de los vehículos.<sup>17</sup>

Para conocer la adherencia entre el pétreo y el asfalto se pueden utilizar pruebas de desprendimiento por fricción, pérdida de estabilidad o bien, cubrimiento por el método inglés; en caso de que las características del pétreo no sean aceptables, se pueden lavar o bien usar un estabilizante para cambiar la tensión superficial de los poros.

El tipo y espesor de una carpeta asfáltica se elige de acuerdo con el tránsito que va a transitar por ese camino, tomando en cuenta el siguiente criterio.

Intensidad del Tránsito Pesado en un solo sentido	Tipo de carpeta
Mayor de 2000 veh/día	Mezcla en planta de 7.5cm de espesor mínimo
1000 a 2000	Mezcla en planta con un espesor mínimo de 5cm
500 a 1000	Mezcla en el lugar o planta de 5cm como mínimo
Menos de 500	Tratamiento superficial simple o múltiple.

### **1.5.1 Cemento Asfáltico**

El asfalto, llamado cemento asfáltico, es el último residuo de la destilación del petróleo. A temperaturas normales, es sólido y posee un color café oscuro.

<sup>17</sup>. Crespo Villalaz Carlos, Vías de Comunicación: Caminos ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos, 4ª edición, Limusa, México, 2011. Pág. 196.



Para poder mezclarlo con los materiales pétreos, éste debe tener una temperatura de 140 °C (Olivera, 1996). Por lo que es necesario que este sea tratado en planta.<sup>18</sup>

### **1.5.2 Rebajados asfálticos**

Los rebajados asfálticos se utilizan para fluidificar al cemento asfáltico y poderlo trabajar a menores temperaturas. Para fabricar los rebajados asfálticos, se diluye el concreto asfáltico en gasolina, tractolina, diesel o aceites ligeros. Los que son diluidos en gasolina, forman rebajados de fraguado rápido. Los que se diluyen en tractolina son de fraguado medio y los que se diluyen en diesel o en aceites ligeros son de fraguado lento. Los tres fraguados FR, FM y FL se pueden utilizar con diferentes proporciones de cemento asfáltico y de solventes.<sup>19</sup>

### **1.5.3 Emulsiones asfálticas**

Según el Ingeniero Carlos Crespo, se puede decir que todos los tipos de asfaltos provienen de la refinación del petróleo, y que este puede ser licuado rápidamente ya sea por calentamiento, mediante la adición de un solvente del petróleo o mediante la emulsificación del mismo en agua.

Cuando el asfalto es separado en partículas microscópicas, llamadas micelas y dispersadas en agua con un agente químico emulsor se convierten en una emulsión asfáltica donde las moléculas del agente emulsor rodean a las micelas. Las emulsiones asfálticas son líquidos de color chocolate casi tan fluidos como el agua y de la cual contienen entre 40% y 50%.

Si se usan emulsiones, puede existir un problema de adherencia entre el material pétreo y el cemento asfáltico ya que contienen gran cantidad de agua.

Las cargas eléctricas que recubren a las gotas de cemento asfáltico pueden favorecer dicha adherencia si existe diferencia de signos entre los áridos y las gotas de cemento.<sup>20</sup>

<sup>18</sup> Fernando Olivera Bustamante, ESTRUCTURACIÓN DE VÍAS TERRESTRES, 2ª Edición, ed. Continental, México, 1996. Pág. 186.

<sup>19</sup> Fernando Olivera Bustamante, ESTRUCTURACIÓN DE VÍAS TERRESTRES, 2ª Edición, ed. Continental, México, 1996. Pág. 186, 187.

<sup>20</sup> Crespo Villalaz Carlos, Vías de Comunicación: Caminos ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos, 4ª edición, Limusa, México, 2011. Pág. 249,250.



Las emulsiones catiónicas o ácidas están cargadas positivamente, por lo que sentirán una gran afinidad por materiales pétreos negativos. Cuando las partículas de cemento asfáltico son atraídas por la superficie del material pétreo, la emulsión deja de mantenerse estable y rompe, quedando el cemento asfáltico incorporado en forma de película fina al material pétreo y el agua queda libre para evaporarse. Las catiónicas resisten mayor humedad en los pétreos.

Las aniónicas rompen por deshidratación por lo que en temperaturas frías o húmedas el tiempo de curado se prolonga mucho. Las emulsiones pueden ser de rompimiento rápido, medio y lento dependiendo del porcentaje de cemento asfáltico (Ing. Carlos Crespo).

#### **1.5.6 Carpetas de concreto asfáltico**

Olivera define a las carpetas de concreto asfáltico como mezclas de materiales pétreos y cemento asfáltico. Como el cemento asfáltico es sólido a temperatura ambiente, es necesario calentarlo. Este aumento en la temperatura, se tiene que hacer en plantas, ya que la temperatura del cemento asfáltico necesita llegar a 140 °C y la temperatura de los materiales pétreos necesita llegar a 160°C.

Este tipo de carpetas, deben de ser construidas sobre bases hidráulicas o sobre bases asfálticas impregnadas. Si se llegan a construir sobre bases naturales con módulos de elasticidad bajos, sufrirá deformaciones ante las cargas del tránsito, la resistencia no será la deseada y su ruptura será frágil.

En las carpetas de concreto asfáltico, las normas granulométricas son muy exigentes, para conocer el contenido óptimo del concreto asfáltico se utiliza la prueba Marshall.

Para poder construir las carpetas de concreto asfáltico, se deben de seguir los siguientes pasos: <sup>21</sup>

- ❖ Elegir los bancos de material pétreo y llevarlos al laboratorio para poder elegir el banco adecuado.

<sup>21</sup> Fernando Olivera Bustamante, ESTRUCTURACIÓN DE VÍAS TERRESTRES,  
2ª Edición, ed. Continental, México, 1996. Pág. 195-198.



- ❖ Hacer el proyecto granulométrico en el laboratorio para encontrar el contenido óptimo de cemento asfáltico.
- ❖ Extraer el material.
- ❖ Proporcionar pétreos en frío a la planta de mezclado.
- ❖ Transportar el material al cilindro de calentamiento y secado donde alcanzará una temperatura entre 150 °C y 170 °C.
- ❖ Alcanzada la temperatura deseada, el material pétreo se sube a la unidad de mezclado, donde se mezcla con el cemento asfáltico que se encuentra entre los 130 °C y 140 °C.
- ❖ Llevar la mezcla al tramo con una temperatura mínima entre 110°C y 120°C. La mezcla debe descargarse en la finisher que se encarga de extenderlo y darle una ligera compactación.
- ❖ La compactación debe iniciarse a una temperatura mayor a los 90°C. con un rodillo de 7 ton. para dar un primer armado y evitar desplazamiento de la mezcla. Después con uno de 15ton. El grado mínimo de compactación es de 95% del peso volumétrico del proyecto.

### **1.5.7 Riego de Sello**

Olivera dice que una carpeta asfáltica debe ser impermeable, de no ser así, se debe dar un riego de sello. El riego de sello sirve como superficie de desgaste para mejorar el coeficiente de rugosidad. Se utiliza material pétreo del número 3 y rebajados o emulsión de rompimiento medio.

Una carpeta que tiene menos asfalto del necesario, se desgranará, en el caso contrario, el asfalto brotará a la superficie haciéndola lisa y resbaladiza.<sup>22</sup>

## **1.6 FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES**

Según Olivera, la tecnología que se ha desarrollado para pavimentos, tiene como meta evitar deterioros y fallas. Se han logrado establecer relaciones de causa - efecto, para desarrollar normas de criterio de proyecto y conservación. En pavimentos, la palabra falla se utiliza tanto para verdaderos colapsos como deterioros simples. El concepto de deterioro o

<sup>22</sup>Fernando Olivera Bustamante, ESTRUCTURACIÓN DE VÍAS TERRESTRES,  
2ª Edición, ed. Continental, México, 1996. Pág. 205.





falla está asociado al nivel de servicio que depende de la exigencia del consumidor.<sup>23</sup>

Una falla es algo que se aparta de lo que se consideró perfecto. Las fallas de los pavimentos pueden dividirse en tres grupos:

- ❖ Falla por insuficiencia estructural.
- ❖ Falla por defectos constructivos.
- ❖ Falla por fatiga.

### **1.6.1 Falla por insuficiencia estructural**

Pavimentos contruidos con material inapropiado en cuanto a resistencia. Se pueden utilizar materiales con buena calidad pero espesores insuficientes.

Esta falla se produce por la combinación de la resistencia al esfuerzo cortante de cada capa y sus espesores.

### **1.6.2 Falla por defectos constructivos**

Pavimentos bien proporcionados y con materiales de buena calidad pero que en su construcción se cometieron errores.

### **1.6.3 Falla por fatiga**

Pavimentos que originalmente estuvieron bien proporcionados y contruidos, con el paso del tiempo y la continua repetición de cargas sufren efectos de fatiga, degradación estructural, pérdida de resistencia y acumulan deformaciones.

Aparte de estos tres grupos, también se agrupan por su origen, es decir por el modo en que suceden y se manifiestan. Se separan en tres nuevos grupos que son: por fracturamiento, por deformación y por desintegración. Se relacionan con el efecto del tránsito, las características y estructuración del pavimento y el apoyo que proporciona la terracería.

---

<sup>23</sup> Fernando Olivera Bustamante, ESTRUCTURACIÓN DE VÍAS TERRESTRES, 2ª Edición, ed. Continental, México, 1996. Pág. 195-198.





Las fallas por insuficiencia estructural, defecto constructivo o fatiga pueden ser a fin de cuentas causadas por el fracturamiento, la deformación y la desintegración.

#### **1.6.4 Fallas Comunes En Los Pavimentos**

Existen distintas fallas comunes en los pavimentos, entre ellas, se encuentra el agrietamiento en “piel de cocodrilo”, deformación permanente en la superficie del pavimento, fallas por cortante, agrietamiento longitudinal, consolidación del terreno de cimentación.

##### **1.6.4.1 Agrietamiento en “Piel de cocodrilo”**

Es un agrietamiento que se extiende sobre toda la superficie de rodamiento. Se da por el movimiento excesivo de una o más capas del pavimento o por fatiga de la carpeta. Es común en pavimentos construidos en terracerías resilientes. Es típico de bases débiles o insuficientemente compactadas. Puede formarse en lugares donde existe el congelamiento o en lugares que se requiere subdrenaje.

Este fenómeno puede ser progresivo generando la destrucción del pavimento, que comienza por desprenderse de la carpeta y la remoción de los materiales granulares expuestos. Es importante estudiar la causa, ya que si es por fatiga el progreso es muy lento, en cambio si es por deficiencia estructural o por exceso de agua el progreso es muy rápido.

##### **1.6.4.2 Deformación Permanente En La Superficie Del Pavimento**

De acuerdo con Olivera, la deformación permanente en la superficie del pavimento está asociada al aumento de compacidad en las capas de base o sub - base, debida a cargas excesivas, cargas repetidas o rotura de granos. También puede darse por consolidación en la subrasante.

Por lo general, el ancho del surco es mayor al ancho de una llanta.

##### **1.6.4.3 Fallas Por Cortante**

Se debe a la falta de resistencia al esfuerzo cortante de la base o sub - base. En rara ocasión por falta de resistencia en la subrasante. Generalmente se hacen surcos profundos y bien marcados cuyo ancho no excede al de una llanta.



#### **1.6.4.4 Agrietamiento longitudinal**

Grietas longitudinales de una abertura aproximada de 0.5 cm. en el área de circulación de las cargas más pesadas. Se deben a movimientos en las capas del pavimento en dirección horizontal. Este fenómeno, se da en la base, en la sub - base y con regularidad en la subrasante. El fenómeno se da por congelamiento, deshielo o por cambios volumétricos en la variación de agua en la subrasante.

#### **1.6.4.5 Consolidación Del Terreno De Cimentación**

La consolidación del terreno de cimentación produce distorsión del pavimento independientemente de los espesores o de su condición estructural. Se pueden producir agrietamientos longitudinales y agrietamientos con trayectoria circular.



## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



## OBJETIVO

El presente capítulo tiene la finalidad de dar a conocer lo referente a la problemática presentada en la zona conurbada de la carretera México- Cuautla para dar una solución óptima, así como también los alcances, limitaciones y objetivos, a los cuales se llegaron en este trabajo de Tesis.



## 2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hacer construcciones rápidas, sólidas, bellas y económicas, es el sueño que durante mucho tiempo ha desvelado a ingenieros, diseñadores e inversionistas de todo el mundo debido a las diferentes y crecientes demandas de la sociedad y el continuo crecimiento poblacional, los que requieren de viviendas, vías de comunicación y servicios públicos dentro de las necesidades más esenciales.

En particular, las vías de comunicación son de gran importancia para la sociedad, ya que necesitan de trasladarse en todo momento a sus trabajos, escuelas, hospitales, hogares por mencionar algunos. Lo anterior se vuelve caótico debido al problema que tienen las grandes ciudades la cual México no es la excepción ya que alberga a más de 19 millones de habitantes que diariamente se trasladan a sus deberes, particulares causando uno de los grandes dolores de cabeza, “el congestionamiento vial” el cual es posible apreciar sin ninguna dificultad en distintos puntos de nuestra ciudad en horas pico, ya que se ha vuelto costumbre observar como los principales ejes y vías rápidas se convierten en un estacionamiento urbano a vuelta de rueda.

Tal es el caso y razón principal para el desarrollo de este trabajo, el problema que se localiza al sur-oriental del Estado de México en la zona de traslados en la carretera federal México-Cuatla y la zona conurbada de Ixtapaluca-Chalco dado el crecimiento acelerado y desmesurado en estas zonas del estado de México.<sup>24</sup>

El cual hoy en día se ha visto rebasada e insuficiente ante la gran cantidad de vehículos que diariamente la transitan produciendo incrementos en los tiempos de viaje, consumo excesivo de combustible, trayendo consigo una serie de efectos negativos:

---

<sup>24</sup> Proyecto “Vialidades de la Zona Oriente Construcción del Circuito Vial San Marcos Huixtoco”



- Pérdida del tiempo de los automovilistas y pasajeros ("coste de oportunidad"). Como una actividad no productiva
- Retrasos, lo cual puede resultar en la hora atrasada de llegada para el empleo, las reuniones, y la educación, lo que al final resulta en pérdida de negocio, medidas disciplinarias u otras pérdidas personales.
- Desperdicio de combustible, aumenta la contaminación en el aire y las emisiones de dióxido de carbono (que puede contribuir al calentamiento global), debido al aumento de ralentización, aceleración y frenado. Aumento del uso de combustibles, en teoría, también puede causar un aumento de los costes de combustible.
- El desgaste de los vehículos como consecuencia de la ralentización en el tráfico y la frecuencia de aceleración y frenado, lo que hace más frecuentes que se produzca reparaciones y reemplazos.
- Automovilistas frustrados, el fomento de la ira de carretera y la reducción de la salud de los automovilistas dado también por la educación vial y clima.

## 2.2 OBJETIVO GENERAL

Por la problemática expuesta, la tesis que se presenta, desarrollara el tema sobre la Construcción del Circuito Vial, con lo cual quedara resuelto el problema que se presenta cotidianamente en la zona en las horas pico.

En lo que se refiere al trazo y construcción de una carpeta a base de un pavimento flexible, este describirá las definiciones de carretera y todas aquellas más necesarias para su comprensión, sus características y método de construcción, así como todas aquellas especificaciones necesarias para poder cumplir con los requisitos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, también se describirán las consideraciones físicas, geográficas, económicas y sociales que intervienen en el diseño y construcción, los cuales varían dadas las características del lugar, suelo y condiciones climatológicas.



### 2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al final de este trabajo se pretende ampliar los conocimientos del que suscribe, así también como de toda aquella persona que tenga contacto con este trabajo. Se deberá comprender detalladamente todo el procedimiento de un buen desarrollo para la construcción de carreteras, así también como anteriormente se dijo obtener resultados que puedan dar una mayor comprensión y resultados que ayuden en el análisis y diseño de una carpeta.

Dentro de los objetivos específicos se pretende presentar la problemática que existe en cuanto a la circulación de vehículos en el camino, al mismo tiempo, satisfacer las necesidades de la comunidad, proporcionar al tránsito proveniente una vía más rápida y segura para el transporte humano y de productos. Se busca la mejor solución al menor costo para modernizar la vialidad. Se tiene que evitar en la medida que sea posible los impactos negativos al medio ambiente.

### 2.4 JUSTIFICACIÓN

La elaboración de esta tesis contempla dos objetivos principales, el primero de ellos es poder dar al lector un conocimiento más amplio de las características, condiciones y métodos que se emplean en la construcción de una carretera a base de pavimento flexible, así también todos y cada uno de los reglamentos, leyes y restricciones que deberá tomar en cuenta para poder realizar el diseño del mismo.

El segundo objetivo es poder estudiar y comprender más a fondo tanto el diseño como la construcción y así poder realizar más estudios y pruebas que puedan dar un mayor desarrollo a la tecnología en la construcción de vías de comunicación.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup>Elaboración Propia.



## 2.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

A continuación se cita una serie de **Alcances** que se pretenden realizar en este trabajo.

- ❖ Tener el conocimiento de pavimentos flexibles
- ❖ Conocer las etapas de construcción de un camino y;
- ❖ Las pruebas de laboratorio que se realizan en los mismos
- ❖ Contar con los resultados obtenidos y tomar en cuenta las obras básicas para una vialidad.
- ❖ Se estudiarán los procesos de pavimentación sin dejar a un lado las fallas básicas que se presentan en los pavimentos flexibles.

Se consideran las **Limitaciones** que se presentan a continuación:

- ❖ Este proyecto no incluye la conservación en pavimentos flexibles
- ❖ Tampoco se enfoca en la ingeniería de tránsito.
- ❖ Solamente, se considera la construcción de la Primera Etapa del Circuito Vial
- ❖ Por último, por razones de la empresa constructora, no se evalúa este proyecto económicamente.

## 2.6 DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO VIAL

EL Circuito Vial San Marcos Huixtoco con salida a la Autopista México - Puebla (Primera Etapa) es una obra de gran importancia en infraestructura vial con la finalidad de solucionar y agilizar el tránsito vehicular en esta zona ya que ha crecido a pasos agigantados la mancha urbana. En proyectos como este y de cualquier índole se requieren de resultados calificados en tiempos y espacios reducidos, que deben resolverse con simplicidad de operación y costo.





La dependencia ejecutora de dicha obra es la Junta de Caminos del Estado de México, teniendo como oficinas la Residencia Regional Texcoco, siendo esta la encargada de llevar a cabo las obras que corresponden a su jurisdicción de acuerdo a la repartición de caminos y con inversión de Gobierno Estatal y Federal en la parte nor-oriental y sur-oriental del Estado de México.

Esta dependencia es la encargada de la construcción, explotación, conservación y mantenimiento; la obra una vez licitada y generado el concurso de acuerdo a la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, la licitación es ganada por: Virgo Caminos y Construcciones S.A. de C.V. esta constructora ganó el concurso por presentar un proyecto con las soluciones más favorables que demanda este tipo de construcción, con un sistema constructivo y programa de obra que es satisfactorio para la vialidad, además de contar con amplia experiencia en caminos.<sup>26</sup>

Esta obra se hace para mejorar el flujo vehicular a la carretera México-Cuatla con la intersección de San Marcos Huixtoco, los vecinos y usuarios solicitaron una solución vial que permita agilizar el cruce con la autopista México-Puebla, y tener un mejor acceso a lo que es el nuevo Circuito exterior Mexiquense.

