



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES**

**ARAGÓN**

**“PROYECTO DE LA CARRETERA COCULA-ACATLÁN”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

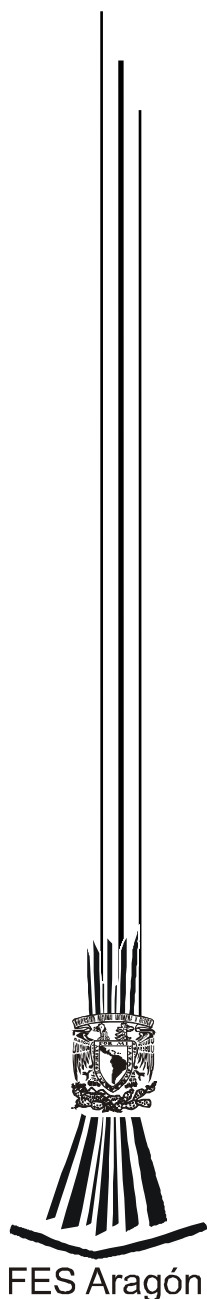
**INGENIERO CIVIL**

PRESENTA

**ALEJANDRO PINEDA CHÁVEZ**

DIRECTOR DE TESIS

**ING. JOSÉ MARIO AVALOS HERNÁNDEZ**



**FES Aragón**

SAN JUAN DE ARAGÓN, ESTADO DE MÉXICO, AGOSTO 2012



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



**INDICE.**

Introducción.....	1
<b>I. Antecedentes.....</b>	<b>3</b>
1.1 Las vías terrestres en México.....	6
1.2 Los Caminos.....	6
1.3 Los pavimentos.....	8
1.4 Las terracerías.....	8
1.5 Secciones transversales típicas de las vías terrestres.....	9
<b>II. Entorno geográfico.....</b>	<b>10</b>
2.1 Localización.....	10
2.2 Geología.....	13
2.3 Sismicidad.....	14
2.4 Topografía.....	14
2.5 Suelos.....	15
2.6 Clima.....	16
2.7 Hidrografía.....	16
2.8 Flora y fauna.....	17
<b>III. Características del proyecto.....</b>	<b>18</b>
3.1 Ampliación izquierda con un ancho de corona de 12 m.....	21
3.2 Ampliación derecha con un ancho de corona de 12 m.....	22
3.3 Ampliación simétrica con un ancho de corona de 21 m.....	23
3.4 Carpeta asfáltica.....	24
3.5 Bases y subbases.....	24
3.6 Capa subrasante.....	26
3.7 Cuerpo del terraplén.....	26
3.8 Escalones de liga.....	27
3.9 Pavimento flexible.....	27
3.10 Elementos del proyecto geométrico.....	30

---



<b>IV. Diseño geotécnico.....</b>	<b>33</b>
4.1 Observaciones generales.....	33
4.2 Observaciones particulares.....	35
4.3 Banco de materiales.....	37
4.4 Tablas de localización de préstamo de materiales.....	41
4.5 Tablas de clasificación de suelos (SUCS).....	48
<b>V. Drenaje.....</b>	<b>59</b>
5.1 Obras complementarias de drenaje.....	60
5.2 Drenaje superficial.....	60
5.3 Drenaje transversal.....	64
5.4 Obras de drenaje menor.....	66
<b>VI. Diseño y evaluación de pavimentos.....</b>	<b>68</b>
6.1 Pavimento con corona de 12 m.....	68
6.2 Método de diseño para 12 m.....	69
6.3 Pavimento con corona de 21 m.....	77
6.4 Método de diseño para 21 m.....	78
<b>VII. Proceso constructivo.....</b>	<b>87</b>
7.1 Generalidades.....	87
7.2 Ampliación izquierda del cuerpo actual a corona de 12 m.....	88
7.3 Ampliación derecha del cuerpo actual a corona de 12 m.....	95
7.4 Ampliación simétrica del cuerpo actual a corona de 21 m.....	103
Conclusiones.....	111
Bibliografía	

---



## **INTRODUCCIÓN.**

En el presente trabajo se menciona la modernización y ampliación de una carretera localizada en el Estado de Jalisco, ubicado en el tramo de la carretera Cocula-Acatlán, en su subtramo del *km 73+500* al *km 77+500*, del *km 80+440* al *km 83+440* con un ancho de corona de *12 m*, y del *km 101+600* al *km 124+600* con un ancho de corona de *21 m*.

Las carreteras en México son de gran importancia, debido al gran beneficio que brindan a muchas comunidades acortando distancia y tiempo, y al mejorarse estas vialidades brindan comodidad y seguridad al usuario.

Se darán a conocer los conceptos básicos en carreteras, el porqué de la importancia de la modernización y ampliación, así como el lugar donde se encuentra nuestro proyecto y el entorno geográfico que contiene dicha obra.

Las características del proyecto que se mencionan son fundamentales ya que entramos en una área donde se conocen datos de gran relevancia para la realización del camino, estos consistirán en dar las recomendaciones para ligar la estructura existente con la ampliación a considerar.

El diseño geotécnico menciona información acerca del terreno de cimentación y los tipos de materiales a emplear, así como los procedimientos de construcción a utilizar.

Las obras complementarias de drenaje son elementos estructurales, y tienen como función eliminar la inaccesibilidad del camino debido a la humedad y al agua.

En el diseño y evaluación de pavimentos se mencionan las propuestas de la estructuración, en el cuál muestran los espesores de cada capa que llevara nuestra estructura, tomando en cuenta que los diseños serán de rehabilitación



del cuerpo existente (modernización), y otra de una estructuración nueva (ampliación).

En el proceso constructivo, nos indica desde el desmonte y despalme hasta la construcción de la carpeta asfáltica, es decir, los pasos que comprenden las terracerías y los pavimentos de los tres diferentes tramos, de los cuales dos corresponden a un ancho de corona de 12 *m* y uno de 21 *m*. Cabe mencionar que este proyecto se basa en las Normas Técnicas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).



# I. ANTECEDENTES

---



## **I. ANTECEDENTES.**

Con el objetivo de mejorar la intercomunicación dentro del Estado de Jalisco, así como de tener vialidades de altas especificaciones para su desarrollo turístico y comercial, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, mediante sus oficinas Normativas correspondientes, se plantea realizar la ampliación izquierda del cuerpo actual, en el subtramo del *km 73+500* al *km 77+500*; así como la ampliación derecha del cuerpo actual en el subtramo del *km 80+440* al *km 83+440* en la carretera Cocula-Acatlán, objeto de este estudio, dicha adecuación del cuerpo actual, serán para tener un camino tipo A2 con un ancho de corona de 12 *m*, así mismo tendremos una ampliación simétrica en el cuerpo actual en el subtramo del *km 101+600* al *km 124+600* en la carretera Cocula-Acatlán obteniendo un ancho de corona de 21 *m*, por lo tanto, en el presente escrito, se describen los trabajos realizados para presentar el estudio geotécnico, diseño y evaluación de pavimento, así como el proceso constructivo con el cual se conocerán las características mecánicas del suelo de sustentación y materiales que conformaran su estructuración actual, para así finalmente proporcionar las recomendaciones para los trabajos que se realizarán en su ejecución.

El avance logrado en la construcción de caminos, ha impulsado notoriamente a los municipios que se vincularon a la red carretera, los que experimentaron un aumento en su nivel de desarrollo, dado principalmente en las regiones de alto potencial, lo que tuvo un efecto acelerador de la dinámica social y económica de las zonas favorecidas entre las regiones.

El Estado se encuentra comunicado por una amplia red de carreteras, a través de las cuales integra a la entidad con el resto del país y que, conjuntamente con las carreteras estatales, permite comunicación con las 124 cabeceras municipales de la entidad, en una extensión de 25.303,98 *km*, de los que: 5.148,28 *km* corresponden a carreteras libres; 5.148,28 *km* de red Federal y 3.095,46 *km* de red Estatal; carreteras de cuota 566,10 *km*; 5.433,70 *km* a





caminos rurales y 14.155,90 km de brechas. Sus principales vías de comunicación vinculan a la entidad con el interior de Jalisco, con la capital de la República y con los principales centros industriales, tales como Monterrey, N.L., Saltillo y Torreón, Coahuila.; Querétaro, Querétaro.; León y Salamanca, Guanajuato.; San Luis Potosí y el Noroeste, Centro y Sur del país.



Fig. 1.1.- Red de carreteras del Estado de Jalisco

Actualmente Jalisco cuenta ya con la más grande tecnología en cuanto a prevención de desastres naturales, hace poco se colocaron en las costas del Estado de Jalisco alarmas de tsunamis las cuales no contaba.

La Capital del Estado cuenta con una eficiente red vial, sobre todo en las vías de entrada y salida a la ciudad, así como de vías rápidas que la cruzan, en las

que se localizan los pasos a desnivel en los cruces de las vías de ferrocarril y en vías rápidas.



Fig. 1.2.- Mapa del Estado de Jalisco.

Las comunicaciones y transportes son dos actividades importantes para el desarrollo social y económico del Estado, ya que su función primordial es la de facilitar la integración social y geográfica del territorio para el traslado de personas y bienes.

La ubicación geográfica de Jalisco en el Occidente de la Nación Mexicana es estratégica, lo que le ha valido una privilegiada comunicación, tanto con el Centro, Sur, Este, Norte de la Nación, como con los Puertos del Pacífico, con las entidades vecinas y al interior del Estado.



## 1.1 LAS VÍAS TERRESTRES EN MÉXICO

Los españoles introdujeron las carretas, fray Sebastián de Aparicio (monje franciscano) construyó las primeras brechas o veredas, con lo que comenzó una tradición caminera muy arraigada. Así hubo comunicación con el puerto de Veracruz, Puebla, Acapulco y otras ciudades importantes del país.

Al inicio del siglo XIX se introdujeron en el país los primeros automóviles, que utilizaron principalmente los caminos de carretas, sin embargo, a partir de 1925 empezó la construcción de vías con técnicas avanzadas. Los primeros caminos de este tipo iban de la ciudad de México a Veracruz, a Laredo y a Guadalajara. Fueron proyectados y construidos por firmas de Estados Unidos, pero desde 1940 los ingenieros mexicanos se han encargado de los trabajos y ahora se tiene una red de caminos pavimentados con superficie de rodamiento revestida, para asegurar el tránsito de los vehículos en todo momento.

A finales del siglo XIX se inventó el automóvil, que ha tenido un rápido desarrollo, para su tránsito, en primer lugar se acondicionaron los antiguos caminos de carretas, los cuales sufrieron después grandes transformaciones en su geometría y estructura, pues los vehículos se han multiplicado tanto en número como en peso.

## 1.2 LOS CAMINOS

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 de vehículos.

Los tipos de camino se han clasificado de diferentes maneras en diferentes lugares del mundo, ya sea con arreglo al que con ellas se persigue o por su transitabilidad.



### *Caminos según su función*

Camino dividido: circulación en dos sentidos, con faja central separando los sentidos de la circulación opuesta.