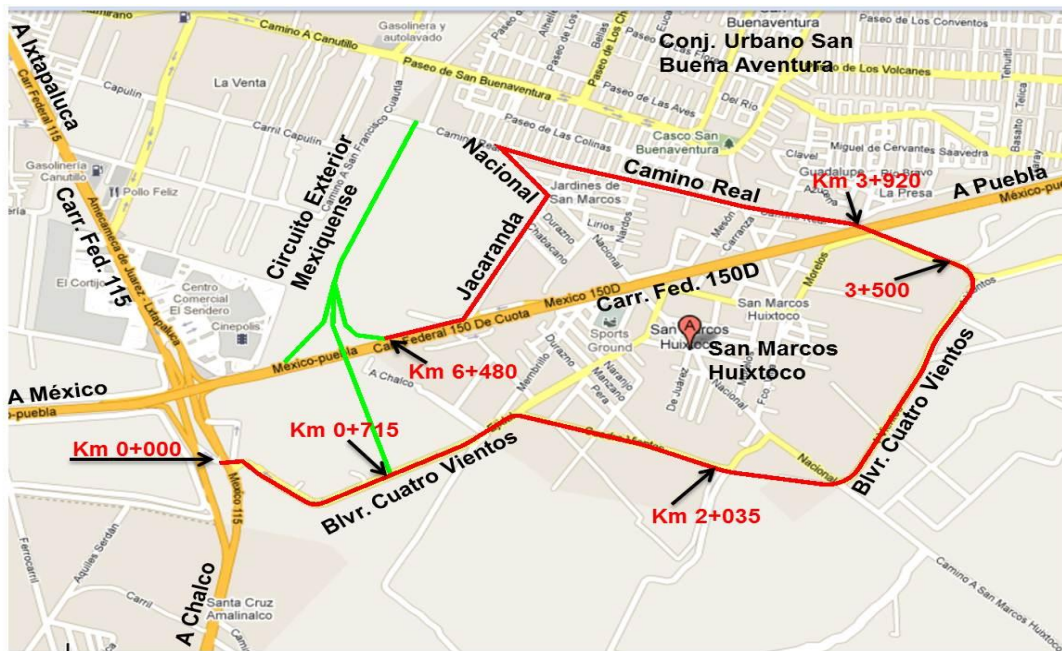
---

<sup>26</sup> Proyecto "Vialidades de la Zona Oriente Construcción del Circuito Vial San Marcos Huixtoco"

MAPA DONDE SE OBSERVA LO QUE RECORRERÁ EL CIRCUITO VIAL SAN MARCOS HUIXTOCO

## 2.7 DATOS GENERALES

El proyecto contempla dos etapas que consisten en habilitar 6.48 km de vialidad, que es a longitud total que va a tener el circuito completo



❖ El proyecto consiste en dos etapas

**Primera Etapa:** Consiste en habilitar aproximadamente 3.25 km de lo que será el circuito completo.

La Etapa I fue dividida en los siguientes 5 tramos:

- ❖ **Tramo I.**-Del km 0+000 al km 0+500.
- ❖ **Tramo II.**-Del km 2+000 al km 2+500.
- ❖ **Tramo III.**-Del km 3+420 al km 3+908.
- ❖ **Tramo IV.**-Del km 4+380 al km 6+182.

Período de vida útil del pavimento:	10 Años
Tasa de crecimiento anual del tránsito ( r ):	3.00 %



Tránsito diario promedio anual (TDPA):	33,931 Vehículos
Número de carriles en ambas direcciones:	4
Coefficiente de distribución carril de proyecto:	0.45
TDPA en el carril de proyecto:	15,269 Vehículos
Nivel de confianza:	85 %
Tipo de camino:	"C"
Ancho promedio de corona:	8 m por cuerpo (16 m en total)

Emisión de fallo: 2011.

Inicio de construcción programada: 22 de Junio de 2011

Inicio de operación programada: 10 de Diciembre de 2011<sup>27</sup>

Avance: Se tiene terminado el circuito vial al 90% y en espera de comenzar con la segunda etapa



<sup>27</sup> Proyecto "Vialidades de la Zona Oriente Construcción del Circuito Vial San Marcos Huixtoco"



### **III. ESTUDIOS PRELIMINARES**



## **OBJETIVO:**

Los estudios preliminares consisten en agrupar, dentro del análisis técnico, de manera armónica y coordinada, todos los factores geográficos – físicos, económico – sociales y políticos que caracterizan a una determinada región.

El objetivo de lo anterior es el de descubrir claramente la variedad de problemas y deficiencias de toda índole, las zonas de mayor actividad humana actual y aquellas económicamente potenciales, para dar, por ultimo como resultante, un estudio previo de las comunicaciones como instrumento eficaz para ajustar, equilibrar, coordinar y promover el adelanto más completo de la zona considerada, tanto en si misma cuando en sus ínter influencias regionales, nacionales y continentales.

La conclusión da a conocer los grandes lineamientos de una obra vial por ejecutar, todo con fundamento en la demanda de caminos deducida de las condiciones socio – económica – políticas prevalecientes.



### 3.1 CONSIDERACIONES GEOGRÁFICAS – FÍSICAS

Las consideraciones geográficas – físicas, así como los aspectos económicos – sociales que serán vistos más adelante, son de gran relevancia ya que ellos nos proporcionarían las bases para poder definir el tipo de camino necesario para esta zona en particular.

Para la realización de las consideraciones geográficas – físicas, se tomaron en cuenta todas y cada una de las características geográficas y físicas de la región donde se construyó el proyecto carretero. A continuación se tratará de mencionar las características primordiales que se tomaron en cuenta.

Una vez ubicada el área total de la región que se destinó a nuestra carretera, se procedió a ubicar los límites naturales, como los son: cauces naturales, terrenos ejidales, zonas comerciales así como zonas habitacionales, a continuación se procedió a delimitar con los límites de los municipios, es decir, cuáles y cuántos son los municipios por donde se trazara el camino. Se mencionara también todos los tipos de topografía del terreno por donde se consideró el trazo, así también los rumbos, latitudes, longitudes y las superficies que ocupan cada uno de los diferentes tipos de terreno.<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> Proyecto “Vialidades de la Zona Oriente Construcción del Circuito Vial San Marcos Huixtoco”





Se consideraron las condiciones climatológicas, meteorológicas, edafológicas, hidrológicas y de vegetación natural.

Una vez recopilada y organizada toda esta información, se procedió a establecer diferentes zonas de terreno de acuerdo con la similitud de sus características naturales como lo son: tipo de terreno, las condiciones climáticas, etc. esto para poder tener el conocimiento real de que actividades realizaremos dentro de nuestras diferentes zona, así también poder utilizar los recursos con mayor ahorro y eficiencia.

### 3.2 ASPECTOS ECONÓMICOS Y SOCIALES.

Desde el punto de vista de la evaluación económica – social de los proyectos carreteros y atendiendo a sus características físicas, financiamiento y nivel de participación en los objetivos de desarrollo.

En este tipo de proyecto utilizo, para su evaluación el criterio del beneficio para la colectividad. Se consideraron los costos por habitante servido, así como los elementos de **carácter social** que se logra, como, asistencia médica, educación, cultura, etc.<sup>29</sup>

Se evaluó mediante el criterio de rentabilidad económica. Se tienen como principales efectos los ahorros en costos de operación, disminución del tiempo de recorrido, aumento de la velocidad de operación. De la misma manera, una ruta alterna más corta o el mejoramiento en las especificaciones hacen abatir el tiempo de recorrido.

---

<sup>29</sup> Proyecto "Vialidades de la Zona Oriente Construcción del Circuito Vial San Marcos Huixtoco"



### **3.3 MÉTODO DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DE ZONAS**

#### **VITALES**

El método de planeación adoptado para cada una de las sub-zonas, combina un sub-procedimiento analítico con otro gráfico. El primero, un estudio socioeconómico, tuvo como finalidad descubrir y valorar las características de población, el grado de aprovechamiento de los recursos naturales, el rendimiento obtenido de las diferentes actividades productivas y los niveles de consumo; en resumen, la investigación a tenido por objeto mediante la comparación de ciertos coeficientes, encontrar las categorías de cada zona, según la mayor o menor actividad humana que realicen, para después asignarles prioridades en la construcción de caminos.

En cuanto a población se refiere, fue necesario conocer sus tendencias generales de crecimiento, su distribución en núcleos urbanos, suburbanos o rurales, su estructura ocupacional y su repartición sobre la superficie considerada; el cuadro total así obtenido se completó tratando los aspectos sanitarios – asistenciales, mortalidad por enfermedades endémicas, alfabetización, educación y características habitacionales.<sup>30</sup>

#### **3.4 ECONOMÍA DE CAMINOS.**

Los gobiernos dedican los fondos públicos al mejoramiento de carreteras porque estas benefician a la sociedad, ya sea a toda o bien una parte. Los buenos sistemas de transporte elevan el nivel de toda la economía

---

<sup>30</sup> Proyecto "Vialidades de la Zona Oriente Construcción del Circuito Vial San Marcos Huixtoco"





proporcionando un transporte expedito de las mercancías; ayudan en mucho a los problemas de la defensa nacional, hacen más sencillas la prestación de servicios comunales tales como la policía y la protección contra incendios, las atenciones médicas, los servicios escolares y la entrega de correo; abren mayores oportunidades para la diversión y el recreo (turismo).

Las carreteras benefician al terrateniente debido a que un sencillo acceso hace a su propiedad más valiosa. Por otra parte el mejoramiento de las carreteras absorbe dinero que podría ser utilizado para otros propósitos productivos por los individuos o por el gobierno. Pueden ser justificadas solamente si en resumen, las consecuencias son favorables; esto es, si las reducciones de costos a los usuarios de carreteras y a otros beneficiarios del mejoramiento exceden los costos, incluyendo cierto margen para la recuperación del dinero invertido.

#### **3.4.1 Costos de Carreteras.**

El primer costo total en la mejora de un tramo de carretera incluye los gastos de diseño y de ingeniería, los gastos para adquirir los derechos de vía y los costos de construcción del camino, estructuras y pavimentos. La selección de los tipos de costos que se incluyen o se excluyen de los estudios económicos requiere un análisis directo y cuidadoso. Un tratado detallado no es posible presentarlo en esta tesis. Sin las consideraciones más importantes son las siguientes:

- ❖ De acuerdo a la demanda del tránsito, las especificaciones deben clasificar a las obras para que las características



geométricas que marquen a cada una de ellas, estén de acuerdo a las necesidades y los costos de operación.

- ❖ Esto registrará las características de pendiente, curvatura, número de carriles o vías paralelas.
- ❖ Lo cual está en íntima relación al volumen de carga y tipo de maquinaria utilizada.
- ❖ Es necesario elaborar el proyecto geométrico en el cual se desarrolla la curva masa para los acarrees de materiales.
- ❖ Se deben seleccionar los bancos de materiales de la mejor calidad y que al mismo tiempo tengan los tratamientos y acarrees más económicos.
- ❖ En las obras de drenaje se deben considerar los costos de construcción y conservación.
- ❖ Los precios unitarios deben de ser justos para que los contratistas no compensen los precios bajos con mala calidad de la obra.
- ❖ El contrato se debe adjudicar al contratista que presente el precio más real.
- ❖ El factor económico está presente desde la planeación hasta la operación de las obras.<sup>31</sup>

### **3.5 CÁLCULO DE UN PRECIO UNITARIO DE PROYECTO**

La descripción y el procedimiento que se desarrollara a continuación es un cálculo realizado apegándose a la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionadas con las Mismas con el cual se rige esta obra.

---

<sup>31</sup> Ricardo Rodríguez Cordero, Apuntes de la Asignatura de "Estructuras de Pavimentos" impartida En la FES Aragón, en la Carrera de Ingeniería Civil



Para el ejemplo de este, se tomara el cálculo del precio unitario de:

**CONCRETO HIDRAULICO DE F'C=200 KG/CM<sup>2</sup> En losas de obras de drenaje**

Para el cálculo de todos los precios unitarios del Catalogo de Conceptos se hace un listado de todos los insumos que intervendrán en la propuesta para en catalogo de conceptos como se muestra a continuación:

**LISTADO DE INSUMOS**

Código	Concepto	Unidad	Precio
<b>1</b>	<b>MATERIALES</b>		
LLDI002	LLANTAS PARA CAMION	JGO	\$28,000.00
LLDI005	LLANTAS PARA GRUA	JGO	\$50,000.00
LLDI01	LLANTAS BARREDORA	JGO	\$12,000.00
LLDI015	LLANTAS PARA MOTOCONFORMADORA	JGO	\$30,000.00
LLDI027	LLANTAS PARA PAVIMENTADORA	JGO	\$48,000.00
LLDI057	LLANTAS PARA RETROEXCAVADORA	JGO	\$26,000.00
LLDI101	LLANTAS PARA CAMIONETA	JGO	\$6,800.00
LLDI68	LLANTAS DE COMPACTADOR NEUMATICO	JGO	\$31,500.00
LLDI75	LLANTAS PARA RODILLO VIBRATORIO	JGO	\$12,300.00
LLGA001	LLANTAS PARA REVOLVEDORA	JGO	\$1,750.00
LLGA106	LLANTAS PARA PINTA RAYAS	JGO	\$1,200.00
M0001	CEMENTO GRIS	TON	\$1,800.00
M0911	LLANTAS ESPARCIDORA	JGO	\$15,000.00
MAACER001	ACERO DE REFUERZO	kg	\$11.80
MAACER002	CLAVO DE 2 1/2" A 4"	kg	\$17.40
MAACER003	ALAMBRE RECOCIDO	kg	\$17.00
MAACER100	ACERO ESTRUCT.A-36	kg	\$12.50
MAACER101	TUBO DE ACERO ESTRUCTURAL A-36	kg	\$19.08
MAAGR001	ARENA	M3	\$185.00
MAAGR002	GRAVA PARA CONCRETOS	M3	\$175.00
MAAGR006	PIEDRA BRAZA	M3	\$85.00
MAAGREGA	MATERIAL DE BANCO PARA BASE O SUB	M3	\$60.00
	BASE		
MAAGUA	AGUA	M3	\$15.00
MAASF001	EMULSION PARA LIGA	LT	\$5.20
MAASF002	MEZCLA ASFALTICA	TON	\$812.00
MAASF003	EMULSION PARA IMPREGNACION	LTO	\$5.20
MAASF004	BASE ASFALTICA	TON	\$800.00
MABOL	VALVULA DE BOLA	PZA	\$49.90
MACART	CARTON ASFALTADO	M2	\$8.80
MACARTE	CARTELERA DE 5.00 X 3.00	PZA	\$37,500.00
MACELOTEX	CELOTEX	M2	\$19.22



CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO VIAL SAN MARCOS HUIXTOCO  
CON SALIDA A LA AUTOPISTA MÉXICO-PUEBLA (PRIMERA ETAPA).



MACOLLA	COLLARIN DE BRONCE	PZA	\$75.00
MACOMB01	DIESEL	LTO.	\$8.21
MACOMB02	GASOLINA	LTO	\$7.90
MACOMB03	ACEITE	LTO	\$55.00
MACONC100	CONCRETO PREMEZCLADO	M3	\$785.00
	F'C=100KG/CM2		
MACONC150	CONCRETO PREMEZCLADO	M3	\$785.00
	F'C=150KG/CM2		
MACONC200	CONCRETO PREMEZCLADO	M3	\$845.00
	F'C=200KG/CM2		
MACONC250	CONCRETO PREMEZCLADO	M3	\$920.00
	F'C=250KG/CM2		
MACONECT	CONECTOR CUERDA INTERIOR	PZA	\$70.28
MAELEC	MOVIMIENTO Y REUBICACION DE POSTES	PZA	\$10,000.00
MAEMULSBS	EMULSION MOD SBS	LTO	\$8.50
MAFILT	MATERIAL DE BANCO PARA FILTRO	M3	\$40.00
MAHER001	SOLDADURA E-7018 DE 1/8" A 1/4"(3 A	KG	\$31.40
	6MM)		
MAINSER	LLAVE INSERCCION	PZA	\$92.59
MAJAR001	TIERRA VEGETAL NEGRA O LAMA	M3	\$210.00
MAJAR015	PASTO EN ROLLOS	M2	\$25.00
MAKITEC	TUBERIA KITEC DE 1/2"	M	\$20.00
MALLABA	LLAVE DE BANQUETA	PZA	\$92.59
MAMAD001	MADERA DE PINO DE 2a.	PT	\$7.65
MAMOVAGUA	MOVIMIENTO Y REUBICACION DE LINEA	ML	\$425.00
	DE AGU		
MAMOVTEL	MOVIMIENTO Y REUBICACION DE LINEAS	ML	\$100.00
	TELEF		
MANEOPRE	NEOPRENO DE 30X40X4.1CM	PZA	\$659.00
MANEOPRE2	NEOPRENO DE 30X40X5.3CM	PZA	\$898.00
MAPAD15	TUBERIA PAD DE 15CM	ML	\$63.96
MAPAD30	TUBERIA PAD 30CM	ML	\$238.44
MAPAD38	TUBERIA PAD 38CM	ML	\$349.56
MAPAD45	TUBERIA PAD 45CM	ML	\$513.60
MAPAD61	TUBERIA PAD 61CM	ML	\$875.52
MAPINT001	MICROESFERA	KG	\$19.00
MAPINT020	SOLVENTE	LTO	\$18.00
MAPINTURA	PINTURA TRANSITO	LTO	\$54.00
MAPVC3	TUBO DE PVC DE 3"	m	\$23.75
MAPVC4	TUBO DE PVC DE 4" DE DIAM	ML	\$30.25
MASELLA	SIKAFLEX 1-A	CARTUC	\$90.00
MASELLO3-E	SELLO 3-A PREMEZCLADO	M3	\$380.00
MASEÑIN13	SEÑAL DE 3.05 X1.22 MTX BANDERA	PZA	\$15,384.00
	SENCILLA		
MASEÑOD5	SEÑAL OD DE 61X122CM	PZA	\$617.69
MASEÑSID	SEÑAL SID DE 40X178CM	PZA	\$1,547.50
MASEÑSID14	SEÑAL SID DE 122X305CM BANDERA	PZA	\$24,560.00
	DOBLE		
MASEÑSII	SEÑAL SII DE 30X120CM	PZA	\$550.00
MASEÑSII2	SEÑAL SII DE 30X76CM	PZA	\$450.00
MASEÑSIR	SEÑAL SIR DE 71X178CM	PZA	\$1,638.00



CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO VIAL SAN MARCOS HUIXTOCO  
CON SALIDA A LA AUTOPISTA MÉXICO-PUEBLA (PRIMERA ETAPA).



MASEÑSIS	SEÑAL SIS DE 71X71CM	PZA	\$1,150.00
MASEÑSP2	SEÑAL SP DE 71X71CM	PZA	\$1,250.00
MASEÑSR1	SEÑAL SR DE 30CM POR LADO	PZA	\$817.08
MASEÑSR2	SEÑAL SR DE 71X71CM	PZA	\$1,150.00
MASUBRAS	MARERIAL DE BANCO PARA SUBRASANTE	M3	\$40.00
MATAB001	TABIQUE ROJO RECOCIDO	PZA	\$1.60
MATABLE	TABLETA PRESFORZADA L=15.75, D=0.5, A=1.	PZA	\$24,850.00
MATERRA	MATERIAL DE BANCO PARA TERRAPLEN	M3	\$30.00
MATUBO	TUBO DE 120CM REFORZADO	m	\$2,523.89
MO001	PEON	JOR	\$276.59
MO002	AYUDANTE GENERAL	JOR	\$321.65
MO003	AYUDANTE DE OPERADOR	JOR	\$321.65
MO007	OFICIAL ALBANIL	JOR	\$413.58
MO008	OFICIAL FIERRERO	JOR	\$413.58
MO009	OFICIAL CARPINTERO DE OBRA NEGRA	JOR	\$413.58
MO016	OFICIAL RASTRILLERO	JOR	\$413.58
MO017	OFICIAL SOLDADOR DE 1a.	JOR	\$421.47
MO018	OFICIAL PLOMERO	JOR	\$416.37
MO019	OFICIAL PINTOR	JOR	\$413.58
MO020	OFICIAL COLOCADOR	JOR	\$416.37
MO022	OPERADOR DE EQUIPO MENOR	JOR	\$321.65
MO023	OPERADOR DE VEHICULO	JOR	\$321.65
MO024	OPERADOR DE CAMION VOLTEO	JOR	\$472.06
MO025	OPERADOR DE GRUA	JOR	\$513.85
MO026	OPERADOR DE BARREDORA	JOR	\$472.06
MO027	OPERADOR DE PINTA RAYA	JOR	\$463.69
MO028	OPERADOR DE CAMION PIPA	JOR	\$472.06
MO029	OPERADOR DE PETROLIZADORA	JOR	\$472.06
MO030	OPERADOR DE COMPACTADOR	JOR	\$513.85
MO050	OPERADOR PERFILADORA	JOR	\$739.48
MO052	OPERADOR DE MOTOCONFORMADORA	JOR	\$463.69
MO053	OPERADOR DE TRACTOR	JOR	\$463.69
MO055	OPERADOR DE EXCAVADORA	JOR	\$555.62
MO058	OPERADOR DE PAVIMENTADORA	JOR	\$714.39
MO082	CABO DE OFICIOS	JOR	\$707.76
MO083	SENSORISTA	JOR	\$772.04
MO12	OP. ESPARCIDOR	JOR	\$346.70
%MO	HERRAMIENTA MENOR	%MO	
CF011	PERFILADORA	HRS	\$422.18
CF025	ESPARCIDORA	HRS	\$265.35
CFDI001	CAMION VOLTEO	HRS	\$95.21
CFDI002	CAMION PIPA	HRS	\$105.17
CFDI003	CAMION PETROLIZADORA	HRS	\$112.65
CFDI005	GRUA DE 75 TON.	HRS	\$215.42
CFDI006	GRUA HIDRAULICA DE 60 TON	HRS	\$196.58
CFDI06	BARREDORA PARA CARRETERA	HRS	\$67.01
CFDI104	EXCAVADORA	HRS	\$292.59
CFDI123	MOTOCONFORMADORA	HRS	\$411.87
CFDI141	PAVIMENTADORA	HRS	\$412.00



CFDI160	RETROEXCAVADORA	HRS	\$141.82
CFDI164	TRACTOR	HRS	\$825.87
CFDI187	GRUA HIAB	HRS	\$177.94
CFDI42	COMPACTADOR ASFALTICO	HRS	\$250.19
CFDI63	COMPACTADOR NEUMATICO	HRS	\$106.83
CFDI79	RODILLO VIBRATORIO	HRS	\$242.12
CFGA100	REVOLVEDORA	HRS	\$16.54
CFGA101	CAMIONETA PICK-UP	HRS	\$60.61
CFGA106	PINTA RAYAS	HRS	\$64.20
CFGA107	COMPACTADOR DE IMPACTO TIPO (BAILARINA)	HRS	\$24.04
CFGA109	VIBRADOR PARA CONCRETO	HRS	\$15.55
CFGA110	SOLDADORA	HRS	\$20.43
CFGA204	BOMBA AUTOCEBANTE	HRS	\$1.53
CFNO004	EQUIPO DE OXI-ACETILENO	HRS	\$3.46
CFSIE	MOTORSIERRA	HRS	\$10.94

### **INTEGRACION DEL COSTO HORARIO DE: VIBRADOR PARA CONCRETO**

- ❖ Después de tener el Listado de Insumos que intervendrán, se procede a él cálculo de los **Costos Horario** de la maquinaria que intervendrá en la propuesta, aunque para el cálculo de este precio solo se utilizara el costo horario del **VIBRADOR PARA CONCRETO**.
- ❖ Para el cálculo de este costo horario se utilizaran de el listado de insumos algunos conceptos como: lubricante y combustible, cabe señalar que dependiendo del tipo de maquinaria se utilizaran diferentes conceptos del listado anterior, y que algunos valores que se requieren para el cálculo de este se requerirán de la ficha técnica que solo el fabricante nos podrá proporcionar.
- ❖ Los datos anteriores son necesarios ya que a partir de estos se desprenden os cargos fijos de la maquinaria como lo son: depreciación, inversión, seguros y mantenimiento; y los cargos por



consumos que para este caso solo intervendrá el lubricante y el combustible, y en algunos casos cargos por operación.

A continuación se muestra el cálculo del costo horario para **VIBRADOR PARA CONCRETO**.

### INTEGRACION DEL COSTO HORARIO DE: VIBRADOR PARA CONCRETO

CODIGO:	EQGA109		
MAQUINA:	VIBRADOR PARA CONCRETO		
MODELO:	1 1/2	INDICADOR ECONOMICO DE REFERENCIA:	
CAPACIDAD:	4 H.P.	TIIE A 28 DIAS	
PRECIO DE ADQUISICION:	\$64,000.00	VIDA ECONOMICA EN AÑOS:	3.00
PRECIO JUEGO LLANTAS:		HORAS POR AÑO (Hea):	2400 Hrs
EQUIPO ADICIONAL:		VIDA ECONOMICA (Ve):	7200 Hrs
VIDA ECONOMICA DE LLANTAS:	0 Hrs	POTENCIA NOMINAL	4 HP
PRECIO PZAS ESPECIALES. (Pe):		COSTO COMBUSTIBLE(Pc):	7.9 /Lts
VIDA ECONOMICA PZAS ESPEC.(Va):	0 Hrs	COSTO LUBRICANTE(Pa): ACEITE	55 /Lts
VALOR DE LA MAQUINA (Vm):	\$64,000.00	FACTOR DE OPERACION (Fo):	80.00%
VALOR DE RESCATE (Vr):	10%	\$6,400.00	
TASA DE INTERES (i):	4.84%	POTENCIA DE OPERACION (Po):	3.20
PRIMA DE SEGUROS (s):	3%	FACTOR DE MANTENIMIENTO (Ko):	0.80
SALARIO REAL DEL OPERADOR(Sr):		COEFICIENTE COMBUSTIBLE(Fc):	0.1340
SALARIO POR OPERACION(So):		COEFICIENTE LUBRICANTE(Fa):	0.0075
HORAS EFECTIVAS DE TRABAJO POR TURNO (Ht):		CAPACIDAD DEL CARTER (CC):	1.00
TIEMPO ENTRE CAMBIO DE LUBRICANTE(Ca):	160	FACTOR DE RENDIMIENTO (Fr):	1
<b>CARGOS FIJOS</b>		<b>ACTIVA</b>	
a).- DEPRECIACION..... $D = (Vm - Vr) / Ve = 64,000.00 - 6,400.00 / 7,200.00 =$		51.45%	
b).- INVERSION..... $Im = (Vm + Vr) * i / 2Hea = (64,000.00 + 6,400.00) * 0.0484 / 2 * 2,400.00 =$		4.57%	
c).- SEGUROS..... $Sm = (Vm + Vr) * S / 2Hea = (64,000.00 + 6,400.00) * 0.03 / 2 * 2,400.00 =$		2.83%	
d).- MANTENIMIENTO.... $M = Ko * D = 0.80 * 8.00 =$		41.16%	
<b>SUMA CARGOS FIJOS</b>		<b>100.00%</b>	
<b>CONSUMOS</b>			
a).- COMBUSTIBLE..... $Co = Fc * Po * Pc = 0.134 * 3.20 * 7.9 =$		67.13%	
b).- OTRAS FUENTES DE ENERGIA..... $= 0 * 0 =$ \$0.00			
c).- LUBRICANTE..... $Lb = [(Fa * Po) + CC / Ca] * Pa = [(0.0075 * 3.20) + 1 / 160] * \$55 / Lt. =$		32.87%	
d).- LLANTAS..... $N = Pn / Vn = \$0.00 / 0.00 =$			



CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO VIAL SAN MARCOS HUIXTOCO  
CON SALIDA A LA AUTOPISTA MÉXICO-PUEBLA (PRIMERA ETAPA).



e).- PIEZAS ESPECIALES:.....Ae = Pe/Va = \$0.00 / 0			
=			
<b>SUMA DE CONSUMOS</b>			<b>100.00%</b>
<b>COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA</b>			<b>\$20.60</b>

### INTEGRACION DEL COSTO BASICO

- ❖ Una vez obtenido el costo horario a utilizar, para la matriz del precio unitario, se procede al cálculo de los costos básicos, este costo es el que se calcula normalmente para calcular los costos de la MANO DE OBRA, MATERIALES, Y EQUIPO, QUE EN ALGUNAS MATRICES DE PRECIOS UNITARIOS SE REPITEN, y con el fin de facilitar estos precios se calcula para las diferentes matrices.
- ❖ En el cálculo de este se incluyen los rendimientos de la mano de obra así como las cantidades a utilizar de los insumos para el cálculo.
- ❖ Para calcular e integrar el cálculo de los Costos Básicos se requiere de la integración de los, INSUMOS Y COSTOS HORARIOS.

<b>CUADRILLA No. 4 (1ALBANIL+1AYTE.)</b>						
<b>Análisis:</b>	<b>CUAD004</b>	<b>JOR</b>	<b>PRECIO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>%</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
MO007	OFICIAL ALBANIL	JOR	\$413.58	1.000000	\$413.58	49.82%
MO002	AYUDANTE GENERAL	JOR	\$321.65	1.000000	\$321.65	38.74%
MO082	CABO DE OFICIOS	JOR	\$707.76	0.100000	\$70.78	8.53%
<b>SUBTOTAL:</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				<b>\$806.01</b>	<b>97.09%</b>
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
%MO	HERRAMIENTA MENOR	%MO	\$806.01	0.030000	\$24.18	2.91%
<b>SUBTOTAL:</b>	<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>				<b>\$24.18</b>	<b>2.91%</b>
Costo Directo:					<b>\$830.19</b>	
(* OCHOCIENTOS TREINTA PESOS 19/100 M.N. *)						





## INTEGRACION DEL ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

- ❖ Una vez obtenidos los valores del listado de insumos, costos horarios de la maquinaria a utilizar, y la mano de obra que intervendrán en la matriz del precio unitario, se analizara a este, con los valores ya obtenidos.
- ❖ Para calcular este precio unitario es importante detallar a fondo las características del precio unitario para que de esta forma pueda quedar de una más clara la utilización del concepto, a continuación se describe el concepto completo con características y procesos que intervendrán en la ejecución del precio unitario que nosotros utilizaremos para este ejemplo:

CONCRETO HIDRÁULICO (N-CTR-CAR-1-02-003/04) Suministro, fabricación, colocación, consolidación y curado de concreto hidráulico, consistente en una combinación de cemento Portland, agregados pétreos, agua y aditivos, para formar una mezcla moldeable, que al fraguar forma un elemento rígido y resistente. Incluye el valor de adquisición del cemento Portland, agua, aditivos o fibras, agregados pétreos y piedras para el concreto ciclópeo; explotación del material en banco conforme a la Norma N-CTR-CAR-1-01-008 "Bancos"; todos los acarrees de los materiales pétreos; clasificación del material pétreo, dosificación y mezclado de todos los componentes; cargas, descargas y todos los acarrees del concreto de la planta al lugar del colado; suministro, colocación, preparación y remoción de cimbras; colocación, consolidación y curado del concreto a cualquier altura, colocación de piedra en el caso de concreto ciclópeo; iluminación artificial; dispositivos y obras auxiliares para efectuar colados bajo el agua. Concreto normal, elaborado con agregados pétreos densos, para alcanzar una masa volumétrica seca mayor de 2,000 Kg/m<sup>3</sup>, una vez compactado, por unidad de obra terminada **De f'c = 200 kg/cm<sup>2</sup> En losas de obras de drenaje**



**MATRIZ DE PRECIO UNITARIO CACULADA E INTEGRADA A PRECIO DIRECTO**

<b>De f'c = 200 kg/cm<sup>2</sup> En losas de obras de drenaje</b>					
<b>MATERIALES</b>					
	CONCRETO PREMEZCLADO	M3	\$845.00	1.030000	\$870.35
	F'C=200KG/CM2				
<b>SUBTOTAL:</b>	<b>MATERIALES</b>				<b>\$870.35</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
	CUADRILLA No. 4 JOR		\$830.19	0.083333	\$69.18
	(1ALBANIL+1AYTE.)				
<b>SUBTOTAL:</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				<b>\$69.18</b>
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>					
	VIBRADOR PARA CONCRETO	HR	\$20.61	0.200000	\$4.12
<b>SUBTOTAL:</b>	<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>				<b>\$4.12</b>
<b>BASICOS</b>					
	CIMBRA DE MADERA P/M2	M2	\$112.63	0.800000	\$90.10
<b>SUBTOTAL:</b>	<b>BASICOS</b>				<b>\$90.10</b>
<b>Costo Directo:</b>					<b>\$1,033.75</b>

### 3.6 INFORME DE SUELOS (geotecnia)

El conjunto de actividades realizadas dentro del capítulo de Estudio de Geotecnia en los proyectos para la rehabilitación de un camino existente o construcción de uno nuevo, nos permiten obtener el conocimiento a detalle de todos los aspectos relevantes en lo que se refiere a los suelos del lugar, detectar todos y cada uno de los accidentes geotécnicos, así como el conocimiento de detalle de los suelos que componen la actual estructura de pavimento por reforzar.

Como primera etapa de los trabajos de campo, fue el reconocimiento del camino motivo de este estudio, el cual se realizó mediante recorridos a pie para observar y registrar datos de la superficie de rodamiento actual, material que la compone, tránsito usuario (volumen y tipo), escurrimientos pluviales, características geométricas actuales y todo lo que a juicio de los ingenieros especialistas en proyecto geométrico y



diseño de pavimentos, consideraron necesario para llevar a cabo el estudio.

### **3.6.1 Tipo De Terreno**

Durante los recorridos, se pudo observar que el camino objeto del presente estudio, se encuentra localizado en un terreno de tipo plano.

### **3.6.2 Drenaje**

El camino actual presenta un drenaje transversal y longitudinal de buena a regular calidad, pues cuenta con obras de drenaje transversal para dar cruce a los cauces existentes, y también cuenta con guarniciones y banquetas en algunos tramos pavimentados, sin embargo, en una gran parte del mismo, la vialidad es nueva, por lo que deberán proponerse las obras nuevas de drenaje longitudinal y transversal, razón por la que el aspecto del drenaje se considerará y estudiará por separado elaborando las respectivas soluciones y proyectos en el capítulo correspondiente.

### **3.6.3 Alineamiento Horizontal**

Se trazó el eje de proyecto sobre la trayectoria de la vialidad existente, sobre el lado derecho del camino, puesto que ya se encuentra definida la vialidad a nivel de calzada de rodamiento a base de pavimento asfáltico y terracerías en tramos, observándose en general un comportamiento que corresponde con un camino de especificaciones tipo "C", y presenta curvas con grados de curvatura que se podrán ajustar a la velocidad de operación de una vialidad urbana de segundo orden. Se considera necesario realizar algunas modificaciones al actual alineamiento



horizontal para ajustar la geometría, así como en los sitios donde el ancho de calzada actual no cumpa con el de proyecto, se ampliará solamente la sección transversal.

#### **3.6.4 Alineamiento Vertical**

El alineamiento vertical actual presenta pendientes agradables y aceptables, por tratarse de un terreno tipo plano, para el tipo de vialidad en proyecto, por lo que tomando en cuenta que el camino tiene varios años pavimentado, con una rasante bien definida en algunos tramos y aceptada funcionalmente por los usuarios, toda vez que en una importante longitud, el camino se desarrolla sobre zonas urbanas y semi-urbanas, se aprecia que serán mínimas las modificaciones del actual alineamiento vertical.

#### **3.6.5 Superficie de Rodamiento**

El tramo en estudio cuenta con una longitud de 6,480 metros, con anchos variables de calzada y diversos tipos de pavimentos, apreciándose en general los siguientes tramos definidos.

- 1.- Del km. 0+000 al km. 1+060, camino pavimento con 2 cuerpos de 6.50 a 7.50 m. cada uno con camellón central de 4.5 m.
- 2.- Del km. 1+060 al km. 2+020, camino pavimento con 1 cuerpo de 14.0 a 15.0 m.
- 3.- Del km. 2+020 al km. 2+220, sin pavimento, terreno virgen.
- 4.- Del km. 2+220 al km. 3+290, medio cuerpo sin funcionar pavimentado de 7.0 m.



- 5.- Del km. 2+290 al km. 3+080, un cuerpo pavimentado de 14.0 a 15.0 m.
- 6.- Del km. 3+080 al km. 3+420, 2 cuerpos pavimentados de 7.0 cada uno con camellón de 70 cm.
- 7.- Del km. 3+420 al km. 4+000, camino en terracerías con revestimiento.
- 8.- Del km. 4+000 al km. 4+380 vialidad urbana pavimentada, 2 cuerpos de 9.0 m. cada uno, camellón con guarniciones de 3.00 m. El cruce por debajo de la autopista se encuentra del km 3+875 al km 3+995.
- 9.- Del km. 4+380 al km. 5+250, camino de terracería con sub-tramos de revestimiento y virgen, ancho variable hasta 18 m.
- 10.- Del km. 5+250 al km. 5+572, camino de terracerías de 1 cuerpo de 12.0 m, de ancho.
- 11.- Del km. 5+572 al km. 6+480, camino de terracerías de 4.0 m, de ancho

En cuanto al trazo del proyecto, el puente vehicular para cruzar la autopista México-Puebla se localiza en los siguientes tramos:

Del km. 3+600 al km. 3+760, rampa del puente vehicular.

Del km. 3+760 al km. 4+120, estructura del puente vehicular.

Del km. 4+120 al km. 4+270, rampa del puente vehicular.

### **3.6.7 Exploración del Terreno Natural Mediante Pozos a Cielo Abierto a Cada 500 Metros**

Una vez realizado el reconocimiento del camino mediante recorridos, se seleccionaron los sitios donde se llevaron a cabo los pozos a cielo abierto,



necesarios para conocer la estratigrafía del pavimento y del terreno natural sobre el camino.