Camino no dividido: circulación en ambos sentidos separados exclusivamente por la raya limitada de carriles.

Arteria urbana: campo principal en zona urbana y que une los extremos de una población para tránsito de paso.

Camino de dos carriles: circulación en ambos sentidos con un carril para cada uno.

Camino de tres carriles: igual al anterior pero con un tercer carril que sirve para maniobras de rebase para ambos sentidos de la circulación.

Vía rápida: camino dividido para tránsito de paso con control total o parcial de acceso y con paso a desnivel en intersecciones importantes.

Autopista: arteria con control de acceso.

### *Según el tipo de terreno.*

Camino en terreno plano: aquel en el que la combinación del alineamiento horizontal y vertical, son de tal magnitud que las velocidades de los vehículos, son iguales a las desarrolladas por automóviles.

Caminos en terreno lomerío: aquel que tiene la combinación del alineamiento vertical y horizontal hace que la velocidad de los vehículos sea mucho menor a la de los automóviles en determinadas secciones de camino.



Camino en terreno montañoso: aquel que tiene la combinación de alineamiento horizontal y vertical, hace que la velocidad de los vehículos sea constante y en grandes distancias mucho menor a la de los automóviles.

### 1.3 *LOS PAVIMENTOS*

Un pavimento puede definirse como la capa o conjunto de capas de materiales apropiados, comprendidas entre el nivel superior de las terracerías y la superficie de rodamiento, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la acción del tránsito, a la el intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir adecuadamente a las terracerías los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito.

En otras palabras, el pavimento es la superestructura de la obra vial, que hace posible el tránsito expedito por los vehículos con la comodidad, seguridad y economía previstos por el proyecto. La estructura o disposición de los elementos que lo constituyen, así como las características de los materiales empleados en su construcción, ofrecen una gran variedad de posibilidades, de tal suerte que puede estar formado por una sola capa, o más comúnmente, por varias y, a su vez, dichas capas pueden ser de materiales naturales seleccionados, sometidos a muy diversos tratamientos; su superficie de rodamiento propiamente dicha puede ser de una carpeta asfáltica, una losa de concreto hidráulico o estar formada por acumulaciones de materiales pétreos compactados. Los pavimentos se dividen en flexibles y rígidos.

### 1.4 *LAS TERRACERIAS*

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 *m* y 100 *m* se les llama 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 5000 vehículos. Cuando se tiene un camino para un tránsito mayor a 5000 vehículos; entre el cuerpo del terraplén y la capa subrasante se forma una capa llamada subyacente de 50 *cm* de espesor.

## 1.5 SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS DE LAS VÍAS TERRESTRES

Las secciones transversales típicas de una vía terrestre son tres: en terraplén, en cajón y en balcón o mixta.

Una terracería es el volumen de materiales que es necesario excavar y que sirve como relleno para formar la obra.

Las terracerías tienen dos partes: la inferior o cuerpo del terraplén y la superior o capa subrasante, con un espesor mínimo de 30 *cm* y que se coloca independientemente de la sección tipo que se tenga. El material de esta capa debe cumplir con normas de resistencia mínima, expansión máxima y otras características acordes con las funciones que tendrá la estructura. El uso de la capa subrasante es una aportación de la ingeniería mexicana de vías terrestres a la práctica mundial. Cuando los caminos tienen un volumen de tránsito mayor que 5000 vehículos diarios, los 50 *cm* superiores del cuerpo del terraplén forman la capa subyacente.



# II. ENTORNO GEOGRÁFICO

---



## II. ENTORNO GEOGRÁFICO.

El Estado de Jalisco se localiza en la zona occidente de la República Mexicana. Se encuentra limitado al norte por los Estados de Zacatecas, Aguascalientes; al noroeste con Nayarit; al noreste con Guanajuato y San Luis Potosí; al sur con Colima; al sureste con Michoacán y al suroeste con el Océano Pacífico. Tiene una extensión territorial de 80.137 km<sup>2</sup>, lo que representa el 4,09% de la superficie total de México.



Fig. 2.1.- Mapa de la República Mexicana

### 2.1 LOCALIZACIÓN

La zona de los subtramos en estudio se ubica en la porción Sur del Estado de Jalisco, el trazo se localiza sobre la Carretera Cocula-Acatlán.

El primer subtramo se localiza en San Buenaventura-La Saucedá del Km 73+500 al Km 77+500 el inicio del tramo está entre las coordenadas:





Latitud 20° 09' 18" N

Longitud 104° 03' 03" O

Y termina, en las coordenadas:

Latitud 20° 88' 03" N

Longitud 104° 04' 01" O



Fig. 2.2.- Tramo San Buenaventura-La Saucedá

El segundo subtramo se localiza en La Noria-Juchitlán del Km 80+440 al Km 83+440 el inicio del tramo está entre las coordenadas:

Latitud 20° 06' 21" N

Longitud 104° 05' 13" O

Y termina, en las coordenadas:

Latitud 20° 05' 05" N

Longitud 104° 06' 13" O

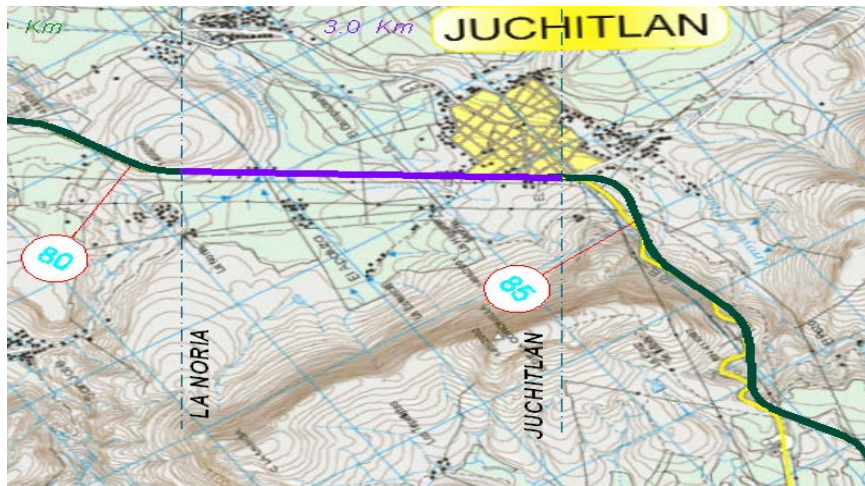


Fig. 2.3.- Tramo La Noria-Juchitlán

El tercer subtramo se localiza San José de Ávila-El Bonete del Km 101+600 al Km 124+600 el inicio del tramo está entre las coordenadas:

Latitud 20° 04' 59" N

Longitud 104° 13' 09" O

Y termina, en las coordenadas:

Latitud 19° 54' 49" N

Longitud 104° 18' 42" O

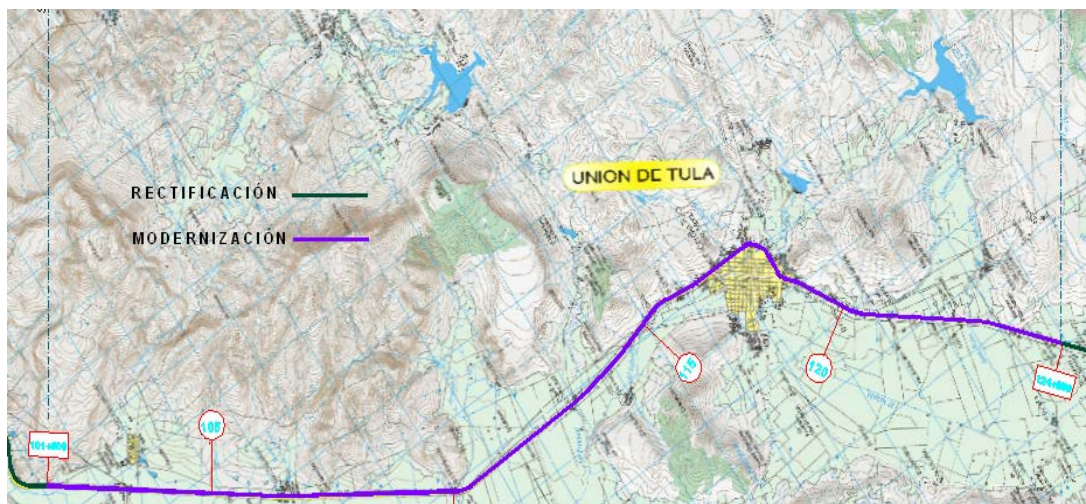


Fig.2.4.- Tramo José de Ávila-El Bonete



## 2.2 GEOLOGÍA

En el estado de Jalisco las principales estructuras geológicas son: aparatos volcánicos, coladas de lava, fracturas y fallas normales, que han dado origen a los amplios valles y fosas tectónicas como la Laguna de Chápala.

Los afloramientos rocosos de la entidad están constituidos por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas; con edades de formación del triásico hasta el cuaternario reciente.

Las rocas metamórficas (esquistos) del triásico y jurásico son las más antiguas de la entidad sin embargo existen pocos afloramientos de ellas, siendo las rocas ígneas extrusivas del terciario las que predominan.

Como ya se mencionó en el capítulo anterior, dentro del estado de Jalisco se encuentra parte de cuatro provincias geológicas: Sierra Madre Occidental, Mesa del Centro, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur; en base a esta división se describen los aspectos geológicos de la entidad.

El eje Neovolcánico se localiza en la parte central del estado y limita al norte con la Sierra Madre Occidental, al noreste con la Mesa del Centro y al oeste y sur con la Sierra Madre del Sur, está constituida en su mayoría por entidades de origen volcánico.

Las rocas sedimentarias de origen marino y las rocas ígneas extrusivas ácidas del cretácico, que afloran en esta provincia, fueron cubiertas por derrames volcánicos y productos piroplásticos del terciario. De esta misma edad son algunos cuerpos de rocas ígneas intrusivas básicas, así como las rocas sedimentarias (areniscas y conglomerados) de origen continental que ahí se presentan.



Las rocas más recientes son del cuaternario y están constituidas por areniscas, conglomerados y depósitos aluviales de basalto.

El subsuelo del municipio de Juchitlán que comprende el estudio de los 7 *Km* del *Km* 73+500 al *Km* 77+500 y del *Km* 80+440 al *km* 83+440 pertenece al período Terciario, y se compone de rocas ígneas extrusivas, riolita, basalto, toba, brecha volcánica, caliza y andesita.

Los terrenos del municipio de Unión de Tula del *Km* 101+600 al *Km* 124+600 pertenecen al período Terciario y están compuestos por caliza, rocas ígneas extrusivas, riolita, andesita, basalto, toba y brecha volcánica; y del período Cretácico, compuesto por rocas ígneas intrusivas, granito, granodiorita, diorita y sienita.

### 2.3 SISMICIDAD

La zona en que se aloja el tramo en estudio presenta problemas de tectónica. En cuanto a sismicidad se refiere, de acuerdo a la Regionalización sísmica de la República Mexicana el estado de Jalisco, en un enfoque en el tramo de estudio se localiza en la zona Sísmica C y D, es decir de Alta a Severa intensidad, además de que se observan zonas potenciales de inestabilidad.

### 2.4 TOPOGRAFÍA

La zona accidentada del municipio de Juchitlán ocupa la mayor parte de la superficie, con el 46%, y tiene elevaciones de 1,850 a 2,200 *m*. Las zonas semiplanas ocupan el 26% del municipio con elevaciones de 1800 a 1850 *m*; y las zonas planas ocupan el 28% del territorio y tiene elevaciones que van de los 1700 a 1800 *m* sobre el nivel del mar.



Por otro lado son relativamente variados los relieves que presenta el municipio de Unión de Tula: las zonas accidentadas con alturas de 1,750 a 1,900 *m*; las zonas semiplanas con alturas de los 1,600 a los 1,750 *m*; y las zonas planas con alturas de 1,350 a los 1,600 *m* sobre el nivel del mar.

## 2.5 SUELOS

Los suelos que tiene nuestro país se deben a la ubicación que ocupan geográficamente, a su topografía y se clasifican al menos 15 tipos, de estos en Jalisco contamos con los siguientes ocho tipos:

**Yermosol:** Suelo semejante a los xerosoles, difieren en el contenido de materia orgánica.

**Xerosol:** Suelos áridos que contienen materia orgánica, la capa superficial es clara, debajo de esta puede haber acumulación de minerales arcillosos y / o sales como carbonatos y sulfatos.

**Vertisol:** Suelos muy arcillosos, con grietas anchas y profundas cuando están secos; si se encuentran húmedos son pegajosos; su drenaje es deficiente.

**Rendzina:** Suelos poco profundo (de 10 a 15 *cm*) que sobreyacen directamente a material carbonatado (ejemplo roca caliza).

**Regosol:** Suelos poco desarrollados, constituidos por material suelto semejante a la roca.

**Litosol:** Suelos muy delgados, su espesor es menor de 10 *cm*. Descansa sobre un estrato duro y continuo, tal como roca, tepetate o caliche.



Feozem: Suelo con superficie oscura, de consistencia suave, rica en materia orgánica y nutrientes.

Cambisol: Suelo de color claro, con desarrollo débil, presenta cambios en su consistencia debido a su exposición a la intemperie.

## 2.6 CLIMA

El clima en los subtramos es semiseco con invierno y primavera secos, y semicálido sin estación invernal definida. La temperatura media anual es de 21.2°C y tiene una precipitación media anual de 817.5 mm con régimen de lluvia en los meses de junio a octubre. Los vientos dominantes son en dirección sureste. El promedio de días con heladas al año es de 27.

## 2.7 HIDROGRAFÍA

Las principales corrientes son los ríos Ayutla y Ayuquila; los arroyos de El Castillo, Elotes, Cebadita, El Gavilán, El Vallado y La Trinidad.

Cuenta con las presas de Tacotán, San Agustín, El Castillo y Charco Azul.

Los ríos del estado de Jalisco pertenecen a la vertiente exterior o exorreica del Océano Pacífico sección central, por lo que escurren al oeste de las principales sierras de la entidad. Los ríos del norte y noreste forman la cuenca del río Santiago, como son el Verde, el Bolaños; otros pertenecen a la cuenca del río Armería y son los de la parte media del sur de Jalisco mencionándose el Tuxcacuesco y el Jiquilpan. Por otra parte algunos desembocan directamente en el Océano Pacífico, entre otros, el Tuito, el río Purificación, el San Nicolás, el Tomatlán, el río Cuale, el río Cihuatlán y el río Ameca.



## 2.8 FLORA Y FAUNA

Las partes más altas del municipio se encuentran cubiertas por las especies de pino y encino. Las lomas y laderas están cubiertas con pastos y vegetación baja.

Hay tres tipos de climas que determinan la vegetación y los animales: En el clima cálido: Hay bosques tropicales de ceiba y de caoba y otras especies como amate, lianas, musgos, orquídeas, rosamorado, granadillo, lináloe, cedro, y frutales como limonero, cocotero y platanal.

En el clima templado se encuentra: pino blanco, encino, oyamel, abeto, arbustos, helechos, plantas trepadoras, abedul, avellano, nanche, raspaviejo, ocote, escobellón, y pinos como el hoyarín, el chino y el amarillo.

En el clima semiseco hay copal, pastos, huizaches, uñas de gato, mimbres, madroño, palo dulce, palo bobo y saúz, nopal y biznaga.

La fauna la conforman especies como lobo, coyote, gato montés, tejón, zorra, venado, águila real, paloma, gavilán, puma, jaguar, tigrillo, armadillos, ardillas, mapaches, conejo, liebre, algunos reptiles y otras especies menores.



# **III. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO**

---





### III. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

En cuanto a los trabajos de construcción, consistirán en dar las recomendaciones para ligar la estructura existente con la ampliación a considerar, con lo cual una vez terminado el proyecto:

Se tendrá en una primera etapa un ancho de corona de 12 m, sección tipo de un camino A2, dicha ampliación se llevarán a cabo en los subtramos del Km 73+500 al Km 77+500 y del Km 80+440 al Km 83+440 al lado derecho del cuerpo actual, los trabajos anteriores se realizan en el Estado de Jalisco.

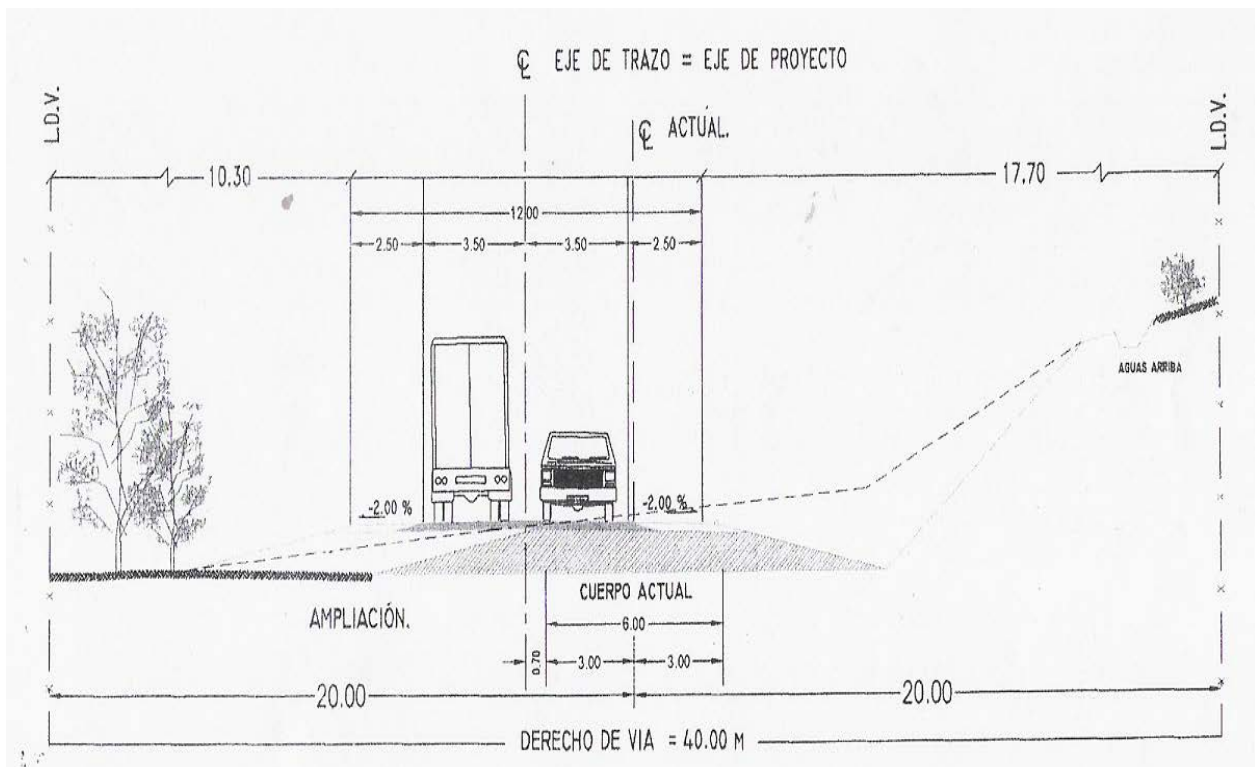


Fig. 3.1.- Tramo de la carretera del Km 73+500 al Km 77+500.

En la figura anterior se muestra la propuesta de sección tipo en el Km 73+500 al Km 77+500, como se puede observar el cuerpo actual que presenta la carretera cuenta con un ancho de corona de 6 m contando con dos carriles de 3 m de ancho cada uno. En este tramo se propone ampliar la carretera con un ancho de



corona de 12 m, teniendo como resultado una carretera con dos carriles de circulación con un ancho de 3.5 m cada uno y acotamientos laterales de 2.5 m de ancho.

En la siguiente figura en el tramo del Km 80+440 al Km 83+440 se muestra la propuesta de sección tipo, como se puede observar el cuerpo actual que presenta la carretera cuenta con un ancho de corona de 6 m contando con dos carriles de 3 m de ancho cada uno. En este tramo se propone ampliar la carretera con un ancho de corona de 12 m, teniendo como resultado una carretera con dos carriles de circulación con un ancho de 3.5 m cada uno y acotamientos laterales de 2.5 m de ancho.