A continuación se enlistan los pozos a cielo abierto realizados, su ubicación y la profundidad explorada:

<b>P.C.A. No.</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>PROFUNDIDAD EXPLORADA EN CMS.</b>
1	Km 0+150, lado derecho	163
2	Km 0+660, lado izquierdo	143
3	Km 1+180, lado izquierdo	154
4	Km 1+660, lado derecho	146
5	Km 2+190, lado izquierdo	150
6	Km 2+700, lado derecho	159
7	Km 3+200, lado izquierdo	139
8	Km 3+640, lado derecho	135
9	Km 4+140, lado izquierdo	136
10	Km 4+640, lado derecho	140
11	Km 5+120, lado izquierdo	135
12	Km 5+180, lado derecho	151
13	Km 5+540, lado derecho	143
14	Km 6+000, lado centro	142
15	Km 6+480, lado izquierdo	135

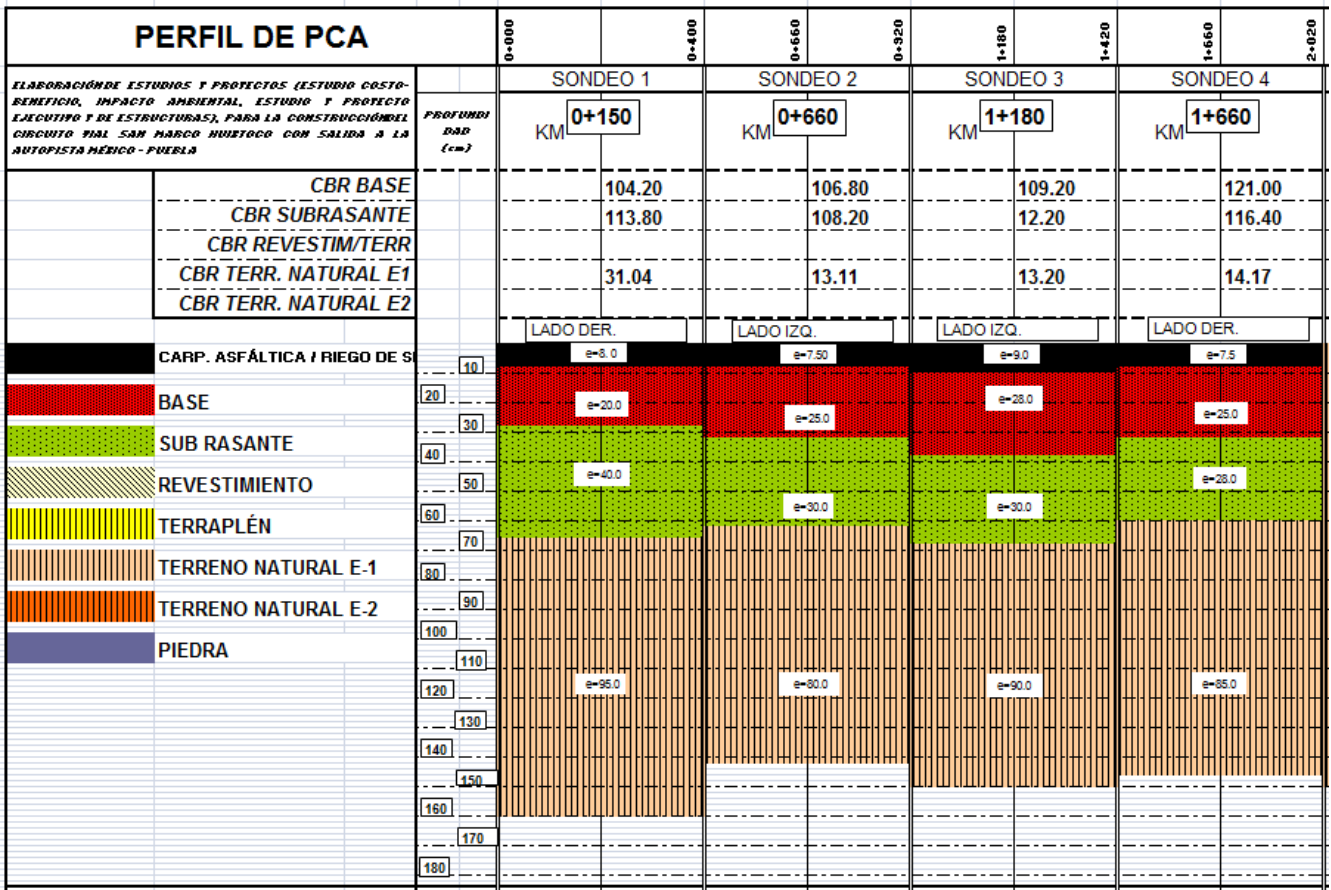


CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO VIAL SAN MARCOS HUIXTOCO  
CON SALIDA A LA AUTOPISTA MÉXICO-PUEBLA (PRIMERA ETAPA).



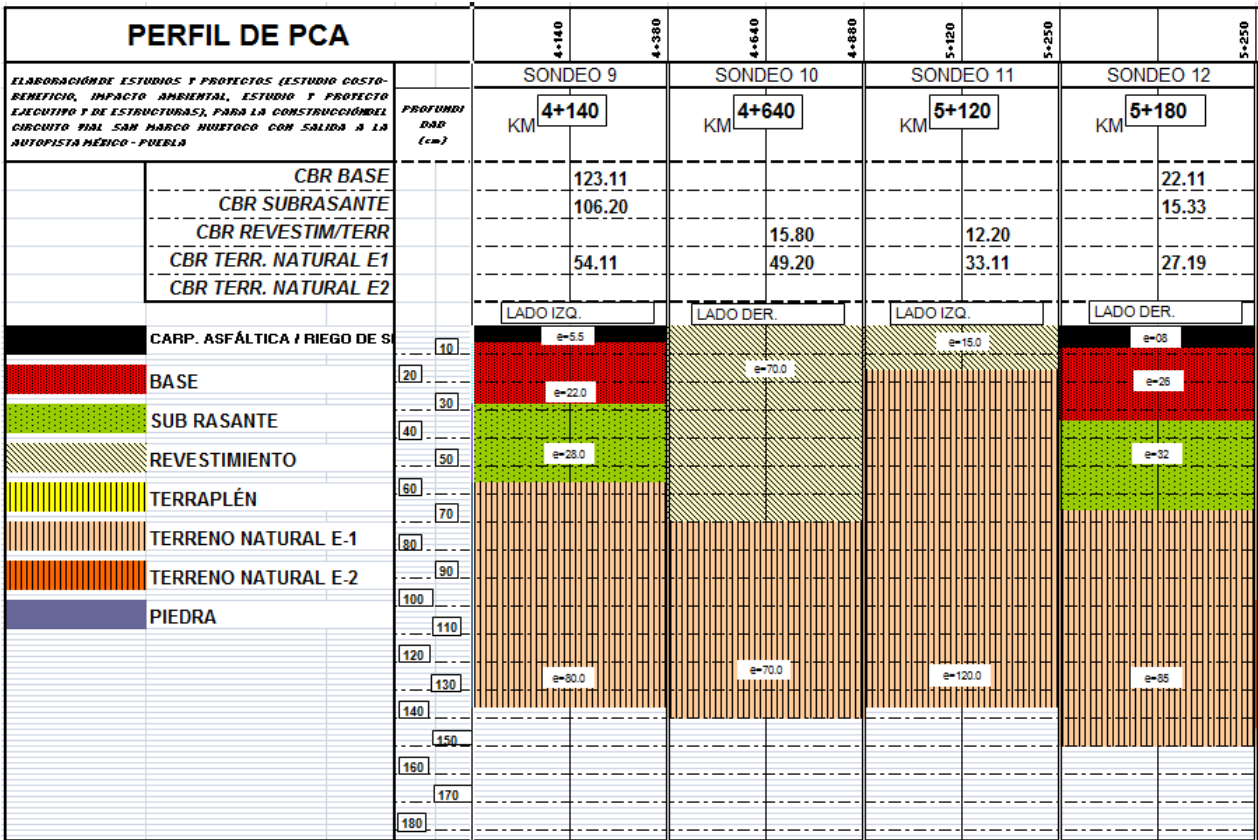
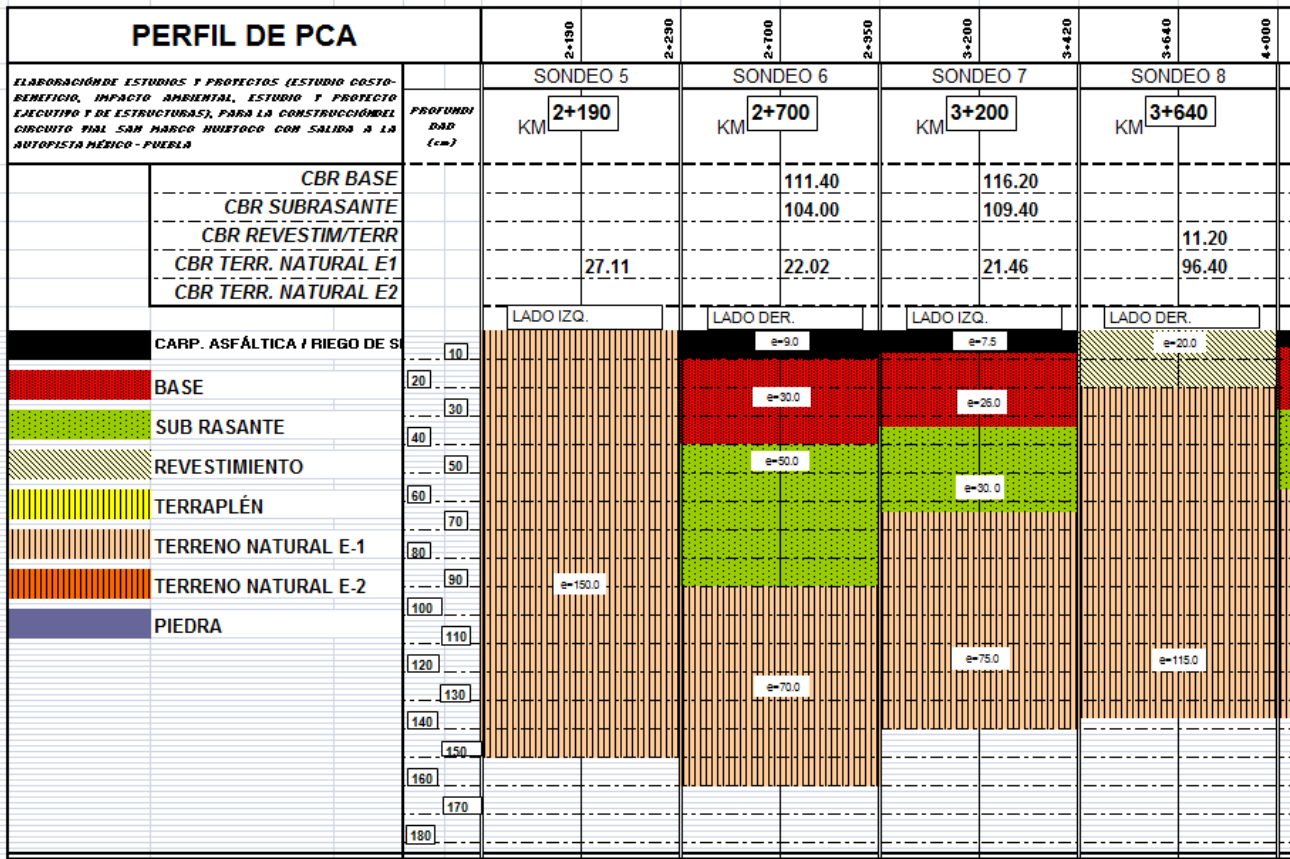
A la profundidad explorada, en ningún sondeo se presentó el nivel freático, realizándose el estudio en el mes de diciembre de 2010.

A continuación se muestran los croquis en forma esquemática de los perfiles estratigráficos, describiéndose los tipos de materiales encontrados en las exploraciones a cielo abierto del camino.

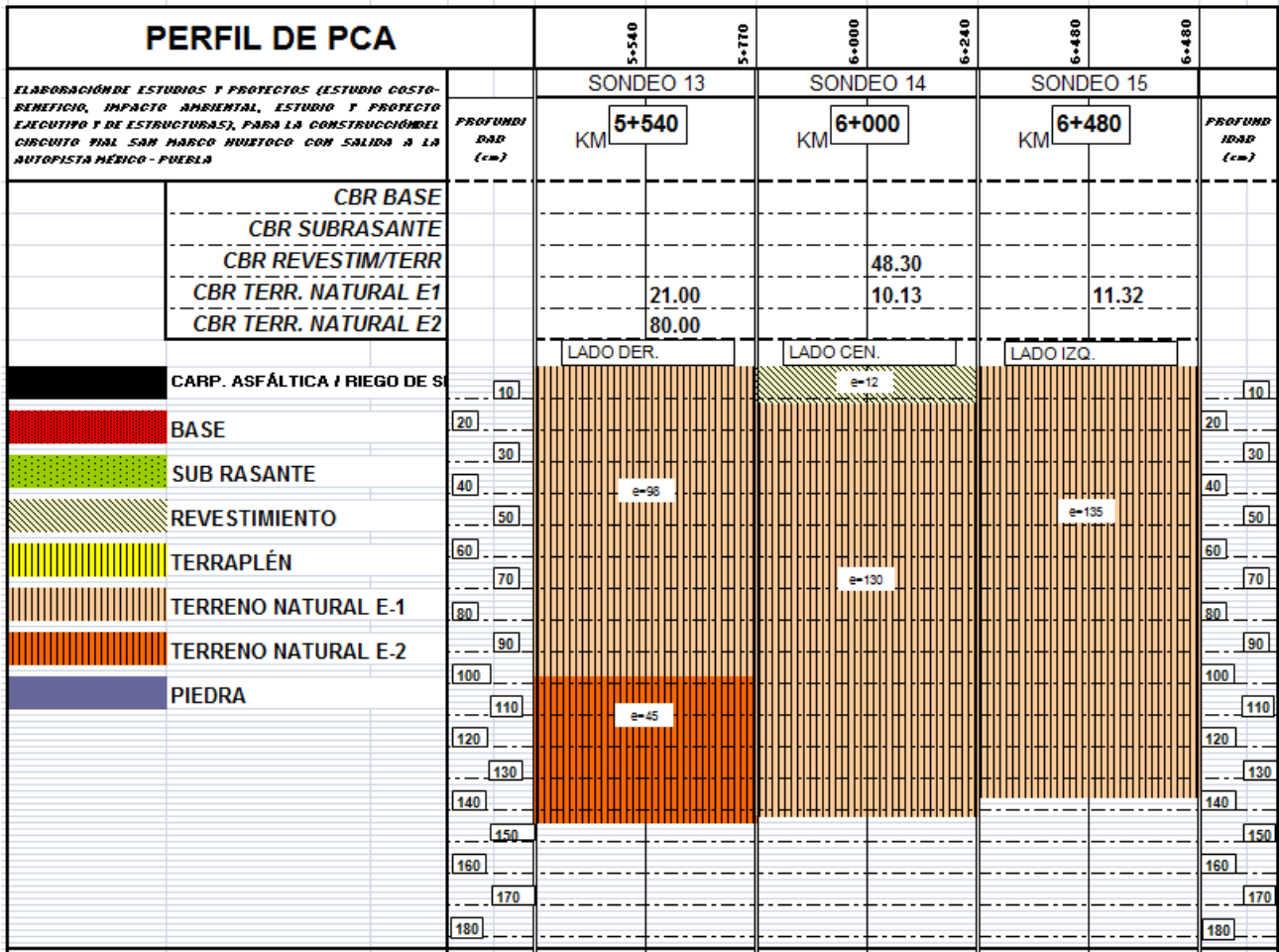




# CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO VIAL SAN MARCOS HUIXTOCO CON SALIDA A LA AUTOPISTA MÉXICO-PUEBLA (PRIMERA ETAPA).







### 3.6.8 Bancos de Materiales

Como parte de las actividades del estudio geotécnico, se encuentra el estudio de bancos de materiales, de los cuales se debe garantizar la calidad y cantidad de materiales para la construcción de la obra que nos ocupa. El estudio de los bancos de materiales se llevó a cabo como sigue:

- ❖ Primeramente se localizaron los bancos de materiales más cercanos a la obra, los cuales después de una inspección visual, se seleccionaron para muestrearse y confirmarse que cumplan los requisitos de calidad y cantidad de los materiales que se requieren, a continuación se mencionan los bancos y su localización.



- Banco de materiales “El Milagro”, localizado en el km. 17.7 de la Carretera Federal México – Puebla (Libre), desviación derecha de 5.6 km., Municipio de Ixtapaluca, Estado de México.

Material para Base, Sub base y terracerías.

Distancia de acarreo al centro de gravedad de la obra: 9.4 Km.

- Banco de materiales “Mezclas Asfálticas y Agregados (Banco 1)”, localizado en la Carretera Federal Libre Santa Bárbara – Izúcar de Matamoros (México – Cuautla) en el Km 9.6 lado derecho, en Santa María Atoyac, Municipio de Cocotitlán, Estado de México.

Material para Terraplén.

Distancia de acarreo al centro de gravedad de la obra: 11.0 Km.

- Banco de materiales “Mezclas Asfálticas y Agregados (Banco 2)”, localizado en la Carretera Estatal Libre T.C. (Santa Bárbara – Juahuapan) - Tepetlixpa, en el Km 7.5, desviación izquierda de 0.3 Km., en el Municipio de Tenango de Aire, Estado de México.

Material para Terracerías Base y Sub base.

Distancia de acarreo al centro de gravedad de la obra: 18.7 Km.

- Banco de materiales “San Marcos”, localizado en el km. 3.5 de la carretera en estudio, desviación derecha de 200 m, en el municipio de Chalco Estado de México.

Material para terraplenes y subyacente.

Distancia de acarreo al centro de gravedad de la obra: 0.46 Km.



CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO VIAL SAN MARCOS HUIXTOCO  
CON SALIDA A LA AUTOPISTA MÉXICO-PUEBLA (PRIMERA ETAPA).