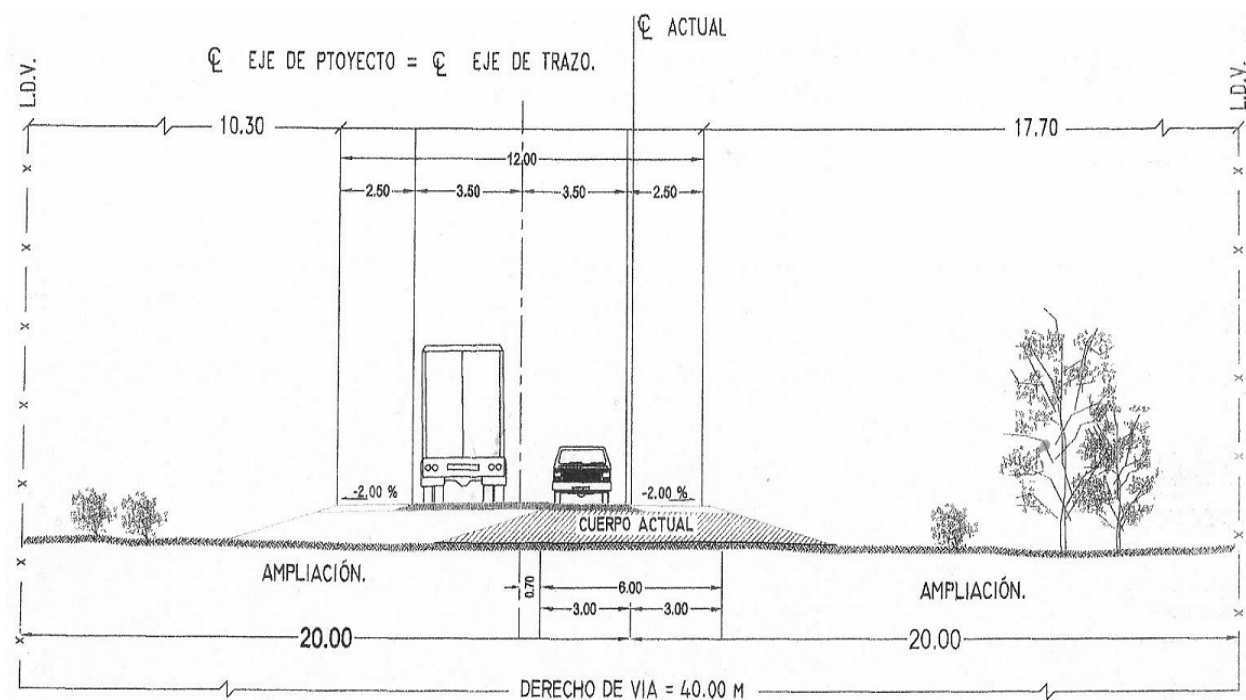


Fig. 3.2.- Tramo de la carretera del Km 80+440 al Km 83+440

En la segunda etapa del proyecto se tendrá un ancho de corona 21 m, sección tipo de un camino A2, contando con cuatro carriles de circulación de 3.5 m cada uno, y acotamientos laterales de 2.5 m, dicha ampliación se llevarán a cabo en el



subtramo del *Km 101+600* al *Km 124+600* alado derecho del cuerpo actual, los trabajos anteriores se realizan en el Estado de Jalisco.

La siguiente figura muestra el cuerpo actual del camino que consiste en un ancho de corona de *7 m* con dos carriles de *3.5 m*, así como la ampliación mencionada de un ancho de corona de *22 m*.

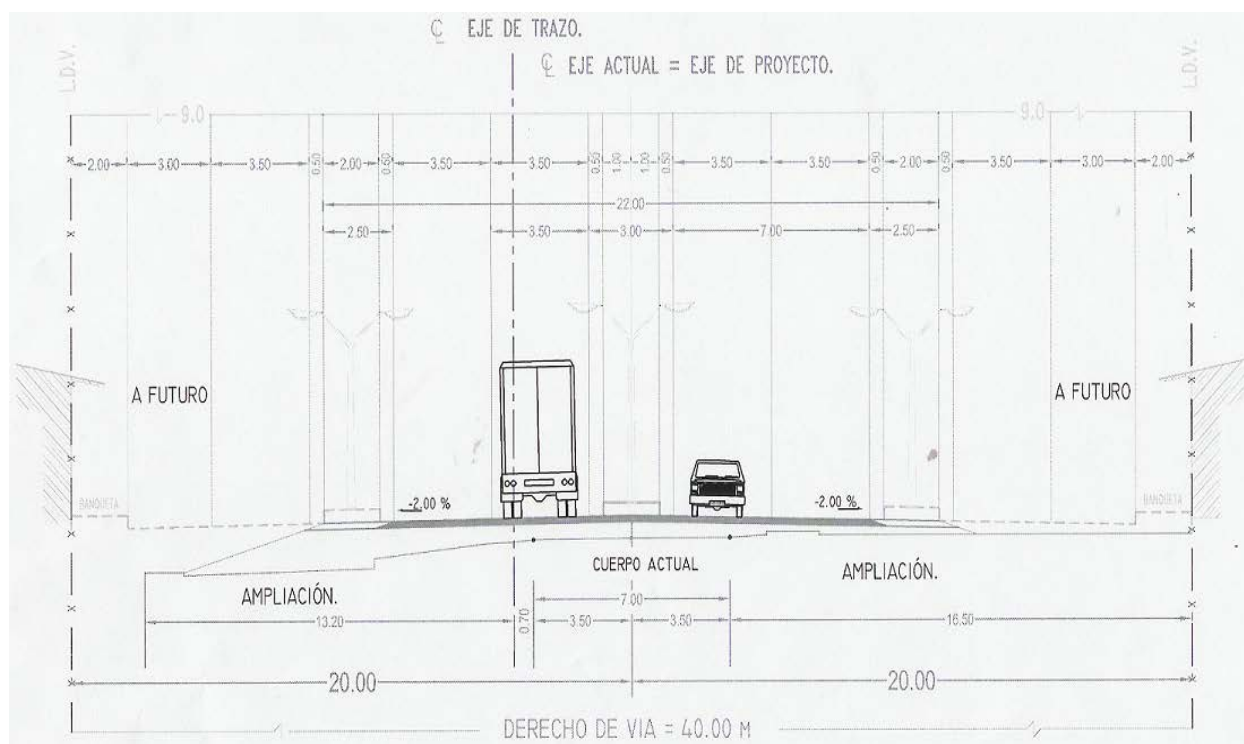
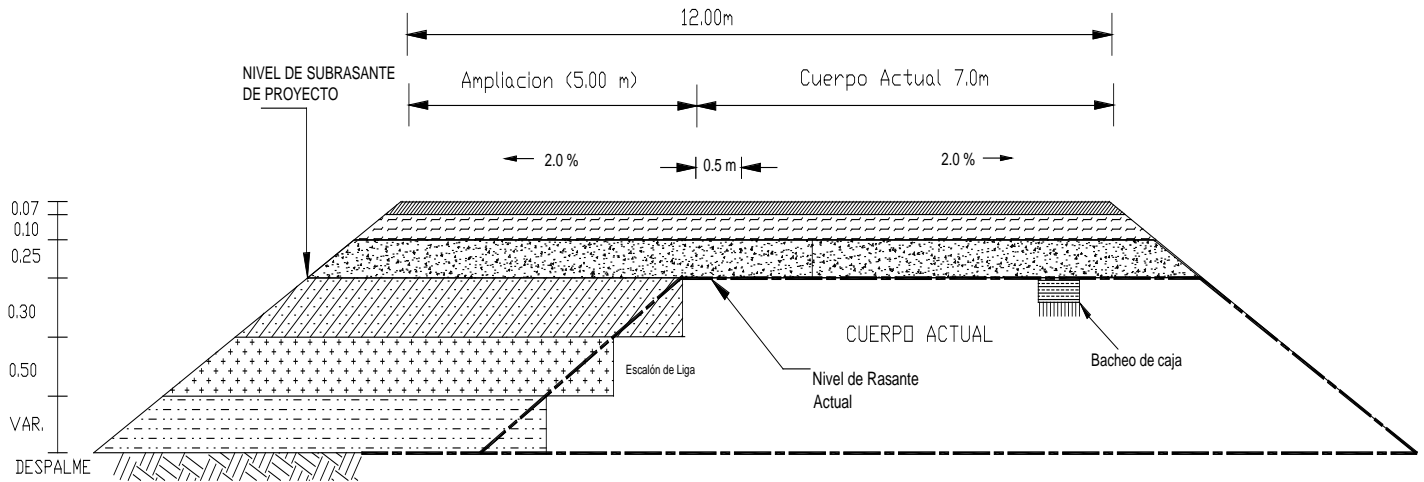








Fig. 3.3.- Tramo de la carretera del *Km 101+600* al *km 124+600*

Para el tramo que comprende del *Km 101+600* al *km 124+600*, se propuso que fuera con un ancho de corona de *22 m* como se muestra en la figura anterior, se optó por el ancho de corona de *21 m* en base al derecho de vía, así como otras características que más adelante en este capítulo se mencionan.



### 3.1 AMPLIACIÓN IZQUIERDA CON UN ANCHO DE CORONA DE 12 m



-  Carpeta de concreto asfáltico compactada al 95% de su peso volumétrico (Marshall)
-  Base Asfáltica compactada al 95% de su peso volumétrico (Marshall)
-  Base hidráulica compactada al 100% de su Peso Volumétrico Seco Máximo AASHTO modificada; escarificado y mezclado con material de banco para formación de carpeta para revestimiento.
-  Capa subrasante compactada al 100% de su Peso Volumétrico Seco Máximo AASHTO estándar
-  Capa subyacente compactada al 95% de su Peso Volumétrico Seco Máximo AASHTO estándar
-  Cuerpo de terraplén compactado al 90% de su Peso Volumétrico Seco Máximo AASHTO estándar

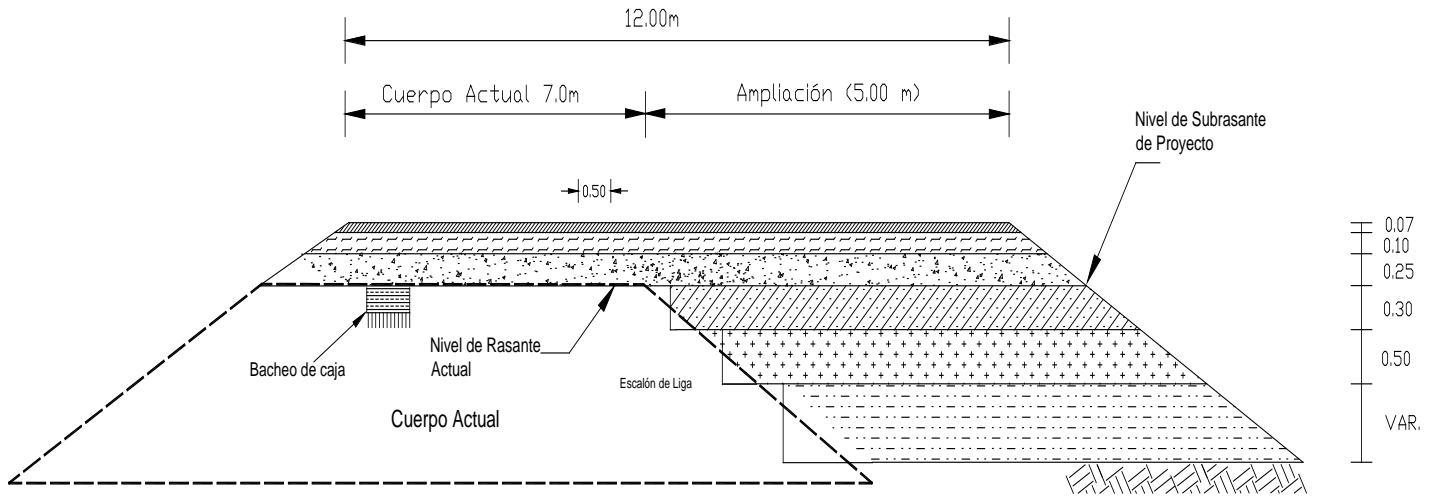
#### Espesores del proyecto







Tomando en consideración las características del material así como del tránsito vehicular que circulara por la carretera se determinaron las siguientes secciones:

CAPA	ESPESOR EN METROS
Carpeta de concreto asfáltico	0.07
Base asfáltica	0.10
Base hidráulica	0.25
Capa subrasante	0.30
Capa subyacente	0.50
Cuerpo del terraplén	Variable



### 3.2 AMPLIACIÓN DERECHA CON UN ANCHO DE CORONA DE 12 m



-  Carpeta de concreto asfáltico compactada al 95% de su peso volumétrico (Marshall)
-  Base Asfáltica compactada al 95% de su peso volumétrico (Marshall)
-  Base hidráulica compactada al 100% de su Peso Volumétrico Seco Máximo AASHTO modificada; escarificado y mezclado con material de banco para formación de carpeta para revestimiento.
-  Capa subrasante compactada al 100% de su Peso Volumétrico Seco Máximo AASHTO estándar
-  Capa subyacente compactada al 95% de su Peso Volumétrico Seco Máximo AASHTO estándar
-  Cuerpo de terraplén compactado al 90% de su Peso Volumétrico Seco Máximo AASHTO estándar

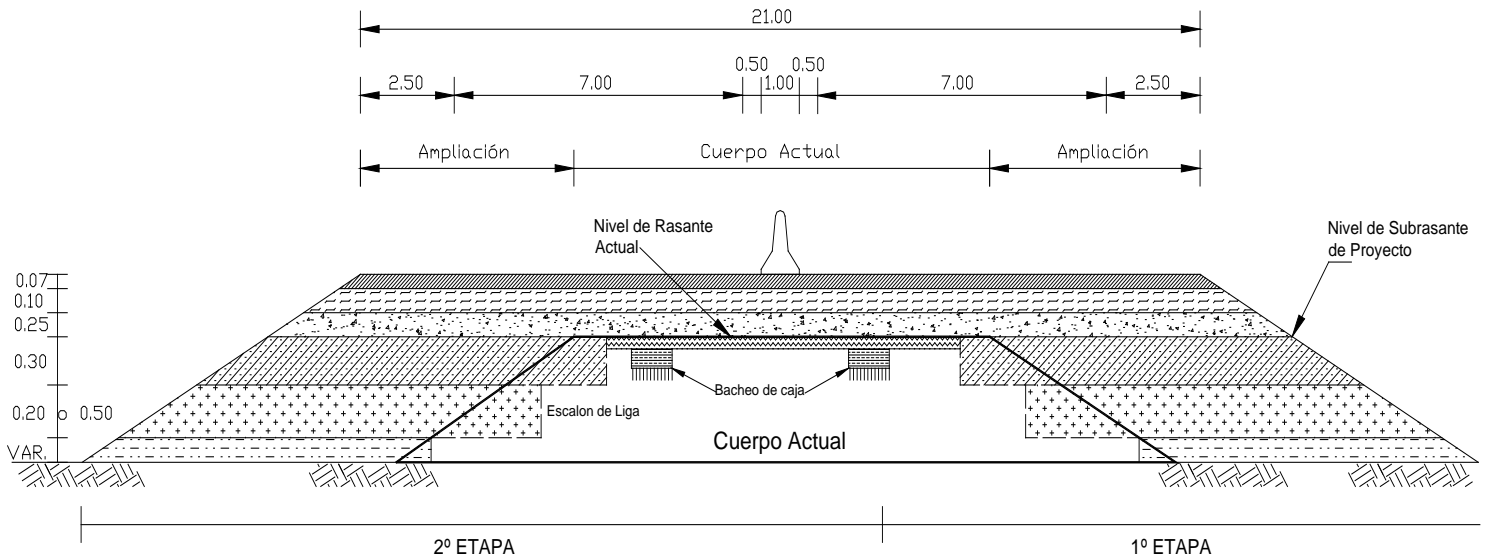
#### Espesores del proyecto







Tomando en consideración las características del material así como del tránsito vehicular que circulara por la carretera se determinaron las siguientes secciones:

CAPA	ESPESOR EN METROS
Carpeta de concreto asfáltico	0.07
Base asfáltica	0.10
Base hidráulica	0.25
Capa subrasante	0.30
Capa subyacente	0.50
Cuerpo del terraplén	Variable



### 3.3 AMPLIACIÓN SIMETRICA CON UN ANCHO DE CORONA DE 21 m



-  Carpeta de concreto asfáltico compactada al 95% de su peso volumétrico (Marshall)
-  Base Asfáltica compactada al 95% de su peso volumétrico (Marshall)
-  Base hidráulica compactada al 100% de su Peso Volumétrico Seco Máximo AASHTO modificada; escarificado y mezclado con material de banco para formacion de carpeta para revestimiento.
-  Capa subrasante compactada al 100% de su Peso Volumétrico Seco Máximo AASHTO estándar
-  Capa subyacente compactada al 95% de su Peso Volumétrico Seco Máximo AASHTO estándar
-  Cuerpo de terraplén compactado al 90% de su Peso Volumétrico Seco Máximo AASHTO estándar

#### Espesores del proyecto

Tomando en consideración las características del material así como del tránsito vehicular que circulara por la carretera se determinaron las siguientes secciones:

CAPA	ESPESOR EN METROS
Carpeta de concreto asfaltico	0.07
Base asfáltica	0.10
Base hidráulica	0.25
Capa subrasante	0.30
Capa subyacente	0.20 - 0.50
Cuerpo del terraplén	Variable



### 3.4 *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.

Para poder ser empleados los agregados pétreos en la carpeta asfáltica debe cumplir con ciertas características dadas por la granulometría, dureza forma de la partícula y adherencia con el asfalto.

Las funciones de la carpeta asfáltica son las siguientes:

- Proporcionar una superficie de rodamiento que permita un tránsito fácil y cómodo para los vehículos.
- Impedir las filtraciones de agua de lluvia hacia las capas inferiores.
- Resistir la acción de los vehículos.

### 3.5 *BASES Y SUBBASES*

Las bases y subbases tienen características semejantes aunque se diferencian porque estas últimas son de menor calidad. La subbase 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 asilándola 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.



Las características de calidad que se buscan en los materiales de subbase, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.1: Materiales de Sub - Base. Fuente: SCT (2006)

Materiales de Sub – base	
Características	Zonas en que se clasifica el material de acuerdo con su granulometría
Límite líquido máximo	25%
Límite plástico máximo	6%
Compactación mínima	100%
Valor relativo de soporte estándar saturado, en porcentaje	50 mín
Equivalente de arena, en porcentaje	30 mín

La base es la capa de material que se construye sobre la subbase. Los materiales con los que se construye deben ser de mejor calidad que los de la subbase. La función de la base es:

- Tener la resistencia estructural para soportar las presiones transmitidas por los vehículos.
- Tener el espesor suficiente para que pueda resistir las presiones transmitidas a la subbase.
- Aunque exista humedad la base no debe presentar cambios volumétricos perjudiciales.

Las características de calidad que se buscan en los materiales para base, se muestran en la siguiente tabla:





Tabla 2.2: Materiales de Base. Fuente: SCT (2006)

Materiales de Base	
Características	Zonas en que se clasifica el material de acuerdo con su granulometría
Límite líquido, en porcentaje (máx)	25%
Índice plástico máximo	6%
Partículas alargadas y laseadas máximo	35%
Compactación	100%
Valor relativo de soporte estándar saturado, en porcentaje	100 mín
Equivalente de arena, en porcentaje	50 mín
Índice de durabilidad, en porcentaje	40 mín

### 3.6 CAPA SUBRASANTE

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

### 3.7 CUERPO DEL TERRAPLÉN

Su finalidad, es dar la altura necesaria para cumplir con las especificaciones geométricas, así como 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.



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%.

### 3.8 ESCALONES DE LIGA

Tiene como finalidad el de proporcionar un apoyo al material que se colocara para formar terraplenes nuevos o ampliar terraplenes construidos. Los escalones de liga son excavaciones en el terreno natural o en el cuerpo de terraplenes existentes cuya pendiente transversal exceda de 25%.

### 3.9 PAVIMENTO FLEXIBLE

En este trabajo el pavimento con el que se elaboró este proyecto, es el pavimento flexible, así como ya se ha mencionado un pavimento flexible se construyen sobre la capa subrasante, que está compuesto por base, subbase y carpeta asfáltica, el pavimento flexible debe proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y a otros agentes perjudiciales, así como transmitir a las terracerías los esfuerzos por las cargas del tránsito.

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

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



### *Resistencia estructural*

La primera condición que debe cumplir el pavimento es soportar las cargas impuestas por el tránsito dentro del nivel de deterioro y paulatina destrucción previstos por el proyecto. Las cargas del tránsito producen esfuerzos normales y cortantes en todo punto de la estructura. La metodología teórica para el análisis de resistencia de los pavimentos es proporcionada por la Mecánica de Suelos y es sabido que en ese campo las teorías de falla de mayor aceptación son las de esfuerzo cortante; como consecuencia, en el estudio de pavimentos flexibles suele considerarse a los esfuerzos cortantes como la principal causa de falla desde el punto de vista estructural; correspondientemente, la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos resulta ser la propiedad fundamental. Además de los esfuerzos cortantes actúan en los pavimentos esfuerzos adicionales producidos por la aceleración, frenaje de los vehículos y esfuerzos de tensión que se desarrollan en los niveles superiores de la estructura.

### *Deformabilidad*

Con respecto a la deformación, dada la naturaleza de los materiales que forma las capas del pavimento, la deformabilidad suele crecer mucho hacia abajo y la terracería es mucho más deformable que el pavimento propiamente dicho y dentro de éste, la subrasante, capa inferior, es mucho más deformable que las capas superiores. La deformabilidad interesa sobre todo a niveles relativamente profundos, pues es relativamente fácil que las capas superiores tengan niveles de deformación tolerables aun para los altos esfuerzos que en ella actúan.

En los pavimentos las deformaciones son de interés desde dos puntos de vista. Por un lado, porque las deformaciones excesivas están asociadas a estados de fallas y, por otro, porque es sabido que un pavimento deformado puede dejar de cumplir sus funciones.



Las cargas del tránsito producen en el pavimento deformaciones. Las elásticas son de recuperación instantánea y las plásticas son aquellas que permanecen en los pavimentos después de cesar la causa deformadora.

### *Durabilidad*

La durabilidad está ligada a una serie de factores económicos y sociales del propio camino; en una obra modesta, la duración del pavimento puede ser mucho menor que la del camino. Hay veces que es más fácil hacer reconstrucciones para no tener que gastar tanto en el costo inicial de un pavimento. Por el contrario en obras de muy alto tránsito y gran importancia económica se requerirán pavimentos muy duraderos a fin de no tener que recurrir a costosas interrupciones e un tránsito importante.

El efecto del clima y del tránsito así como factores a los que pueda estar expuestos el pavimento hace que la durabilidad no pueda definirse y resulta complicado tratar de establecer la resistencia deseable de un pavimento

### *Costo*

Como todas las estructuras de ingeniería un pavimento representa un balance entre la satisfacción de requisitos de resistencia y estabilidad en general de un lado y por el otro lado el costo. Un diseño correcto será el que llegue a satisfacer los necesarios requerimientos del servicio a costo mínimo. Se tiene que elegir el tipo de pavimento a emplear en cada caso.