---





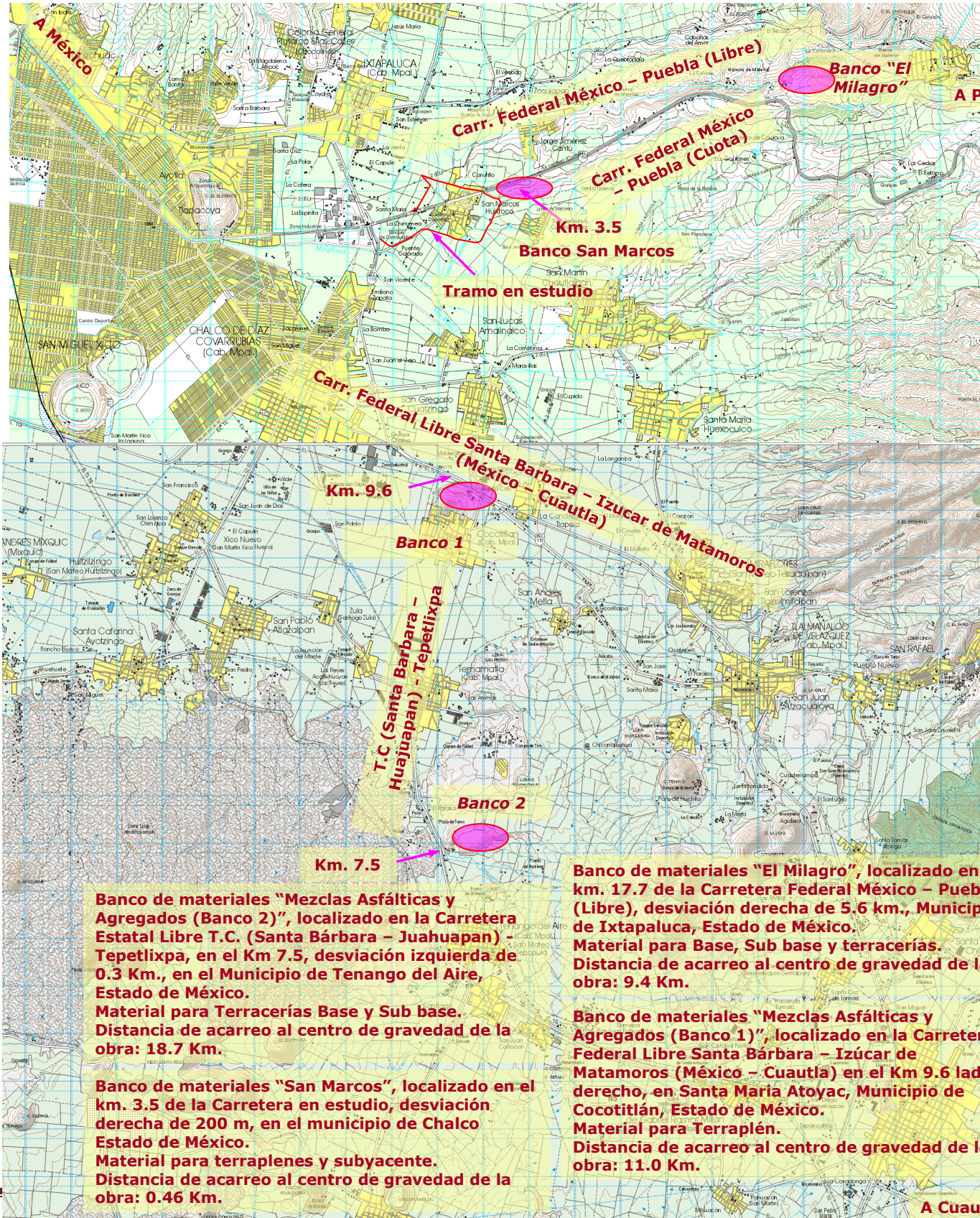


CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO VIAL SAN MARCOS HUIXTOCO  
CON SALIDA A LA AUTOPISTA MÉXICO-PUEBLA (PRIMERA ETAPA).



**BANCOS DE MATERIALES**

**CROQUIS DE LOCALIZACIÓN**







### 3.7 DISEÑO DE PAVIMENTO

Este procedimiento para obtener los espesores de las capas que conformarán la estructura del pavimento, se realizó utilizando el Programa Dispav-5, versión 2.0 "Diseño de Pavimentos Asfálticos Incluyendo Carreteras de Altas Especificaciones" desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM; septiembre de 1999.

#### **Generación De Datos Para Alimentar El Programa:**

Período de vida útil del pavimento:	10 años	
Tasa de crecimiento anual del tránsito ( r ):	3%	
Tránsito diario promedio anual (TDPA):	33,931	Vehículos
Número de carriles en ambas direcciones:	4	
Coeficiente de distribución carril de proyecto:	0.45	
TDPA en el carril de proyecto:	15,269	Vehículos
Nivel de confianza:	85%	
Tipo de camino:	"C"	

#### **Composición del Tránsito:**

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%
A <sub>2</sub>	29,859	88.0
B <sub>2</sub>	170	0.50
C <sub>2</sub>	2,036	6.00
C <sub>3</sub>	1,357	4.00
T <sub>3</sub> -S <sub>2</sub>	170	0.50
T <sub>3</sub> -S <sub>3</sub>	85	0.25
T <sub>3</sub> -S <sub>2</sub> -R <sub>4</sub>	85	0.25
OTROS	170	0.50
SUMAS	33,931	100.0



### **Tránsito De Proyecto En Millones De Ejes**

Con los datos anteriores, se alimenta el programa y se le indica que se trata de un camino normal, en el que se permiten deformaciones del orden de 2.5 cm. en la rodada y agrietamiento medio a fuerte al final de la vida de proyecto, arrojándonos los siguientes resultados:

- a).- Por fatiga en las capas estabilizadas (carpeta asfáltica)= 15.30 mill. ejes
- b).- Por deformación en capas no estabilizadas (terracerías)= 21.50 mill. ejes

### **Obtención De Las Propiedades De Los Materiales**

Valor Relativo de Soporte, Módulo de Rigidez y Relación de poisson.

### **Cálculo Del Valor Soporte De California Crítico Para Diseño (CBRz) De Los Materiales CBR Del Terreno Natural En El Camino.**

Calculando el Valor Soporte California (CBR), de los suelos que componen el terreno natural a lo largo del tramo en estudio.

Valores de campo:

PCA	KM	CBR	$(CBR-CBR)^2$
1	0+150	31.0	1.97
2	0+660	13.1	273.17
3	1+180	13.2	270.21
4	1+660	14.2	239.26
5	2+190	27.1	6.39
6	2+700	22.0	58.03
7	3+200	21.5	66.88
8	3+640	96.4	4,457.16



9	4+140	54.1	598.88
10	4+640	49.2	382.67
11	5+120	33.1	12.05
12	5+180	27.2	5.99
13	5+540	21.0	74.62
14	6+000	10.1	380.56
15	6+480	11.3	335.55
SUMA:		444.57	7,163.40

$$\overline{CBR} = \frac{444.57}{15} = 29.64$$

$\overline{CBR}$  = Valor Soporte de California esperado en el campo  
bajo condiciones medias

$$\tau = \sqrt{\frac{(CBR - \overline{CBR})^2}{n}} = 21.85$$

$$V = \frac{\tau}{\overline{X}} = \frac{21.85}{29.64} = 0.74$$

V= (Coeficiente de variación que toma en cuenta la incertidumbre de diversos factores como características del suelo, condiciones climatológicas, drenaje, procedimientos de construcción, y conservación, a lo largo de la carretera y de su vida de servicio)

### CÁLCULO DEL $\widehat{CBR}_z$

$$\widehat{CBR}_z = \overline{CBR} (1-0.84V) = 29.64 (1-0.84) = 11.28 \%$$

Resistencia crítica de los suelos del terreno natural. No obstante, para fines de diseño y por seguridad, tomaremos como valor máximo, CBR=5.0, que es el mínimo aceptado por las normas.



**MÓDULO DE RIGIDEZ DE LOS MATERIALES Y RELACIÓN DE POISSON PARA CADA TIPO DE MATERIAL**

CAPA	CBRz	MÓDULO DE RIGIDEZ	RELACIÓN DE POISSON
CARPETA	--	31,000	0.35
BASE ESTABILIZADA	120.0	3,740	0.35
BASE GRANULAR	100.0	3,265	0.35
SUB-BASE	60.0	2,284	0.45
SUBRASANTE	20.0	1,058	0.45
TERRENO NATURAL	5.0	401	0.45

Con los datos anteriormente descritos, se alimenta el programa de computo "DISPAV 5" VERSIÓN 2.0., con lo que se obtienen los siguientes resultados:

CAPA	ESPESOR CALCULADO			
	1	2	3	4
CARPETA ASFÁLTICA	12.1	11.0	13.0	6.4
BASE ASFÁLTICA				10.0
BASE ESTABILIZADA		25.0		
BASE HIDRÁULICA	25.0		20.0	20.0
SUB-BASE HIDRÁULICA	20.0	20.0	15.0	
SUBRASANTE	30.0	30.0	30.0	30.0

Por lo anterior, se recomienda estructurar de la siguiente manera:

CAPA	COMPACTACIÓN (%)	TIPO DE PRUEBA	CBR (%) (MÍNIMO)
CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO	95	P.V.M. Marshall	-
BASE HIDRÁULICA	100	AASHTO Modificada	100
SUB-BASE HIDRÁULICA	100	AASHTO Modificada	60





CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO VIAL SAN MARCOS HUIXTOCO  
CON SALIDA A LA AUTOPISTA MÉXICO-PUEBLA (PRIMERA ETAPA).



SUBRASANTE	100	AASHTO Estándar	20
TERRACERÍAS	90	AASHTO Estándar	5

Se podrá también estructurar de la siguiente manera, cuando se trate de reconstruir los tramos pavimentados:

CAPA	COMPACTACIÓN (%)	TIPO DE PRUEBA	CBR (%) (MÍNIMO)
CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO	95	P.V.M. Marshall	-
BASE ASFÁLTICA	95	P.V.M. Marshall	-
BASE HIDRÁULICA	100	AASHTO Modificada	100
SUBRASANTE	100	AASHTO Estándar	20
TERRACERÍAS	90	AASHTO Estándar	5

Se anexan hojas con la memoria de cálculo editada por el programa.

**Anexo B**

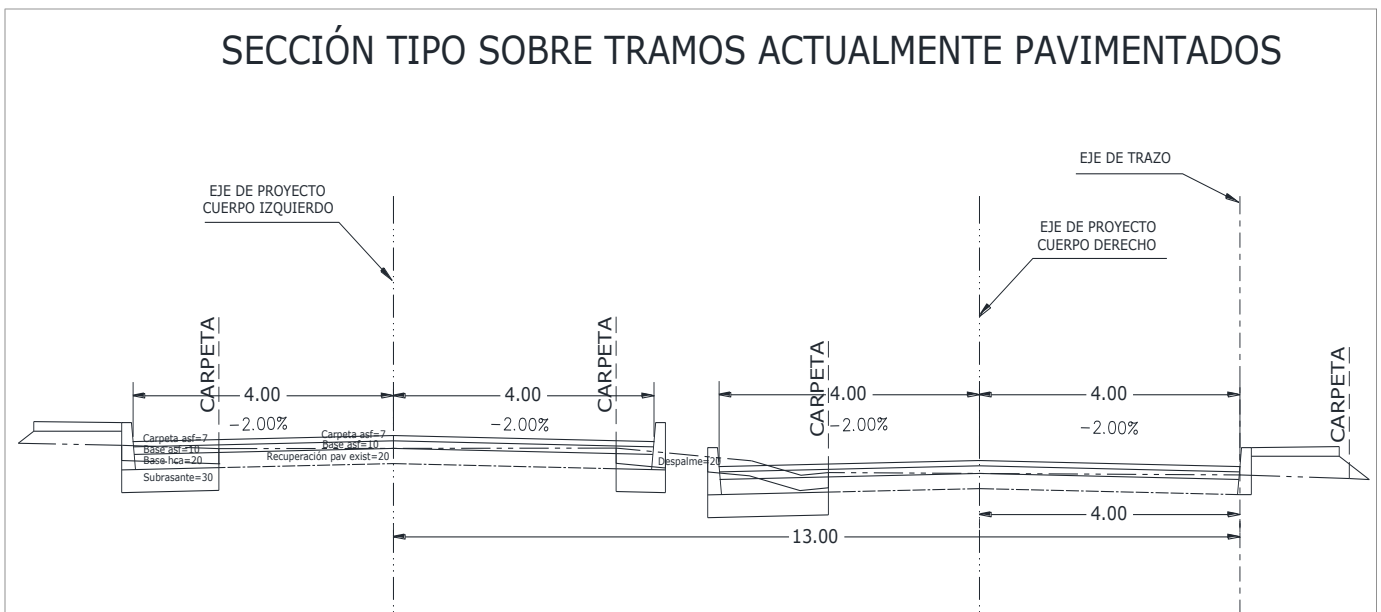
### 3.8 SECCIÓN TIPO PARA PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL KM 0+000 AL KM 2+020 DEL KM 2+290 AL KM 3+420

Sobre superficie de rodamiento actual:

- 1.- Realizar bacheo profundo en los sitios más dañados
  - 2.- Recuperación en frío de pavimento asfáltico=20 cm (8 carpeta y 12 base existente) y formación de capa de base hidráulica=20 cm. con el material recuperado, compactada al 100% AASHTO
  - 3.- Construir base asfáltica=10 cm, compactada al 95% Marshall
  - 4.- Construir carpeta asfáltica=7 cm, compactada al 95% Marshall
  - 5.- Aplicar riego de sello con material premezclado
- RASANTE NUEVA = + 17 cm. al centro

Sobre ampliación lateral de la calzada actual:

- 1.- Despalmar=20 cm
- 2.- Cortar terreno natural hasta nivel desplante=40 cm. promedio
- 3.- Re compactar terreno natural=20 cm., al 90% AASHTO
- 4.- Construir subrasante=30 cm., compactada al 100% AASHTO



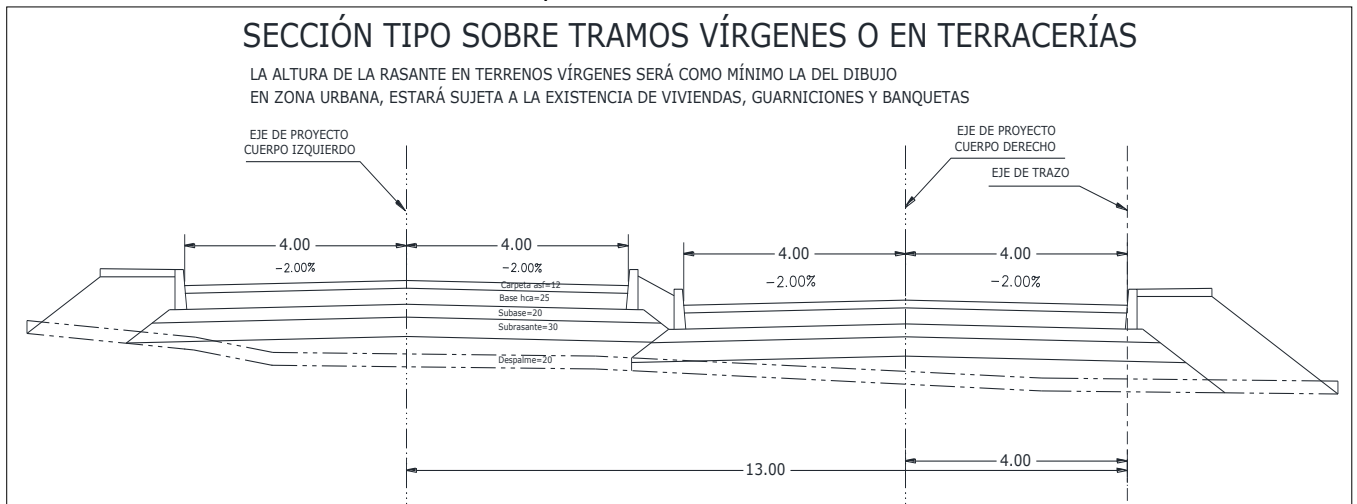
- 5.- Construir base hidráulica=20 cm., compactada al 100% AASHTO
- 6.- Construir carpeta asfáltica=7 cm, compactada al 95% Marshall
- 8.- Aplicar riego de sello con material premezclado

**DEL KM 2+020 AL KM 2+290**

**DEL KM 3+420 AL KM 3+908.80**

**DEL KM 4+380 AL KM 6+480**

- 1.- Despallar=20 cm
- 2.- Re compactar terreno natural=20 cm., al 90% AASHTO
- 3.- Construir subrasante=30 cm., compactada al 100% AASHTO
- 4.- Construir Subbase=20 cm., compactada al 100% AASHTO

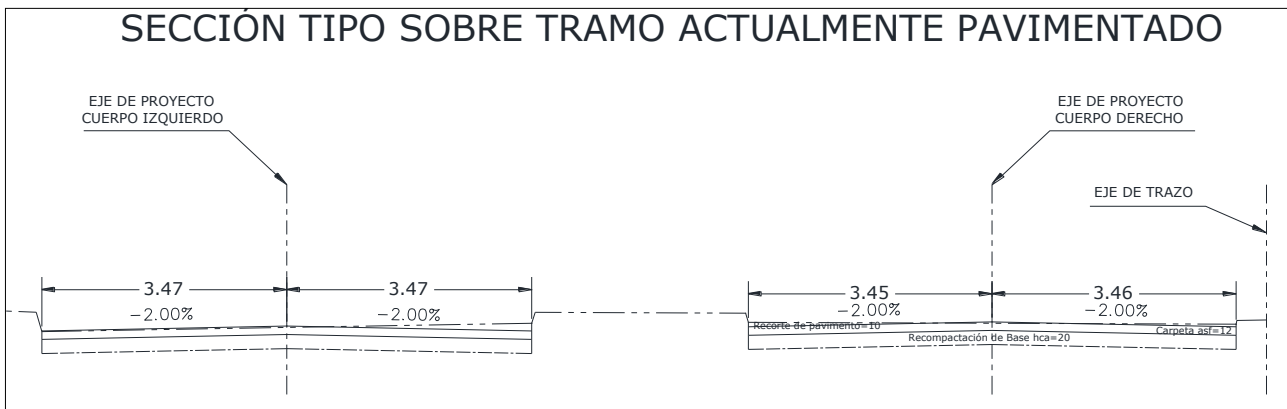


- 5.- Construir base hidráulica=25 cm., compactada al 100% AASHTO
- 6.- Construir carpeta asfáltica=12 cm, compactada al 95% Marshall
- 7.- Aplicar riego de sello con material premezclado



**DEL KM 3+908.80 AL KM 4+380**

- 1.- Realizar bacheo profundo en los sitios más dañados
- 2.- Recorte de pavimentos=10 cm (6 de carpeta y 4 de base) desechar
- 3.- Re compactar superficie descubierta=20 cm., al 100% AASHTO
- 4.- Construir carpeta asfáltica=12 cm, compactada al 95% Marshall
- 5.- Aplicar riego de sello con material premezclado



RASANTE NUEVA = +2 cm.



## **IV.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL CIRCUITO VIAL SAN MARCOS HUIXTOCO**



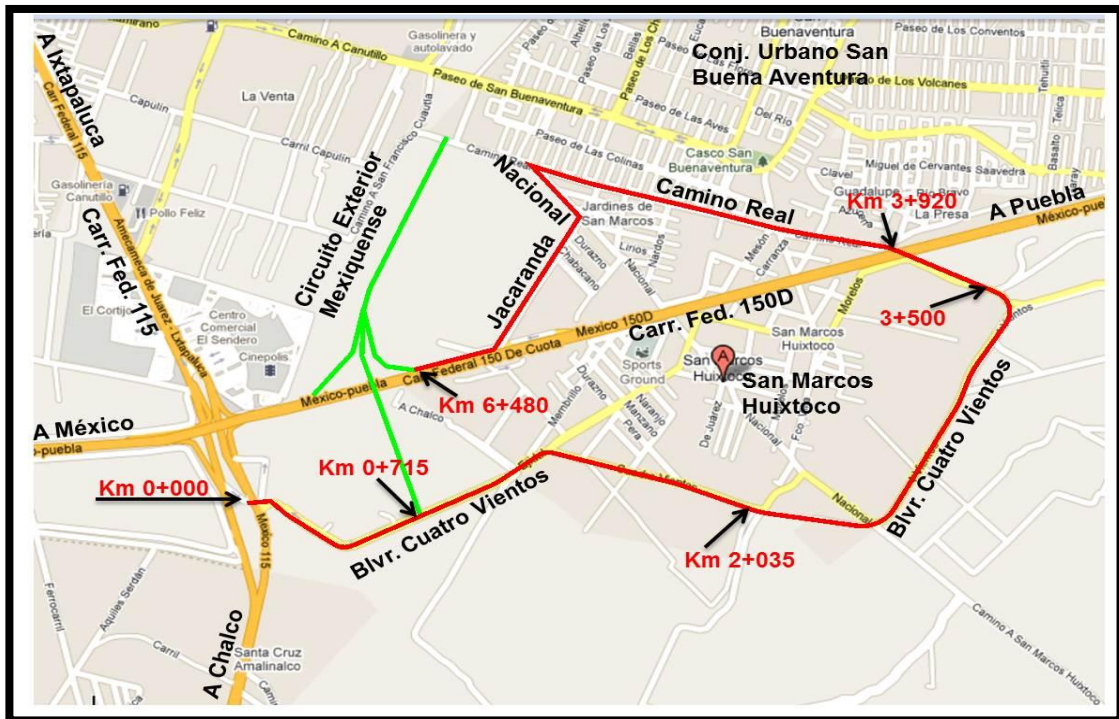
## **OBJETIVO:**

EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO QUE SE EXPONE EN EL PRESENTE TRABAJO, ES CON EL PROPÓSITO DE LLEVAR UNA SECUENCIA LÓGICA EN LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, CON LA FINALIDAD DE OPTIMIZAR LOS RECURSOS, ECONÓMICOS, TIEMPO Y HUMANO EN CADA UNO DE LOS PROCESOS SIGUIENTES.

PARA REALIZAR EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA OBRA HEMOS TOMADO EN CONSIDERACION TODOS LOS ASPECTOS NECESARIOS PARA LLEVAR A CABO EL CONTROL DE LA OBRA, PARA LO CUAL HEMOS DIVIDIDO EL PROCEDIMIENTO EN PARTIDAS DE TRABAJO CONFORME A LO SIGUIENTE, Y DE ACUERDO AL TRAMO.

#### 4.1 RECONOCIMIENTO DE LA OBRA

Cuando se inicio la obra, nuestro equipo de trabajo realizo un recorrido de



toda la zona de influencia, donde se ejecutarían los trabajos con motivo de tener la ubicación física de la obra y comenzar los trabajos preliminares antes de comenzar con los trabajos de construcción.

**Primera Etapa:** Consiste en habilitar aproximadamente 3.25 km de lo que será el circuito completo de 6.48 Km.

La Etapa I fue dividida en los siguientes 5 tramos:

- ❖ **Tramo I.**-Del km 0+000 al km 0+500.
- ❖ **Tramo II.**-Del km 2+000 al km 2+500.
- ❖ **Tramo III.**-Del km 3+420 al km 3+908.
- ❖ **Tramo IV.**-Del km 4+380 al km 6+182.

## 4.2 COLOCACION DE DISPOSITIVOS DE SEÑALAMIENTO Y CONTROL DE OBRA

Una vez realizado el recorrido y conforme a nuestro programa de obra, se colocaron trafi-tambos, conos, dispositivos de señalamiento y bandereros, en puntos estratégicos para la realización de las desviaciones, de manera permanente, antes y durante el proceso de la obra, esto con el fin de prevenir accidentes u ocasionar daños a terceros.



## 4.3 TRAZO Y NIVELACION

Cuando se halla reconocido la zona de influencia donde se ejecutaran los trabajos y se halla realizado el acomodo de los dispositivos de señalamiento y protección de obra, el siguiente punto es el levantamiento del terreno natural, con el equipo topográfico con el fin de determinar las secciones del terreno natural, previo a la ejecución de los trabajos, al mismo tiempo se nos hace entrega de los bancos de nivel por parte de la supervisión, para determinar la elevaciones de las secciones y así poder determinar los volúmenes de la obra y realizar el trazo correspondiente se



hace mención que durante este proceso, se realizaran los trabajos en forma conjunta con la supervisión a cargo.



Aquí se puede observar a la Topografía realizando el trazo de uno de los tramos a realizar



Aquí se puede observar a la Brigada de Topografía realizando la Nivelación

#### **4.4 TERRACERIAS**

##### **4.4.1 DESMONTE**

Comenzamos con esta actividad para retirar todo tipo de material vegetal, el material resultante se retiró a donde lo indicó la supervisión o al banco de desperdicio, el equipo que se utilizara será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto esta actividad incluye los trabajos de tala, roza, desenraice y limpia.



Aquí se observa el exceso de materia vegetal

#### 4.4.2 DESPALME

Una vez que se tenga el terreno libre de material vegetal se procederá con la remoción del material superficial del terreno se delimitará la zona a tratar y de acuerdo al espesor indicado en el proyecto, si este lo indica, el material resultante será aprovechado en taludes y fondo de excavaciones.





Aquí se observa la remoción del material vegetal

#### 4.4.3 CORTES

Donde nos indico el proyecto se realizaron los cortes, excavaciones a cielo abierto con el objeto de preparar y formar la sección de obra, se utilizaran tractores montados sobre orugas reversibles y excavadoras con la potencia y la capacidad con el frente de ataque, el producto de los cortes será utilizado para la formación de terraplenes.



#### 4.4.4 ESCALONES DE LIGA

Se construirán para la ampliación de la corona, tendido de los taludes en los sitios donde se vaya a modificar el ancho el ancho de la corona de terraplenes existentes si el terreno lo permite.

#### 4.4.5 TERRAPLENES

Estructura construida a base de materiales productos de cortes o de banco con el fin de obtener el nivel de la subrasante o en rellenos de banquetas o cunetas, se utilizo una conformadora para el tendido de las capas de acuerdo al espesor de este y compactador vibratorio autopropulsado, el material a tender será depositado a cada 20 metros para que este se pueda extender, conformar y compactar, y con la humedad optima para su compactación, la compactación se hará longitudinalmente de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas.

#### 4.4.6 EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS

Actividad realizada a cielo abierto para la formación de cauces artificiales y rectificaciones de cauces naturales así como para las obras de drenaje con una excavadora, a la profundidad especificada de acuerdo al diámetro de tubería que esta excavación vaya a alojar.



Aquí se puede apreciar la excavación en zanja para la inserción de tubería

#### 4.4.7 RELLENOS



Se harán con material producto de banco o de terraplén según sea el caso en capas necesarias, para cubrir la excavación serán compactadas al 90% aashto estándar, se usara material producto de banco, este material para rellenar la excavación para estructuras y acostillar de manera uniforme y evitar asentamientos, también el relleno es usado para las banquetas para dar el nivel necesario.



Se puede apreciar como la retroexcavadora esta rellenoando con arena para acostillar la tubería

#### 4.4.8 SUBRASANTE

Construcción de la capa sub-rasante se ejecutará según el ancho señalado en el proyecto geométrico y de 30 cm en dos capas de 15 cm cada una, con material de banco que cumpla con las especificaciones generales de construcción y se compacto hasta alcanzar el 95% de su masa volumétrica seca máxima AASHTO.

Para la formación de esta capa se recomienda utilizar el material de banco que cumpla con la calidad de los materiales estipulados por la Normativa actual para la Infraestructura del Transporte de la S.C.T.



Se observa el tendido y conformado de la capa Subrasante

## 4.5 PAVIMENTOS

### 4.5.1 CONSTRUCCIÓN DE LA CAPA DE SUB BASE

La construcción de la Sub Base, se construyo una vez terminada y aceptada la capa subrasante, se ejecutará en los anchos señalados en el proyecto geométrico y con espesor que se ejecuto de acuerdo en el kilometraje que se trabajo conforme a proyecto y/o lo que expresamente señalo la Supervisión. El material para la construcción de la sub-base hidráulica, fue de banco, con material con tamaño máximo de cincuenta (50) milímetros (2") a finos.

El material de sub-base se homogeneizará, se le incorporará su humedad óptima, se tendió y compacto hasta alcanzar como mínimo el noventa y cinco por ciento (95%) de su peso volumétrico seco máximo determinado en el laboratorio mediante la prueba AASHTO Modificada



Conformación de la capa Sub-base con motoconformadora

#### 4.5.2 CONSTRUCCIÓN DE LA CAPA DE BASE.

La construcción de la Base, se construyo una vez terminada y aceptada la capa sub base, se ejecutará en los anchos señalados en el proyecto geométrico y con espesor que se ejecuto de acuerdo en el kilometraje que se trabajo conforme a proyecto y/o lo que expresamente señalo la Supervisión. El material para la construcción de la base hidráulica, fue de banco, con material con tamaño máximo de cincuenta (25) milímetros (1") a finos.

El material de base se homogeneizará, se le incorporará su humedad óptima, se tendió y compacto hasta alcanzar como mínimo el noventa y cinco por ciento (95%) de su peso volumétrico seco máximo determinado en el laboratorio mediante la prueba AASHTO Modificada





#### 4.5.3 RIEGO DE IMPREGNACIÓN:

El trabajo antes mencionado y que a continuación se describe, se ejecuto en el ancho de la base hidráulica señalado en el proyecto geométrico, antes de que se deteriore ésta ó pierda humedad por intemperismo, con la finalidad de protegerla.

Antes de aplicar el riego de impregnación, toda la superficie deberá estar debidamente preparada, exenta de materias extrañas, polvo, grasa ó encharcamientos, sin irregularidades y reparados los baches que hubiera existido.

De igual forma, antes de aplicar el riego de impregnación, se protegerán las estructuras que se pudieran manchar con el producto asfáltico.



#### 4.5.3.1 Aplicación del riego de impregnación:

Se aplicará uniformemente un riego de impregnación con emulsión asfáltica tipo ECI-60 o la que recomiende el fabricante para esta actividad debiendo tener un residuo asfáltico de 60% aproximadamente., en cantidad que podrá variar de 1.1 a 1.5 lts./m<sup>2</sup> dependiendo de la temperatura ambiente y la textura por impregnar.

El riego de impregnación no se aplicará:

- Sobre superficies con agua libre ó encharcada
- Cuando exista amenaza de lluvia ó esté lloviendo
- Cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del asfalto sea uniforme.
- Cuando la temperatura de la superficie por impregnar, esté por debajo de los 15° C.

Si es necesario abrir al tránsito, después de fraguada la emulsión se cubrirá la superficie impregnada con un poreo de arena a razón de 3 a 5 lts/m<sup>2</sup>., en caso contrario, la base impregnada se cerrará a cualquier actividad por un plazo de 48 hrs. como mínimo



#### 4.5.4 RIEGO DE LIGA

Transcurridas 48 hrs. (mínimo) de aplicado el riego de impregnación y 30 mín. antes de la colocación de la mezcla asfáltica, se aplicará el riego de liga una vez que el material este penetrado y desfluxado, con la superficie seca, barrida, sin polvo ni material suelto, libre de materiales extraños y de encharcamientos de agua y sin deterioros. Se aplicara un riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido ECR-65 con 65% mínimo de residuo asfáltico , en cantidad que varía de 0.8 a 1.2 Lt/m<sup>2</sup>, de acuerdo a la textura que acuse la superficie impregnada.. No deberá existir la posibilidad de lluvia durante la aplicación del riego y mezcla asfáltica, manteniendo en todo momento la superficie de aplicación limpia y seca. La superficie cubierta por el riego de liga, deberá protegerse de cualquier tipo de tránsito hasta que se construya la carpeta asfáltica.



#### 4.5.5 CARPETA ASFÁLTICA

Se ejecutará en todo el ancho señalado en el proyecto geométrico en un espesor de 11 centímetros y compactando al noventa y cinco por ciento (95%) de su masa volumétrica seca máxima determinado en el laboratorio mediante el procedimiento Marshall, y/o lo indicado por la Supervisión, se deberá construir en dos capas de 6 y 5 cm respectivamente, aplicando un ligero riego de liga entre ellas recomendando emulsión tipo ECR-65 con una dosificación de 0.4 lts/m<sup>2</sup> aproximadamente.

Una vez aplicado el riego de liga y en cuanto el proceso de rompimiento de la emulsión haya terminado (transcurridos 30 mín. máximo), se extenderá con máquina finisher el volumen necesario de concreto asfáltico elaborado en caliente, para que al compactarse al grado requerido se obtenga una carpeta con el espesor arriba señalado.

El tamaño máximo del agregado de la mezcla, será de  $\frac{3}{4}$ " a finos y el cemento asfáltico para aglutinar el pétreo, debiendo cumplir con todos y cada uno de los requisitos de calidad que marca la normatividad vigente de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.).

La compactación de la carpeta deberá iniciarse cuando la mezcla tenga una temperatura del orden de ciento treinta grados centígrados (130° C) con un rodillo liso ligero tipo tándem de cuatro (4) a seis (6) toneladas, para lograr el acomodo de las partículas; posteriormente se compactará con el compactador de neumáticos autopropulsado y al final con un



rodillo liso tipo tándem con un peso de ocho (8) a diez (10) toneladas, el cual borrarán las huellas dejadas por el neumático. Al terminar la compactación, la mezcla deberá tener cuando menos una temperatura de ciento diez grados centígrados (110° C).

No se deberá tender carpeta asfáltica sobre charcos de agua, ni se programará tendido cuando exista amenaza de lluvia, tampoco cuando la temperatura ambiente sea igual o menor de cinco grados centígrados (5°C).

La carpeta deberá cumplir con las características siguientes de acuerdo a la norma vigente de la S.C.T.





#### 4.5.6 RIEGO DE SELLO

Para que el pavimento construido cumpla su vida útil, es importante la protección de la carpeta con un riego de sello para impermeabilizarla, proporcionarle una superficie de desgaste y antiderrapante, así como prevenir la oxidación prematura del asfalto de la carpeta.

Para el riego de sello se empleara material pétreo tipo 3-A y emulsión asfáltica de rompimiento rápido modificada con polímeros de alta viscosidad.



El procedimiento de construcción del riego de sello con material pétreo premezclado es el siguiente:



#### 4.5.6.1 PREPARACIÓN DEL MATERIAL PÉTREO PREMEZCLADO:

El premezclado del material pétreo, se realizara en una plataforma de trabajo que se encuentre limpia y en buenas condiciones para evitar se contamine el material pétreo al efectuar el mezclado, o en una planta de premezclado en frio cumplido las características deseadas de la mezcla.

El material pétreo tipo 3-A se acamellonará en la forma en cómo se elaboran las mezclas asfálticas en el lugar.

La emulsión asfáltica con agua proporción en volumen 40 – 60 por ciento, emulsión – agua respectivamente, incorporando el agua a la emulsión; el agua debe ser potable.

La mezcla homogénea emulsión - agua a temperatura de 30 a 50 C° se aplicara al material pétreo la cantidad necesaria para que el contenido asfáltico sea de orden de 2.0% en peso; el mezclado debe hacerse con moto-conformadora en forma rápida antes de que rompa la emulsión y el producto que se obtenga debe ser homogéneo.

#### 4.5.6.2 APLICACIÓN DEL RIEGO DE SELLO PREMEZCLADO:

El riego de sello premezclado se modificara de la forma siguiente:

<b>MATERIAL PÉTREO PREMEZCLADO</b>	<b>DOSIFICACIÓN LT/M<sup>2</sup></b>	<b>EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROMPIMIENTO RÁPIDO</b>	<b>DOSIFICACIÓN LT/M<sup>2</sup></b>
3 - A	10 A 12	Modificada con polímeros de Alta viscosidad	1.0 a 1.5

Sobre la superficie seca, barrida y sin material suelto se aplicara el riego de liga con la emulsión asfáltica de rompimiento rápido modificada con polímeros de alta viscosidad, cubriéndola de inmediato con el material pétreo premezclado aplicándolo con esparcidores mecánicos.

Para acomodar el material pétreo, se pasara de inmediato dos veces por cada punto de la superficie una plancha metálica tipo tándem con peso entre 4,500 y 7,000 kg.; se completara el acomodo con un compactador de neumáticos auto propulsado con peso entre 4,500 y 7,000 kg. Pasándolo las veces que sea necesario por cada punto de la superficie, mínimo se pasara cuatro veces, incrementándose parcialmente cuando la



temperatura sea de 15 a 20°C. después del planchado debe de dársele un reposo mínimo de cuatro horas.

Cuando se observe que ya no se adhiere más material pétreo, se recolectara el sobrante y se retirara al lugar que indique la supervisión. No debe aplicarse el sello cuando la temperatura ambiente sea igual o menor de 15 °C, cuando exista amenaza de lluvia o cuando soplen vientos intensos.

La aplicación de la emulsión será de 50 °C mínimo y de ser necesario se elevara 60 °C o más cuando la temperatura ambiente sea de 15 a 20 °C.



## DOSIFICACIONES

Las dosificaciones de los materiales pétreos, asfálticos y aditivos que se indican en estos Trabajos por Ejecutar, son aproximadas y las definitivas serán las que proporcione la Dependencia como resultado de las pruebas de laboratorio que en cada caso se lleven a cabo.

## 4.6 OBRAS DE DRENAJE



### **DRENAJE, ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE COMPLEMENTARIAS:**

Para lograr el periodo de la vida útil del diseño del pavimento se requiere protegerlo del agua pluvial y escurrimientos, que esta se desaloje con rapidez, evitando provocar erosiones o encharcamientos, es necesario que el drenaje sea el óptimo en cantidad de obras y área hidráulica de las mismas.

A.- Anticipadamente a la ejecución de las obras para la construcción de las terracerías y del pavimento (si se trata de sub-drenes, obras de cruce, pozos de visita, COLECTORES, BOCAS DE TORMENTA, REJILLAS, etc.), tomando en consideración lo señalado en las Normas N-CTR-CAR-1-01-007/00; 1-02-001/00; 1-02-002/00; 1-02-003/00; 1-02-004/00; N-CTR-CAR-1-03- 001/00; 002/00;003/00; 004/00; 005/00; 006/00; 007/00; 009/00; 010/00 y N-CSV-CAR-2- 01-001/01; 002/01; 003/01; 006/01; 007/01 y 003/01; de la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.); se desyerbarán, desazolvarán, limpiarán, reconstruirán y/o construirán los elementos de obras de drenaje que indique el proyecto y/o expresamente señale la Dependencia, de acuerdo a la relación anexa, depositando el producto del desyerbe y desazolve en donde lo señale la Supervisión, cuidando de ubicarlo en donde no cause nuevas obstrucciones a las obras de drenaje, al drenaje del camino y a terceros.

## **4.7 PRUEBAS DE LABORATORIO**

### **4.7.1 PRUEBAS PARA LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

De acuerdo con Olivera, estas pruebas se realizan para conocer las características de los materiales. Las pruebas pueden ser de clasificación, de control y de proyecto. Con las pruebas de clasificación se decide si los materiales se pueden utilizar en las capas estructurales. Con las pruebas de control se verifica que la obra cumpla con la estructuración racional de la sección transversal.