En general los pavimentos rígidos demandan poco gasto de conservación y se deterioran poco, pero su costo de construcción es alto y están circunscritos a la disponibilidad de los materiales necesarios y a un equipo de construcción especializado. Los pavimentos flexibles requieren menor inversión inicial, pero una conservación más costosa.



### *Los requerimientos de conservación*

Los factores climáticos influyen decisivamente en la vida de los pavimentos, por lo que el proyecto ha de tomarlos en cuenta para su previsión, a fin de dejar a la conservación una tarea razonable. La intensidad del tránsito también se refleja en el aspecto que ahora se analiza; se trata ahora de prever el crecimiento futuro. Otro factor a tomar en cuenta en la conservación de los pavimentos es el futuro comportamiento de las terracerías, sus deformaciones, derrumbes, saturaciones locales, etc., pues de otra manera podrá llegarse a graves problemas de conservación y reconstrucción.

Las condiciones de drenaje y subdrenaje de la vía terrestre son puntos importantes para definir tanto la vida de un pavimento, como su necesidad de conservación.

### *La comodidad*

Los problemas y métodos de diseño de los pavimentos deben verse afectados por la comodidad que el usuario requiere para transitar a la velocidad del proyecto. Evidentemente dentro de este requisito quedan incluidos otros muchos, de los que la seguridad es el más importante; la estética y su efecto en las reacciones psicológicas del conductor merecen también consideración.

## **3.10 ELEMENTOS DEL PROYECTO GEOMÉTRICO**

### **a) Alineamiento vertical**

El alineamiento vertical es la proyección del desarrollo del centro de línea de una vía terrestre sobre un plano vertical; sus elementos son las tangentes verticales y las curvas verticales.



Las tangentes verticales están definidas por su longitud y su pendiente (la longitud de cualquier tramo del proyecto geométrico es la distancia horizontal entre sus extremos). La prolongación hacia delante de una tangente y la prolongación hacia atrás de la tangente siguiente se cortan en un punto de inflexión vertical (PIV), cuyos elementos son el cadenamiento y la elevación.

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

#### b) Alineamiento horizontal

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

Las tangentes del alineamiento horizontal tienen longitud y dirección. La longitud es la distancia existente entre el fin de la curva horizontal anterior y el principio de la curva siguiente; la dirección es el rumbo.

La longitud mínima de una tangente horizontal es aquella que se requiere para cambiar en forma conveniente la curvatura, la pendiente transversal y el ancho de la corona. En teoría, la longitud máxima puede ser indefinida, por ejemplo, en las zonas muy llanas; sin embargo en estas regiones se limita a 15 km por razones de seguridad, ya que las longitudes mayores causan somnolencia y dañan los ojos de los operadores.



Es factible que se presenten accidentes graves en los terrenos donde se puedan tener tangentes de mayor longitud que la señalada, por lo cual es conveniente introducir bayonetas con dos o tres curvas amplias a distancias de aproximadamente 15 *km*, en donde más convenga para cumplir con la condición anterior.

c) Sección transversal de una obra vial

La sección transversal de una obra vial es un corte acorde a un plano vertical y normal al centro de la línea en el alineamiento horizontal. Permite observar la disposición y las dimensiones de sus elementos mostrados y deben concordar con las normas que se observan en la figura.

Es preciso hacer notar que el proyecto geométrico de vías terrestres se realiza al nivel de la línea subrasante que marca el final de las terracerías, por lo que las dimensiones que se deben manejar son las que se tendrán a ese nivel.

Las características de la subcorona son su ancho y su pendiente transversal. En tangentes horizontales, la pendiente transversal es el bombeo que se hace en la corona hacia ambos lados para permitir el desalojo rápido del agua de lluvia, de acuerdo con el tipo de camino varía de 2 a 3%.



# IV. DISEÑO GEOTÉCNICO

---





#### **IV. DISEÑO GEOTÉCNICO.**

El diseño geotécnico comprende toda la información relevante sobre el terreno de cimentación, tipos de materiales a emplear, señalando su probable comportamiento futuro y los tratamientos que se requerirán en todos los suelos y rocas por usar, así como los procedimientos de construcción idóneos a utilizar.

La información geotécnica deberá presentarse en forma sencilla, clara y sistematizada, traduciendo las características de las formaciones existentes en el campo y todos los datos pertinentes, a valores numéricos y recomendaciones escuetas, que pueden ser tomadas en cuenta por los restantes miembros del grupo de proyecto con seguridad y correcta comprensión.

##### **4.1 OBSERVACIONES GENERALES.**

1.- Los trabajos se iniciarán con el desmonte, desraíce y limpieza general del área en donde quedará alojado la ampliación del cuerpo del camino, de acuerdo a lo Indicado en el proyecto.

2.- El despalme se hará hasta la profundidad indicada en las tablas de datos y de la manera conveniente para eliminar el material correspondiente al primer estrato.

3.- Los terraplenes desplantados en un terreno con pendiente natural igual o mayor al 25%, se anclarán al terreno natural mediante escalones de liga a partir de los cerros del mismo, cada escalón tendrá un ancho mínimo de huella de 2.50 *m* en material tipo "A" o "B" y en material "C" el escalón tendrá un metro de huella; en ambos casos la separación de dichos escalones será de 2 *m* medidos horizontalmente, a partir de los cerros de los mismos.



- 4.- En los taludes de los cortes, no se dejarán fragmentos rocosos o porciones considerables de material susceptibles de desplazarse hacia el camino.
- 5.- Con el material producto del despalme, se deberán arropar los taludes de los terraplenes.
- 6.- La construcción de obras de drenaje se harán antes de iniciar la construcción de terracerías, concluidas tales obras, deberán arroparse adecuadamente para evitar cualquier daño a la estructura de las mismas durante la construcción.
- 7.- Se deberá propiciar la forestación de los taludes de los cortes y terraplenes con vegetación para evitar la erosión de los mismos.
- 8.- En todo el tramo y donde indique el proyecto las cunetas deberán impermeabilizarse con concreto hidráulico  $f'c= 100 \text{ kg/cm}^2$ , con un espesor de 8 cm aproximadamente.
- 9.- Debe evitarse que la boquilla de aguas abajo de las alcantarillas descargue sus aguas sobre el talud del terraplén construido, en estos casos la obra de drenaje se prolongará con lavaderos, hasta los ceros del terraplén.
- 10.- Cualquier ampliación de corte por requerimiento de material únicamente, debe hacerse a partir del talud externo de la cuneta, o bien formando una banquetta, la cual quedará debidamente drenada y de preferencia aguas abajo.
- 11.- Los taludes del proyecto que deberán considerarse para terraplenes son los siguientes:

Alturas	Inclinación
Entre 0 y 1 m	5:1
Entre 1 y 2 m	3:1
Mayores de 2 m	1.7:1



12.- El material que forme la capa subrasante, no deberá contener partículas mayores de 75 mm (3"), cuando éstas existan deberán eliminarse mediante papeo.

13.- Al material grueso no compactable, se le dará un tratamiento de sondeo para aumentar su acomodo; este material solo servirá para formar el cuerpo del terraplén, construyéndose por capas sensiblemente horizontales con espesor aproximadamente igual a la de los fragmentos y se dará como mínimo tres pasadas a cada punto de su superficie con tractor D-8 o similar.

#### 4.2 OBSERVACIONES PARTICULARES.

1.- En todos los casos el cuerpo de terraplén, se compactará al 90% ó se bandeará según sea el caso; las capas de transición y subrasante se compactarán al 95% y 100% respectivamente; los grados de compactación indicados son con respecto a la Prueba AASHTO dependiendo de la granulometría del material, por lo que quedará a juicio del Laboratorio de Control aplicar la Prueba que corresponda.

2.- En todos los casos, cuando no se indique otra cosa, el terreno natural, después de haberse efectuado el despalle correspondiente, el piso descubierto deberá compactarse al 90% de su PVSM en una profundidad mínima de 0.20 m; ó bandearse según sea el caso.

3.- Material que por sus características, no debe utilizarse ni en construcción del cuerpo de terraplén.

4.- Material que por sus características, solo puede utilizarse en la formación del cuerpo de terraplén, mismo que deberá compactarse al 90% de su PVSM ó bandearse según sea el caso.



5.- Material que por sus características puede utilizarse en la formación del cuerpo de terraplén y capa de transición.

6.- Material que por sus características puede utilizarse en la formación del cuerpo de terraplén, capa de transición y capa subrasante.

7.- En terraplenes formados con este material, se deberá construir capa de transición de 0.50 *m* de espesor; y se proyectará capa subrasante de 0.30 *m* de espesor.

8.- En terraplenes y cortes contruidos en este material, se deberá proyectar capa de transición de 0.50 *m* de espesor como mínimo y capa subrasante de 0.30 *m* compactadas al 95% y 100% respectivamente, las cuales se construirán con material de préstamo del banco más cercano.

9.- En cortes formados en este material, la cama de corte, se deberá compactar al 95% de su PVSM, en una profundidad mínima de 0.30 *m* y se deberá proyectar capa subrasante de 0.30 *m* de espesor, compactándola al 100%, con material procedente del banco más cercano.

10.- En este tramo se deberá proyectar en cortes y terraplenes bajos, capa de transición de 0.50 *m* de espesor, como mínimo y capa subrasante de 0.30 *m*; en caso de ser necesario se deberán abrir cajas de profundidad suficiente para alojar las capas citadas; ambas capas se proyectarán con préstamo del banco más cercano.

11.- En cortes, se deberán escarificar los 0.15 *m* superiores y acamellonar; la superficie descubierta, se deberá compactar al 100 % de su PVSM respectivo en un espesor mínimo de 0.15 *m* con lo que quedará formada la 1ra. Capa subrasante, con el material acamellonado se construirá la 2da. Capa subrasante, misma que deberá compactarse también al 100 % de su PVSM.



12.- En cortes formados en este material, se proyectará únicamente capa subrasante de 0.30 *m* con espesor mínimo, compactándola al 100 % y se construirá con material de préstamo del banco más cercano.

13.- En cortes formados en este material, se escarificarán los primeros 0.30 *m*, a partir del nivel superior de subrasante, se acamellonará el material producto del escarificado y se compactará la superficie descubierta al 95%, hasta una profundidad de 0.20 *m*. Posteriormente, con el material acamellonado se formará la capa subrasante de 0.30 *m* de espesor.

14.- En terraplenes y cortes construidos en este material, se deberá proyectar capa de transición de 0.50 *m* de espesor como mínimo y capa subrasante de 0.30 *m* compactadas al 95% y 100% respectivamente, las cuales se construirán con material de préstamo del banco más cercano.