### **4.7.2 Pruebas de clasificación**

Las pruebas de clasificación que se realizan en los materiales pétreos y suelos son: granulometría, plasticidad, resistencia, expansión, valor cementante, densidad, adherencia con el asfalto y dureza. Para los productos asfálticos, las pruebas más comunes son: destilación,



penetración, viscosidad, punto de encendido, asentamiento, carga de la partícula y acidez. A continuación, se describe en que consiste cada prueba.

### **4.7.3 Granulometría**

Esta prueba, sirve para determinar el porcentaje en peso, de las partículas de diferentes tamaños que forman un material (Ing. Carlos Crespo).

Para realizar la prueba se hace uso de mallas o tamices de distintos tamaños por los que pasa el material. Se pesan las partículas que se retienen en cada una de las mallas y se encuentra el porcentaje con relación al peso seco total.

Posteriormente, se calcula el porcentaje que pasa por las diferentes mallas. La denominación de las mallas se hace de dos maneras; En la primera, se indica la separación interior que hay entre los alambres y se usa para las mallas de 3 plg. a las de  $\frac{1}{4}$  plg. En la segunda, se asigna un número, el cual indica la cantidad de alambres que se tienen en una pulgada y se usa para las mallas del número 4 al número 200.

#### **4.7.1.2 Plasticidad**

Olivera (1994), define a la plasticidad como la facilidad de un material a remodelarse sin cambio de volumen y teniendo un mínimo de resistencia al corte. Intervienen factores como la humedad y el peso volumétrico. Para poder determinar la plasticidad se realizan pruebas al material que pasa la malla número 40. Las pruebas más comunes son: los límites de Atterberg y la de contracción lineal.

##### **4.7.1.2.1 Límites de Atterberg**

Los límites de Atterberg, corresponden a la humedad, es decir, al porcentaje de agua con respecto al peso de los sólidos, en el cual los finos de los materiales pasan de una consistencia a otra (Juárez y Rico, 1986).

El límite líquido es la humedad correspondiente al límite entre el estado semilíquido y plástico. El material tiene una resistencia mínima al esfuerzo cortante de  $25 \text{ g/cm}^2$ . Para situar el material en el límite líquido se utiliza la copa de Casagrande.



El límite plástico es la humedad correspondiente al límite entre el estado plástico y el semisólido. Para que el material alcance el límite plástico, se elaboran rollos de material y cuando comienzan a agrietarse significa que ya lo alcanzaron. El índice plástico es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

#### **4.7.1.2.2 Prueba de contracción lineal**

De acuerdo con Juárez y Rico (1986), en la prueba de contracción lineal se obtiene una relación de longitud. El material con humedad correspondiente al límite líquido, se coloca en un molde de 2 x 2 x 10 cm. y se introduce en un horno. En este periodo sufre una disminución de longitud. El porcentaje de acortamiento con respecto a la longitud inicial, es la contracción lineal. Esta prueba es más exacta ya que la variabilidad es menor que la del límite plástico (Olivera, 1994).

$$\% \text{ Contracción Lineal} = [(Long. Inicial - Long. Final) / Long. Final] * 100$$

#### **4.7.1.3 Resistencia y expansión**

Para medir la resistencia y la expansión se utiliza la prueba Porter estándar. Con esta prueba se obtiene el peso volumétrico seco máximo (PVSM), la humedad óptima ( $W_o$ ), la expansión (E) y el valor relativo de soporte (VRS).

##### **4.7.1.3.1 Peso volumétrico seco máximo y humedad óptima**

Para realizar esta prueba, se colocan 4 Kg. de material húmedo en un molde metálico de 15 cm. de diámetro y aplicar una presión estática con una placa de 140.6 Kg/cm<sup>2</sup>. Cuando se termina de aplicar la presión, se observa la base, si está ligeramente húmeda, se dice que el peso volumétrico seco obtenido es el máximo (PVSM) y la humedad correspondiente es la óptima ( $W_o$ ). Si no se humedece, se necesita mayor humedad.

##### **4.7.1.3.2 Expansión**

El espécimen utilizado para la prueba del PVSM y  $W_o$  se introduce en un tanque de saturación y se le coloca un extensómetro. Se toma una lectura inicial. Mientras más plástico es el material, más se expande por la acción del agua y así aumenta su volumen. Tiene que estar mínimo 72 horas (Olivera, 1994).



Cuando las lecturas del extensómetro sean casi iguales de un día a otro se toma la lectura final para ver el porcentaje de expansión.

$$\% \text{ Expansión (e)} = [(Lectura Inicial - Lectura Final) / Lectura Inicial] * 100$$

#### 4.7.1.3.3 Valor relativo de soporte (VRS)

El valor relativo de soporte es la relación de las resistencias en porcentaje del material en estudio y de un material estándar a ser penetrados por un Cilindro metálico de 19.35 cm<sup>2</sup>. El material estándar es una caliza triturada, para la cual ya se tienen las resistencias.

Se coloca un espécimen en una prensa, haciendo lecturas de las cargas en Kg. correspondientes a las penetraciones de 1.27, 2.54, 3.81, 5.08, 7.62, 10.16 y 12.70 mm. Se elabora una gráfica en la que en las abscisas se coloca la penetración y en las ordenadas las cargas. Si la curva no sufre cambios bruscos, el valor relativo de soporte se calcula con la carga correspondiente a la penetración de 2.54 mm, dividida entre 1,360 que es la resistencia en kilogramos del material estándar y multiplicada por 100.

#### 4.7.1.4 Valor cementante

El valor cementante es la capacidad de aglutinamiento de un material. Los materiales que conforman la base y la sub – base deben dar un confinamiento adecuado para que las carpetas asfálticas sean eficientes. El aglutinamiento puede producirse incorporando al material inerte algún material natural de baja plasticidad como los limos o arenas arcillosas cuyos límites plásticos sean menores del 18 % y su contracción lineal menor al 6.5 %.

Teniendo suficiente aglutinamiento se cumplen requisitos como resistencia y plasticidad. La prueba de valor cementante se realiza con material que pasa la malla número 4 en un molde cúbico de 7.5 cm. Se colocan tres capas de material con una determinada cantidad de agua suficiente para que cerrando el puño este material se humedezca ligeramente. A cada capa se le dan 15 golpes con una placa de 900 g. desde una altura de 50 cm.

Los especímenes con todo y molde se meten en un horno hasta que se secan. Se retiran del horno, se sacan del molde y son llevados a la falla por medio de compresión sin confinar.



El valor cementante se calcula dividiendo la carga de ruptura entre el área.

#### **4.7.1.5 Adherencia de materiales pétreos con el asfalto**

Los materiales que van a estar en contacto con el asfalto deben tener buena adherencia a él. La adherencia se puede ver afectada por el agua y las pruebas que generalmente se hacen son: La prueba de desprendimiento por fricción prueba de pérdida de estabilidad por inmersión en agua, y la prueba inglesa.

##### **4.7.1.5.1 Prueba de desprendimiento por fricción**

En la prueba de desprendimiento por fricción, se colocan 50 g. de mezcla asfáltica en un frasco y se deja reposar por 24 hrs. Posteriormente, se agita tres veces por periodos de 5 min. Al finalizar el agitado, se saca la mezcla del frasco y se observa el porcentaje de desprendimiento de asfalto que sufrió el material pétreo. Si el porcentaje de desprendimiento es de 25% o menos, se considera que el material tiene adherencia aceptable.

##### **4.7.1.5.2 Prueba de pérdida de estabilidad por inmersión en agua.**

En la prueba de pérdida de estabilidad por inmersión en agua, se debe colocar la mezcla asfáltica en un molde de 10 cm. de diámetro y 12 cm de altura, se compacta con una presión de 40 Kg. /cm<sup>2</sup>. Se elaboran dos cilindros; Uno se deja reposar y el otro se sumerge en agua por tres días. Ambos se llevan a la ruptura por medio de compresión sin confinar. La pérdida de estabilidad se calcula como la resistencia del espécimen sin saturar menos la resistencia del espécimen saturado dividido entre la resistencia del espécimen sin saturar por 100. Si el valor es menor a 25% se tiene un material con adherencia aceptable.

##### **4.7.1.5.3 Prueba inglesa**

Para poder realizar la prueba inglesa, se necesita formar una capa de aproximadamente 1.5 mm. Posteriormente, se coloca encima una capa de agua de 2.5 cm. a la temperatura del asfalto. Se coloca la charola sobre un recipiente de mayor tamaño que también contenga agua a la misma temperatura. Se toman seis partículas de material de ½ plg. a ¾ plg. Se sumergen y se mantienen presionados contra el asfalto durante 10 min. Si





el promedio de las 6 partículas tiene un porcentaje de cubrimiento mayor al 90% la adherencia es aceptable.

#### **4.7.1.6 Dureza**

Para conocer la dureza se utilizan diferentes pruebas como la de desgaste, de densidad y de forma partícula.

##### **4.7.1.6.1 Desgaste**

Estas pruebas consisten en colocar al material dentro de un cilindro de acero hueco junto con bolas de acero. Se hace girar un determinado número de vueltas y al final se ve la cantidad de partículas finas. Con esto se calcula el porcentaje de desgaste.

##### **4.7.1.6.2 Forma de la partícula**

Se realiza esta prueba para determinar el porcentaje de partículas en forma de aguja, o de laja ya que estas al recibir cargas tienden a romperse con facilidad y afectan de manera negativa a la resistencia (Olivera, 1994).

##### **4.7.1.6.3 Densidad**

Si un material tiene una densidad menor a 1.8 es decir un peso volumétrico suelto menor a 1500 Kg. /cm<sup>2</sup> presenta problemas al ser utilizado en las capas de una vía terrestre. Son de baja resistencia y presentan rebote, lo cual genera deformaciones y agrietamientos en la superficie de rodamiento (Ing. Carlos Crespo).

##### **4.7.1.7 Destilación**

Esta prueba se realiza en asfaltos rebajados y emulsiones. Para poder realizar esta prueba se coloca el material en un recipiente que se conecta a un refrigerante. El recipiente se calienta y los materiales más volátiles se evaporan. Al pasar por el refrigerante se condensan y se dirigen a una probeta.

Debe tener un termómetro para ver la temperatura al caer la primera gota, y luego se conoce el volumen que ha caído mediante determinadas temperaturas. Con esto se conoce el tipo de rebajado.

##### **4.7.1.8 Penetración**

Se realiza en cementos asfálticos con un penetrómetro que pesa 200 g. y en el extremo inferior tiene una aguja. El material asfáltico debe de estar





en una cápsula a una temperatura de 25 °C. Se pone en contacto la aguja con el material y después de 5 segundos se revisa la penetración de la aguja.

#### **4.7.1.9 Viscosidad**

Esta prueba se realiza a emulsiones, rebajados y cementos asfálticos. Sirve para conocer la dificultad de un producto asfáltico a pasar por un orificio de características especificadas. Se efectúa con el viscosímetro, para ver el tiempo que tarda el producto asfáltico en llenar un matraz aforado de 60 cm<sup>3</sup> después de pasar a la temperatura de prueba. Este tiempo en segundos se denomina grados de viscosidad.

#### **4.7.1.10 Punto de inflamación**

Olivera (1994), dice que el punto de inflamación sirve para los cementos y los rebajados asfálticos. A partir de esta prueba se deduce el tipo de solventes que contiene el producto. Se utiliza la copa Tag o la copa Cleveland. En ellas se calienta el producto hasta que se inflama al pasar por la superficie un mechero. Se reporta la temperatura de la primera flama y de la inflamación.

#### **4.7.1.11 Asentamiento**

La prueba del asentamiento sirve para saber si las emulsiones son estables. Para realizar esta prueba, se necesitan 500 g. de emulsión en una probeta que se tapa herméticamente y se deja reposar durante 5 días. Al término de los 5 días con una pipeta se extraen 50 g. y por evaporación se calcula el porcentaje de cemento asfáltico. Se tiran 400 g. de muestra y con los últimos 50 g. se realiza el mismo procedimiento que con los primeros 50 g. la diferencia de los contenidos de asfalto de la parte inferior y superior es el asentamiento.

#### **4.7.1.12 Acidez y carga de la partícula**

Para saber si las emulsiones son aniónicas o catiónicas. Se realizan dos pruebas diferentes. En la primera se utiliza papel tornasol. En la segunda se hace pasar una corriente eléctrica por la emulsión por medio de un potenciómetro.

#### **4.7.2 Pruebas de control**

Las pruebas de control permiten verificar la calidad de las obras y se utilizan las mismas pruebas que las de clasificación. Sin embargo también



hay pruebas específicas de control para conocer el grado de compactación en las diferentes capas de una estructura vial. Es importante conocer los pesos volumétricos de campo y los pesos volumétricos de laboratorio.

### **4.7.3 Compactación**

Según Juárez y Rico (1986), la compactación es un proceso mecánico para reducir el volumen de los materiales, con el fin de que sean resistentes a las cargas. La reducción de volumen del suelo se lleva a cabo utilizando maquinaria especializada.

Una vez terminada la compactación de alguna capa de la sección estructural es necesario verificar si se alcanzó el peso volumétrico marcado en el proyecto. El grado de compactación es la forma de medir la compactación alcanzada. Se define como la relación en porcentaje del peso volumétrico seco que se tiene en la obra y el peso volumétrico seco máximo que se obtiene en el laboratorio.

Por lo tanto es necesario efectuar pruebas de campo y de laboratorio. Por lo regular el cuerpo del terraplén tiene que alcanzar una compactación mínima de 90% y las capas subyacentes un mínimo de 95%.

#### **4.7.3.1 Pruebas de compactación en el campo**

Las pruebas de campo sirven para encontrar el peso volumétrico seco alcanzado en la obra. Se realiza un sondeo a cielo abierto con una profundidad igual al espesor de la capa y con un ancho igual a 3 ó 4 veces del tamaño máximo del agregado.

El material que se extrae se coloca en una charola para conocer el peso húmedo y se toma otra pequeña muestra para conocer su humedad. Con estos datos se obtiene su peso seco. Se tiene que calcular el volumen vaciando arena con granulometría uniforme en el lugar del sondeo. Teniendo el peso seco y el volumen se calcula el peso volumétrico seco.

#### **4.7.3.2 Pruebas de compactación de laboratorio**

Para encontrar el grado de compactación se requieren los datos de laboratorio para ser comparados contra el peso volumétrico seco encontrado en el campo.



Las pruebas hechas en laboratorios son de dos tipos: estáticas y dinámicas. Las pruebas estáticas son aquellas en las que se compacta el espécimen con una presión por medio de una placa que cubre toda la superficie del molde. Las pruebas dinámicas son aquellas en las que el espécimen se elabora compactando el material por medio de pisones con un área menor a la sección del molde (Olivera, 1994).

#### **4.7.4 Equivalente de arena**

Esta prueba, sirve para conocer la presencia de materiales finos en el suelo. Al realizar esta prueba, se encuentra el porcentaje de materiales finos indeseables, principalmente de arcillas que en contacto con el agua provoca daños en el pavimento.

#### **4.7.5 Prueba Marshall**

La prueba Marshall, se utiliza para encontrar el contenido óptimo de asfalto. Al realizar la prueba se obtienen datos para formar graficas. En el eje de las abscisas se encuentra el porcentaje de asfalto y en el de las ordenadas se encuentra el peso volumétrico, la relación de vacíos, la estabilidad y el flujo. Teniendo estas graficas se puede encontrar el contenido óptimo de asfalto.

#### **4.7.6 Pruebas de proyecto**

Sirven para dimensionar las diferentes partes que constituyen las secciones de una vía terrestre desde un punto de vista de las cargas de tránsito. Se utilizan pruebas de resistencia para dimensionar las capas superiores y las inferiores solamente se revisan.

#### **4.7.7 RESULTADOS DE LABORATORIO**

Los resultados de laboratorio tienen como finalidad comprobar la calidad de los materiales y de los procesos constructivos en la obra.

Se tomó en cuenta las características de los materiales en sus diferentes capas empezando por el terraplén y terminando en la base. Al mismo tiempo se probó que la compactación tanto del terreno natural, de la subrasante, de la sub – base, la base y la carpeta asfáltica alcanzaran los niveles deseados.

De la misma manera se llevó un control del riego de sello, se determinó la permeabilidad de la carpeta asfáltica, se analizaron los materiales pétreos para el concreto asfáltico y se controló el tendido del concreto asfáltico.



Se analizaron las características de la emulsión utilizada y se recopilaron datos sobre el riego de impregnación y el riego de liga.

Se realizó un ensaye de calidad en el cemento asfáltico modificado con polímero. Para controlar el concreto que se utilizó en las guarniciones se hicieron pruebas a compresión de cilindros de concreto hidráulico. A la tubería de 3" de diámetro, se le realizó la prueba de hermeticidad a tubo para comprobar que no hubiera fugas y que alcanzara una presión deseada.



## V. OBRAS BASICAS



EN ESTE CAPITULO SE EXPLICARA LAS OBRAS COMPLEMENTARIAS QUE SE REQUIRIERON ASI COMO SU PROCEDIMIENTO, PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DEL CAMINO, ASI COMO DAR LA SEGURIDAD Y PROTECCION ADECUADA EN TODO MOMENTO AL PEATON Y AL TRANSITO QUE SE GENERE EN ESTE, CABE SEÑALAR QUE ESTAS OBRAS SON GENERADAS DADO LA CONSTRUCCION DEL CAMINO, ESTAS OBRAS PUEDEN SER: OBRAS INDUCIDAS, SEÑALAMIENTO, SEMAFORIZACION, BANQUETAS Y GUARNICIONES, ETC.



## 5.1 OBRAS INDUCIDAS

Antes de iniciar los trabajos, en los cuales entrará en acción la maquinaria pesada, es necesario implementar una brigada de campo para la identificación de obras inducidas, señalando con marcas de cal o pintura, según sea el caso, las obras inducidas, a efecto de que se determine cuáles obras deberán tratarse de forma manual, y se advierta a los operadores de maquinaria pesada las precauciones a seguir, toda vez que el daño que se ocasione a dichas instalaciones, será reparado con cargo a los recursos de la contratista, y sólo serán motivo de pago, aquellos trabajos de reubicación y/o demolición señalados en el catálogo de concepto del contrato.

- Liberación de afectaciones.
- Demolición de construcciones, pisos y banquetas
- Reubicación de postes de líneas de energía eléctrica (CFE).
- Reubicación de postes de TELMEX.
- Renivelación de registros de agua potable.
- Renivelación de registro de TELMEX
- Desmantelamiento y reubicación de cercas con mallas ciclónicas.
- Reubicación de cercas con postes de madera y alambre de púas.
- Retiro o reubicación de árboles.
- Desmantelamiento y retiro de señalamiento vertical

### 5.1.1 Demoliciones

Donde nos indicó el proyecto se realizaron las demoliciones de elementos que obstaculizaron la línea de proyecto como fueron zampeados, concreto hidráulico simple en banquetas guarniciones y cunetas, así como el desmantelamiento de malla ciclónica y cercado de alambre de púas.