#### 4.3 BANCOS DE MATERIALES

Conforme a los requerimientos del proyecto geométrico, será indispensable emplear material producto de banco, para lo cual se realizó el análisis geológico de la zona, además de contar con la relación que el catastro de Bancos reporta en la región, con los datos obtenidos de ambos reportes, se procedió a ubicar los sitios preestablecidos y/o propuestos según sea el caso, zonificando los lugares potencialmente adecuados en cuanto a tipo de material y cercanía se refiere, para su utilización como Banco, en todos los casos se procedió a realizar su exploración y muestreo respectivo, con el objeto de analizar sus propiedades mecánicas y de delimitar la zona de explotación, determinando con esto su capacidad, los resultados de los ensayos realizados se encuentran reportados en los anexos de este trabajo.

A continuación se presentan los cuadros de Bancos para terracerías y pavimentos:



**TRAMO:** COCULA - ACATLAN  
**SUBTRAMO:** DEL KM 101+600 AL KM 124+600  
**ORIGEN:** ACATLAN, JAL

**CUADRO DE BANCOS PARA TERRACERIAS**

BANCO No.	DENOMINACION	LOCALIZACION	CLASIFICACION GEOLOGICA	CLASIF. PRESUP.	DESP. (m.)	COEFICIENTES			UTILIZACION	TRATAMIENTO	VOLUMEN APROV. (m³)
						90%	95%	100%			
1	SIN NOMBRE	KM. 112+900 DESV. LADO IZQUIERDO CON 6,300 mts.	GRAVAS ARCILLOSAS CON ARENAS COLOR CAFÉ, COMPACTA, POCO HUMEDA (GP-SC). (BALASTRE)	40-60-00	0.20	1.05	1.00	0.95	CUERPO DE TERRAPLEN CAPA DE TRAN- SICION Y CAPA SUBRASANTE	COMPACTADO	1,600,000.00
2	EL ROSARIO	KM. 113+800 DESV. LADO DERECHA CON 1,600 mts.	GRAVAS ARCILLOSAS CON ARENAS COLOR CAFÉ, COMPACTA, POCO HUMEDA (GP-SC). (BALASTRE)	40-60-00	0.20	1.05	1.00	0.95	CUERPO DE TERRAPLEN CAPA DE TRAN- SICION Y CAPA SUBRASANTE	COMPACTADO	2,000,000.00
3	LA MESETA	KM. 113+800 DESV. LADO DERECHA CON 1,100 mts.	GRAVAS ARCILLOSAS CON ARENAS COLOR CAFÉ, COMPACTA, POCO HUMEDA (GP-SC). (BALASTRE)	40-60-00	0.20	1.05	1.00	0.95	CUERPO DE TERRAPLEN CAPA DE TRAN- SICION Y CAPA SUBRASANTE	COMPACTADO	2,000,000.00
4	SIN NOMBRE II	KM. 118+300 DESV. LADO IZQUIERDO CON 600 mts.	GRAVAS ARCILLOSAS CON ARENAS COLOR CAFÉ, COMPACTA, POCO HUMEDA (GP-SC). (BALASTRE)	40-60-00	0.20	1.05	1.00	0.95	CUERPO DE TERRAPLEN CAPA DE TRAN- SICION Y CAPA SUBRASANTE	COMPACTADO	2,400,000.00

Proyecto de la carretera Cocula-Acatlán



TRAMO: COCULA - ACATLAN

SUBTRAMO: DE KM 101+600 A KM 124+500

ORIGEN: ACATLAN, JAL.

**CUADRO DE BANCOS PARA PAVIMENTO**

BANCO No.	DENOMINACION	LOCALIZACION	CLASIFICACION GEOLOGICA	CLASIF. PRESUP.	DESP. (m.)	UTILIZACION	TRATAMIENTO	VOLUMEN APROV. (m <sup>3</sup> )
1	MEZQUITAN FRACCION II	KM. 124+500 DESV. ADELANTE CON 20,200 m.	GRAVAS ARCILLOSAS CON ARENAS COLOR CAFÉ, COMPACTA, POCO HUMEDA (GP-SC). (BALASTRE)	40-60-00	0.20	BASE HIDRAULICA Y ASFALTICA  CARPETA DE MEZCLA EN FRIO  RIEGO DE SELLO	TRITURACION PARCIAL Y CRIBADO A TAMAÑO MAXIMO DE 1 1/2 " 38.1 mm  TRITURACION PARCIAL Y CRIBADO A TAMAÑO MAXIMO DE 3/4 " 19.1 mm  TRITURACION PARCIAL Y CRIBADO A TAMAÑO MAXIMO PARA OBTENER MATERIAL PETREO MICRO CARPETA.	400,000.00



Proyecto de la carretera Cocula-Acatlán





TRAMO: COCULA - ACATLAN  
 SUBTRAMO: DEL KM 101+600 AL KM 124+600  
 ORIGEN: ACATLAN, JAL

**CUADRO DE BANCOS PARA TERRACERIAS**

BANCO No.	DENOMINACION	LOCALIZACION	CLASIFICACION GEOLOGICA	CLASIF. PRESUP.	DESP. (m.)	COEFICIENTES			UTILIZACION	TRATAMIENTO	VOLUMEN APROV. (m³)
						90%	95%	100%			
5	SIN NOMBRE	KM. 101+600 DESV. LADO ATRÁS CON 600 mts.	GRAYAS ARCILLOSAS CON ARENAS COLOR CAFÉ, COMPACTA, POCO HUMEDA (GP-SC). (BALASTRE)	40-60-00	0.20	1.05	1.00	0.95	CUERPO DE TERRAPLEN CAPA DE TRAN- SICION Y CAPA SUBRASANTE	COMPACTADO	960,000.00

Proyecto de la carretera Cocula-Acatlán







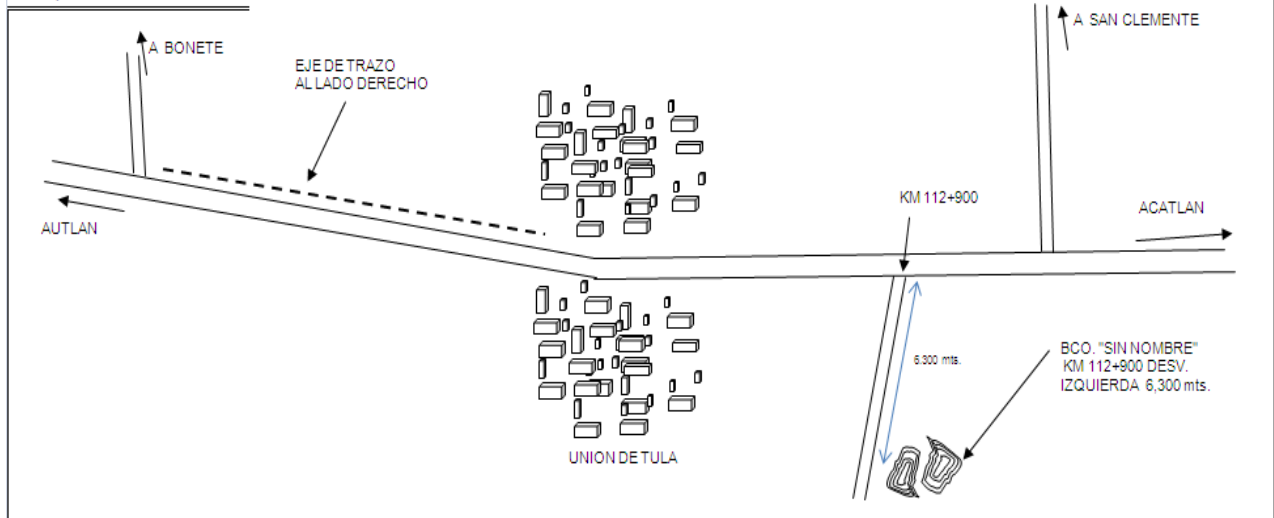
### 4.4 TABLAS DE LOCALIZACIÓN DE PRESTAMO DE MATERIALES

<b>TRAMO:</b>	COCULA - ACATLAN
<b>SUBTRAMO:</b>	DE KM 101+600 A KM 124+500
<b>ORIGEN:</b>	ACATLAN, JAL.

PRESTAMO DE MATERIALES PARA CPO. DE TERRAPLEN, CAPA DE TRANSICION Y SUBRASANTE				DENOMINACION				SIN NOMBRE			
UBICACION	ESTRATO		CLASIFICACION S.U.C.S.	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIFICACION PRESUPUESTO		
	No.	ESPESOR			90%	95%	100%	BANDEADO	A	B	C
KM. 112+900 DESV. IZQUIERDA CON 6,300 MTS.	1	0.20	TERRENO NATURAL GRAVAS ARCILLOSAS CON ARENAS COLOR CAFÉ, COMPACTA, POCO HUMEDA (GP-SC). BALASTRE	DESPALME COMPACTADO	1.05	1.00	0.95		100-00-00		
	2	INDEF.							40-60-00		

LARGO	ANCHO	ALTURA	VOLUMEN PROVECHABL M <sup>3</sup>	OBSERVACIONES
1000	400	4	1,600,000	SERA RECOMENDABLE TOMAR EL DESPERDICIO DE LA TRITURACION DEL MATERIA O DISGREGACION

**CROQUIS DE LOCALIZACIÓN**





Proyecto de la carretera Cocula-Acatlán

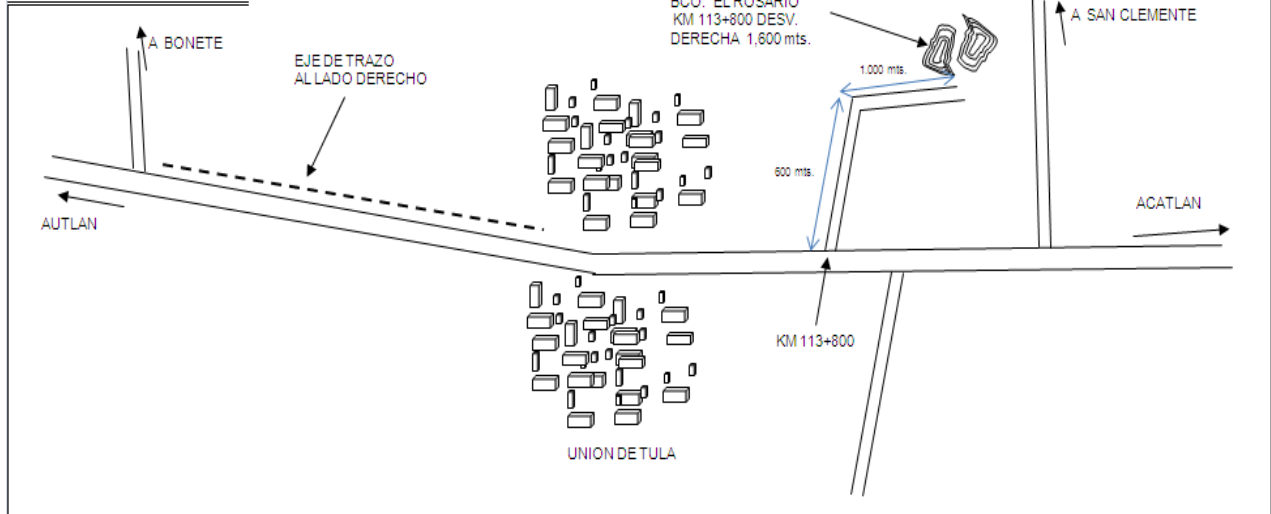


<b>TRAMO:</b>	COCULA - ACATLAN
<b>SUBTRAMO:</b>	DE KM 101+600 A KM 124+500
<b>ORIGEN:</b>	ACATLAN, JAL.