Donde indico el proyecto se reubico la línea de agua potable, así como la recolocación de tubería de drenaje que se daño en el proceso de abrir caja, se reubicaron líneas de teléfono (Telmex) y postes de Energía Eléctrica, así como la tala de árboles, forestando los arboles necesarios de acuerdo a la Ley.

### 5.1.2 RENIVELACIONES



Se renivelarán los brocales existentes a nivel de rasante así como todas las cajas de válvulas de agua potable, todo esto se realizara de acuerdo a las especificaciones que nos marco el proyecto.

## 5.2 OBRAS COMPLEMENTARIAS

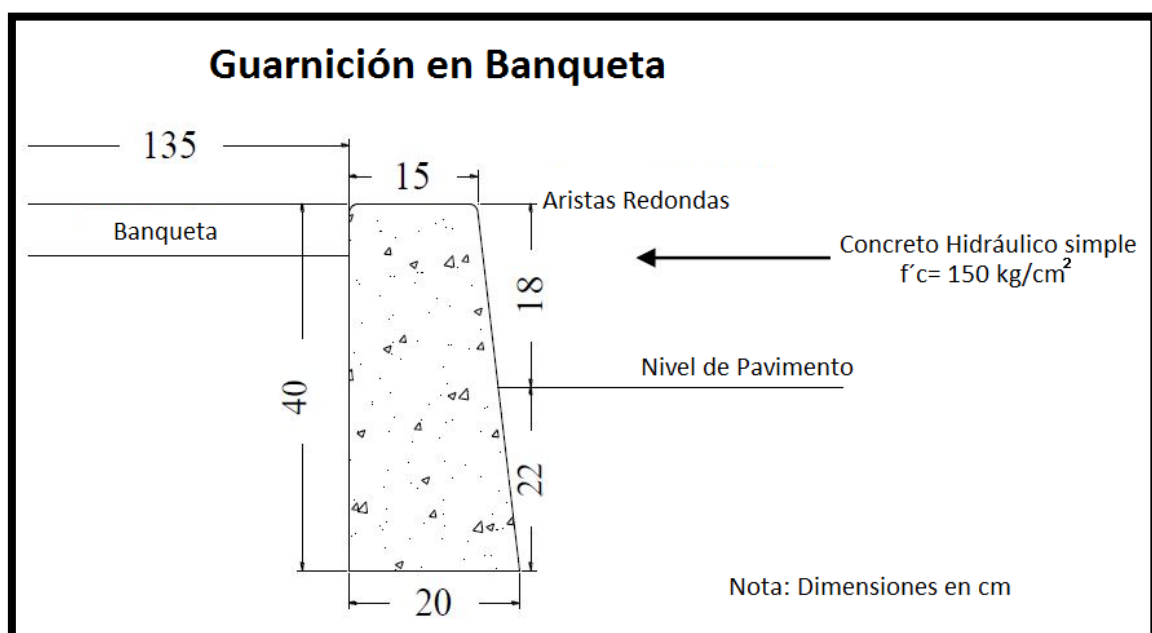
Estas obras son de gran importancia ya que estas mejoran la seguridad de del peatón así como la de los conductores además de preservar en buen estado al camino, dentro de las obras complementarias, se pueden encontrar guarniciones, banquetas, cunetas y bordillos.

### 5.2.1 Guarniciones y Banquetas

Las guarniciones sirven para contener y evitar que se deslicen las banquetas, también sirven para proteger a las banquetas del tránsito. Otro objetivo de las guarniciones es canalizar el agua que escurre en la superficie de rodamiento y guiarla hacia salidas especiales.

Se diseñan en forma trapezoidal para dar mayor resistencia a la sección. Las guarniciones son de concreto con un  $f'c = 150 \text{ Kg. /cm}^2$ . La cimbra fue Deslizante de acero porque son más fáciles de manejar, más durables y logran mejor acabado. Para asegurar la calidad, se hacen pruebas a compresión de cilindros de concreto.

Para la construcción de las guarniciones y banquetas, se deben considerar los aspectos que contiene la Norma N.CTR.CAR.1.02.010/00.





135 Nota: 1.- Dimensiones en cm 2.- Concreto  $f'c=150$  kg/cm<sup>2</sup>

## EJECUCIÓN

### CONSIDERACIONES GENERALES

Para la construcción de guarniciones y banquetas se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N.LEG.3, *Ejecución de Obras*.

Las guarniciones y banquetas de concreto hidráulico tendrán la resistencia, dimensiones y características establecidas en la figura "G" anexa o aprobadas por la Supervisión.

La construcción de guarniciones y banquetas coladas en el lugar, se realizará considerando lo indicado en la Norma N.CTR.CAR.1.02.003, *Concreto Hidráulico*; cuando el proyecto o la Supervisión establezcan que las guarniciones o banquetas deban ser reforzadas con acero, se considerará lo señalado en la Norma N.CTR.CAR.1.02.006, *Estructuras de concreto Reforzado*.

### TRABAJOS PREVIOS

Previamente a la construcción de guarniciones y banquetas, se efectuará un remarcado de los niveles y alineamientos, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Supervisión.

Para desplantar la guarnición se hará una excavación de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Supervisión.

Sobre el fondo de la excavación se tenderá, apisonándola, una capa de arena de diez (10) centímetros de espesor, que servirá de desplante para la guarnición.

La guarnición se construirá sobre la capa de arena, dentro de la excavación.

### GUARNICIONES Y BANQUETAS COLADAS EN EL LUGAR

#### Guarniciones

Cuando las guarniciones sean coladas en el lugar utilizando procedimientos manuales, se utilizarán moldes rígidos colocados sobre la superficie de desplante, con la suficiente rigidez para que no se deformen durante las operaciones de vaciado y vibrado, ajustados perfectamente para evitar escurrimientos de lechada por las juntas.

Cuando la construcción de las guarniciones se haga manualmente, el vaciado se hará en forma continua, tendiéndose en dos (2) capas de igual espesor.



Las juntas de construcción y dilatación se harán a cada tres (3) metros de distancia, mediante separadores metálicos de tres (3) milímetros de espesor y una profundidad de veinticinco (25) centímetros, Los separadores se limpiarán y engrasarán perfectamente antes de la colocación del concreto y se retirarán cuidadosamente de tres (3) a cinco (5) horas después del colado.

### **Banquetas**

Cuando las banquetas sean coladas en el lugar, se utilizarán moldes rígidos colocados sobre la superficie de desplante, con la suficiente rigidez para que no se deformen durante las operaciones de vaciado y vibrado.

El colado de las banquetas de concreto simple se hará por tableros alternados en tramos no mayores de dos (2) metros, medidos paralelamente a la guarnición.

El nivel de la banqueta, en su extremo colindante, coincidirá con el de la guarnición.

Las banquetas de concreto recién coladas se protegerán del paso de los peatones durante un tiempo mínimo de veinticuatro (24) horas.

### **ACABADOS**

El acabado de las guarniciones y banquetas será el establecido en el proyecto o el aprobado por la Supervisión, uniforme, sin protuberancias ni oquedades.

Las aristas de las guarniciones y banquetas serán acabadas antes de que endurezca el concreto mediante un volteador, formando curvas suaves con radio máximo de cinco (5) milímetros.

Las guarniciones se pintarán considerando lo establecido en la Norma N.CTR.CAR.1.07.002, *Marcas en Guarniciones*.

Sobre el concreto fresco de las banquetas, se hará un escobillado de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Supervisión.

### **CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de las guarniciones y banquetas hasta que hayan sido recibidas por la Supervisión, junto con todo el tramo de carretera.

### 5.2.2 Cunetas

Las cunetas son zanjas construidas al borde de la corona. Su función es recoger el agua que fluye por los taludes de los cortes. Se tienen que impermeabilizar para evitar filtraciones hacia el pavimento. Se debe evitar el crecimiento de vegetación. Se recomiendan velocidades no mayores a 1.5 m/s.

El gasto por drenar de la cuneta es de 0.5 m<sup>3</sup>/seg Las cunetas del proyecto, son triangulares. El talud hacia la vía debe ser como mínimo 3:1. La pendiente longitudinal mínima es de 0.5% como se muestra en la siguiente figura.

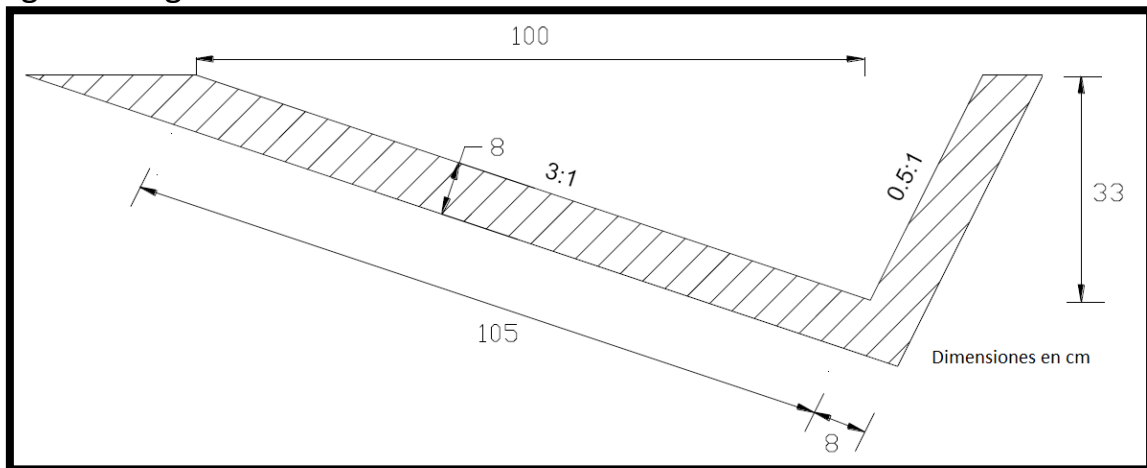


Figura: Cuneta

#### CARACTERÍSTICAS EN CUNETAS

Se utilizara una sección transversal triangular con una profundidad de 33 cm, un ancho de 1 m y taludes, del lado de la corona 3:1 y, del lado del corte, el que corresponda según el material existente.

Su recubrimiento será con concreto hidráulico. Pudiendo ser losas coladas en el sitio o pre-coladas.

Además, las losas tendrán juntas selladas para evitar fugas de agua. La longitud de estas cunetas no será mayor que 250 m.



### **5.2.3 Bordillos**

Conocidos también como guarniciones laterales. Son estructuras que se colocaron en el lado exterior del acotamiento y en la parte inferior de las secciones de terraplén en curva. Son bordos que conducen el agua para evitar erosión en los taludes.

Para este proyecto, el bordillo es de forma trapezoidal con las siguientes características.

Bordillo de concreto hidráulico, con  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ .

Para su construcción se utilizara cimbra metálica o de madera.

Se dispondrá de juntas de expansión a cada 10 m

## **5.3 SEÑALAMIENTO**

Debido a los altos índices de accidentes que se presentan en las redes viales y por la necesidad de ofrecer seguridad al usuario, la ONU ha logrado que muchos países adopten un sistema internacional de señalamiento donde destaca la importancia de la simbología, ya que su comprensión es más rápida que la de un texto. Los objetivos que se persiguen son mejorar la seguridad, optimizar la operación del tránsito y guiar al usuario.

Se denomina dispositivo para el control de tránsito a cualquier señal, marca, semáforo y cualquier otro artefacto que se coloque sobre las calles y carreteras para prevenir, regular y guiar a los usuarios. Estos dispositivos indican las precauciones que se deben tener. La clasificación de los dispositivos es la siguiente:

#### **1. Señales:**

- Preventivas
- Restrictivas
- Informativas

#### **2. Marcas:**

- Rayas
- Símbolos
- Letras.

#### **3. Obras y Dispositivos Diversos:**



- Cercas
  - Defensas
  - Indicadores de Obstáculos
  - Tachuelas o Botones
  - Reglas y Tubos Guía
  - Bordos
  - Vibradores
  - Indicadores de Curva Peligrosa
4. Dispositivos Para Protección en Obra:
- Señales Preventivas
  - Restrictivas e Informativas
  - Canalizadores
  - Señales Manuales
5. Semáforos:
- Vehiculares
  - Peatonales
  - Especiales

Cualquier dispositivo de tránsito debe llamar la atención, transmitir un mensaje simple y claro, imponer respeto a los usuarios y estar en un lugar apropiado para tener tiempo de reacción.

Para que los dispositivos de control sean efectivos existen cuatro consideraciones que son; proyecto, ubicación, uniformidad y conservación.

- *Proyecto*

La combinación de forma, tamaño, color, contraste, composición, iluminación o efecto reflejante deben llamar la atención del usuario y transmitir un mensaje simple y claro.

- *Ubicación*

Debe estar ubicado dentro del cono visual del conductor, para llamar la atención, facilitar la lectura e interpretación. Está relacionado con la velocidad ya que debe dar tiempo a una respuesta.

- *Uniformidad*





Los mismos dispositivos de control o similares deberán aplicarse de manera consistente. Con el fin de lograr una interpretación siempre igual.

- *Conservación*

Deberán estar físicamente bien conservados, es decir, limpios y legibles.

### **5.3.1 Señales**

Sirven como señalamiento para que los conductores tengan un manejo y control adecuado de las rutas por las cuales transitan. De esta manera, se pueden evitar accidentes.

#### **5.3.1.1 Señales Preventivas**

Su función es dar al usuario un aviso anticipado para prevenirlo de un peligro potencial en una calle o carretera. La señal debe provocar que el conductor adopte medidas de precaución como reducción de velocidad. Se utilizan cuando hay cambio en el alineamiento horizontal y vertical por curvas, por intersecciones en calles o carreteras, pasos a desnivel, vías de ferrocarril, reducción o aumento en el número de carriles, pendientes peligrosas, proximidad a un semáforo, pasos peatonales, cruces escolares, derrumbes y grava suelta.

Las señales son cuadradas con esquinas redondeadas, se coloca en una de sus diagonales con sentido vertical para que tome la forma de diamante.

#### **5.3.1.2 Señales Restrictivas**

Su función es recordar alguna prohibición. Si se infringe una de las indicaciones restrictivas se sanciona por las autoridades de tránsito.

#### **5.3.1.3 Señales informativas**

Su función es guiar al conductor informándole sobre nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes, y ciertas recomendaciones que vale la pena observar.

Estas señales, pueden ser de identificación, de destino, de recomendación, de información general, de servicios y turísticas.

### **5.3.2 Pasos para Peatones**



Son fajas de seguridad marcadas en el pavimento por medio de rayas blancas y continuas. Tienen un ancho entre 0.15 y 0.25 m. La separación entre rayas nunca debe ser mayor a 1.80m. Los pasos peatonales se hacen en todas las intersecciones donde pueda existir confusión entre el movimiento de vehículos y peatones.

### **5.3.3 Marcas**

Son las indicaciones en forma de rayas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras.

Las marcas sobre el pavimento son todas las rayas como la central sencilla continua o discontinua, adicional continua para prohibir el rebase, central doble continua, separadoras de carriles, en las orillas de calzada, canalizadoras, de parada, para cruce de peatones y para estacionamiento. Los colores de las marcas son blancos o amarillos.



## VI.-CONCLUSIONES



## CONCLUSIONES

El Circuito Vial San Marcos Huixtoco al ser analizado, el procedimiento constructivo, se concluye que fue elaborado en forma correcta, ya que cumplió con las normas de calidad especificadas. Al cumplirlas, se logró satisfacer las necesidades generadas por el alto crecimiento poblacional mediante la ampliación y reconstrucción de los tramos anteriormente mencionados. Al ampliar y construir de manera correcta, apegados a las condiciones que se tenían, se obtuvo la calidad deseada.

Como esta obra fue de gran magnitud y costo elevado, el grado de calidad con el que se trabajó fue significativo. El control de calidad se consiguió al sumar los esfuerzos, principios, prácticas y tecnología con que se contaba, asegurando de esta manera una buena calidad al menor costo posible.

Al llevar un buen control se obtuvo la calidad necesaria en el tiempo programado y con costos aproximados a los presupuestados. Al ser una obra pública, la responsabilidad del control de calidad recayó en las autoridades públicas, las cuales contaban con un buen sistema de control de calidad para lograr conjuntamente cumplir las expectativas del usuario.

En una obra vial se deben hacer los estudios necesarios para saber de qué materiales se dispone. Es importante señalar los tratamientos que requieren para poder utilizarse en la estructura. Siempre hay que utilizar los procedimientos de construcción marcados en el proyecto.

Es necesario entender que en la construcción de una vía, se deberán considerar variaciones dentro del diseño, en la calidad de los materiales y en las técnicas constructivas y contar con un sistema flexible, para lograr ser realistas.

Para lograr manejar de un modo claro y razonable los aspectos de la construcción es necesario contar con un conjunto de especificaciones, cuyo objetivo principal es proporcionar metas a la construcción. En este caso, la meta fijada era evitar los embotellamientos, los daños provocados a los vehículos por el mal estado de la vialidad debido a las cargas transmitidas al camino, logrando proveer una vía más rápida y segura.

Para obtener buenos resultados, fue necesario aplicar correctamente las especificaciones manejadas a cargo de personal capacitado. Por otro lado



es importante que las especificaciones sean realistas, ajustándolas al nivel tecnológico, al personal y al equipo de construcción con los que se contó.

Los materiales fueron analizados para asegurarse que cumplieran con las características necesarias en el terreno técnico y económico. Si no hubieran sido analizados correctamente, se pudieron haber rechazado materiales que ofrecían calidad para el tipo de obra requerida.

Un aspecto importante fueron las pruebas de laboratorio, las cuales dieron a conocer la calidad de los materiales y de la obra. Las pruebas ejecutadas fueron rápidas, sencillas, estandarizadas y de fácil interpretación. Al mismo tiempo, los equipos utilizados fueron fáciles de calibrar, manejar y económicos. Así se obtuvieron resultados confiables en las pruebas de laboratorio hechas en campo y la información resultante se encontraba disponible para tomar decisiones referentes al área de control de calidad.

Se logró obtener el conocimiento en pavimentos flexibles, conocer las etapas de construcción de un camino y las pruebas de laboratorio con sus resultados. Por otro lado, se tomaron en cuenta las obras básicas para una vialidad y las fallas básicas que se presentan en los pavimentos flexibles. En conclusión, se puede determinar que la obra brindó mayor auge a la zona debido a la fluidez y rapidez con la que se logran desplazar los vehículos, entre Cuautla, Chalco e Ixtapaluca. Después de revisar el diseño del tramo del camino se comprobó que el diseño era el adecuado para cumplir con la calidad deseada al menor costo posible. Al asegurar la calidad de los materiales, del personal, los procesos, procedimientos y diseño, se logró un camino seguro y adecuado para los requerimientos de los usuarios.



## BIBLIOGRAFIA

- ❖ *Crespo Villalaz Carlos, Vías de Comunicación: Caminos ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos, 4ª edición, Limusa, México, 2011.*
  
- ❖ *Ricardo Rodríguez Cordero, Apuntes de la Asignatura de “Vías Terrestres” impartida En la FES Aragón, en la Carrera de Ingeniería Civil.*
  
- ❖ *Fernando Olivera Bustamante, ESTRUCTURACIÓN DE VÍAS TERRESTRES, 2ª Edición, ed. Continental, México, 1996.*