PRESTAMO DE MATERIALES PARA CPO. DE TERRAPLEN, CAPA DE TRANSICION Y SUBRASANTE				DENOMINACION				EL ROSARIO	
UBICACION	ESTRATO		CLASIFICACION S.U.C.S.	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIFICACION PRESUPUESTO
	No.	ESPESOR			90%	95%	100%	BANDEADO	
KM. 113+800 DESV. DERECHA CON 1,600 MTS.	1	0.20	TERRENO NATURAL GRAVAS ARCILLOSAS CON ARENAS COLOR CAFÉ, COMPACTA, POCO HUMEDA (GP-SC). BALASTRE	DESPALME COMPACTADO	1.05	1.00	0.95		100-00-00
	2	INDEF.							40-60-00

LARGO	ANCHO	ALTURA	VOLUMEN PROVECHABLE M <sup>3</sup>	OBSERVACIONES
800	500	5	2,000,000	SERA RECOMENDABLE TOMAR EL DESPERDICIO DE LA TRITURACION DEL MATERIA O DISGREGACION

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



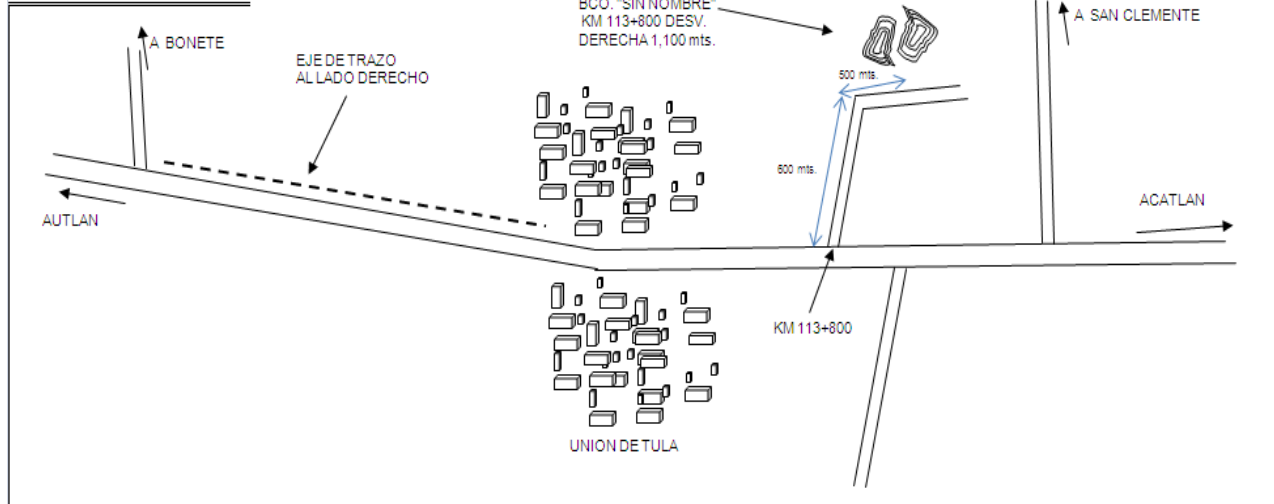


<b>TRAMO:</b>	COCULA - ACATLAN
<b>SUBTRAMO:</b>	DE KM 101+600 A KM 124+500
<b>ORIGEN:</b>	ACATLAN, JAL.

PRESTAMO DE MATERIALES PARA CPO. DE TERRAPLEN, CAPA DE TRANSICION Y SUBRASANTE				DENOMINACION LAS MESETAS				
UBICACION	ESTRATO		CLASIFICACION S.U.C.S.	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA			CLASIFICACION PRESUPUESTO A - B - C
	No.	ESPESOR			90%	95%	100%	
KM. 113+800 DESV. DERECHA CON 1,100 MTS.	1	0.20	TERRENO NATURAL GRAVAS ARCILLOSAS CON ARENAS COLOR CAFÉ, COMPACTA, POCO HUMEDA (GP-SC). BALASTRE	DESPALME COMPACTADO	1.05	1.00	0.95	100-00-00 40-60-00
	2	INDEF.						

LARGO	ANCHO	ALTURA	VOLUMEN PROVECHABLE M <sup>3</sup>	OBSERVACIONES
1000	400	5	2,000,000	

**CROQUIS DE LOCALIZACIÓN**





Proyecto de la carretera Cocula-Acatlán

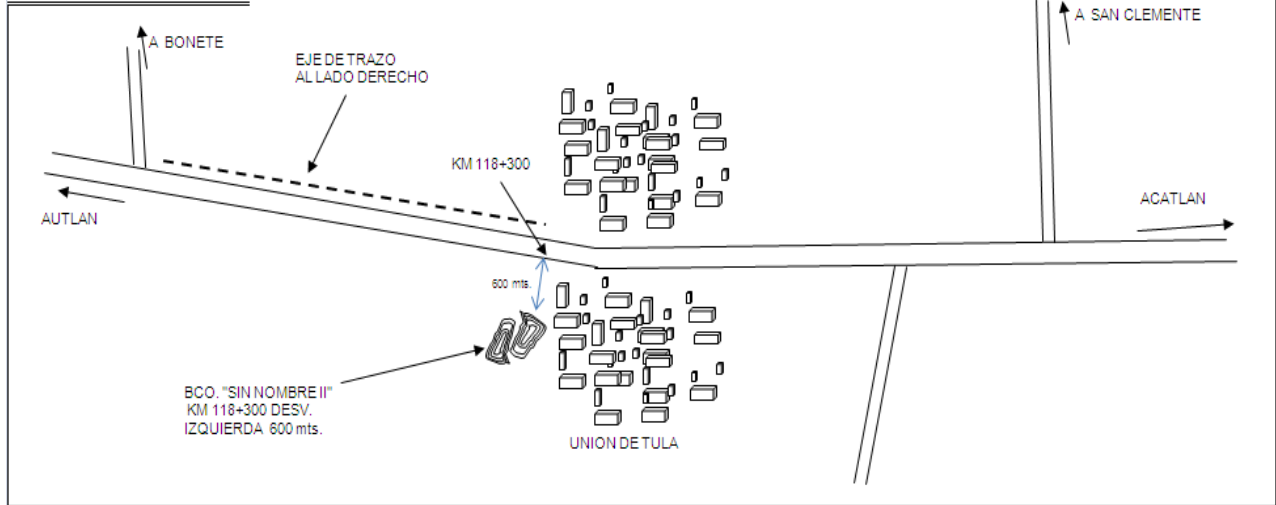


<b>TRAMO:</b> COCULA - ACATLAN
<b>SUBTRAMO:</b> DE KM 101+600 A KM 124+500
<b>ORIGEN:</b> ACATLAN, JAL.

UBICACION	ESTRATO		CLASIFICACION S.U.C.S.	TRATAMIENTO PROBABLE	DENOMINACION SIN NOMBRE II				CLASIFICACION PRESUPUESTO A - B - C
	No.	ESPESOR			COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				
					90%	95%	100%	BANDEADO	
KM. 118+300 DESV. IZQUIERDA CON 600 MTS.	1	0.20	TERRENO NATURAL GRAVAS ARCILLOSAS CON ARENAS COLOR CAFÉ, COMPACTA, POCO HUMEDA (GP-SC). BALASTRE	DESPALME COMPACTADO	1.05	1.00	0.95		100-00-00 40-60-00

LARGO	ANCHO	ALTURA	VOLUMEN PROVECHABLE M <sup>3</sup>	OBSERVACIONES
800	500	6	2,400,000	SERA RECOMENDABLE TOMAR EL DESPERDICIO DE LA TRITURACION DEL MATERIA O DISGREGACION

**CROQUIS DE LOCALIZACIÓN**



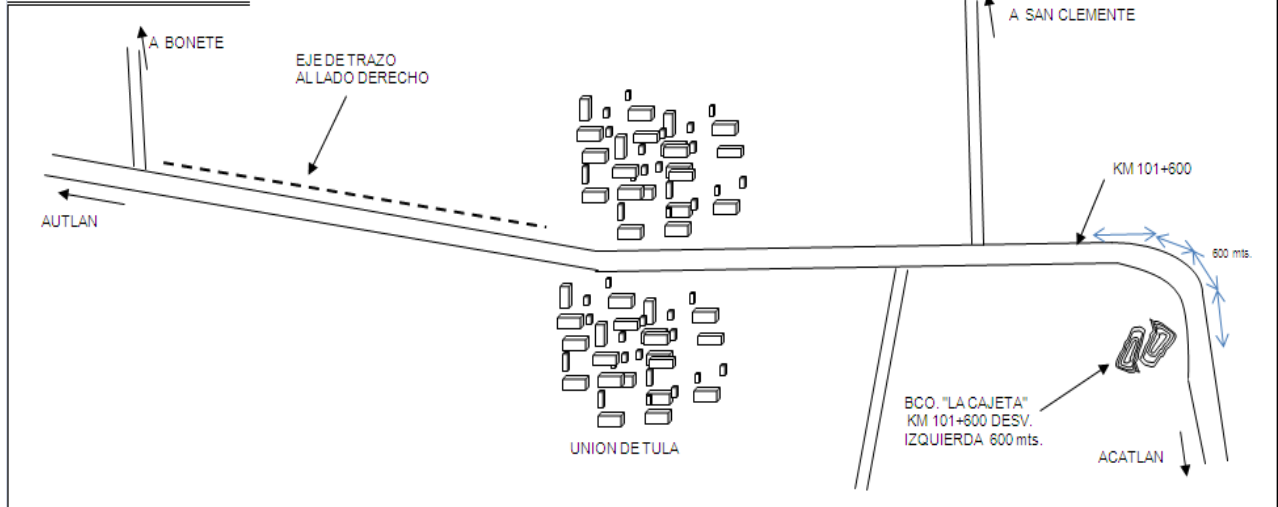


<b>TRAMO:</b> COCULA - ACATLAN
<b>SUBTRAMO:</b> DE KM 101+600 A KM 124+500
<b>ORIGEN:</b> ACATLAN, JAL.

UBICACION	ESTRATO		CLASIFICACION S.U.C.S.	TRATAMIENTO PROBABLE	DENOMINACION LA CAJETA				CLASIFICACION PRESUPUESTO
	No.	ESPESOR			COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				
					90%	95%	100%	BANDEADO	
KM. 101+600 DESV. IZQUIERDA CON 600 MTS.	1	0.20	TERRENO NATURAL GRAVAS ARCILLOSAS CON ARENAS COLOR CAFÉ, COMPACTA, POCO HUMEDA (GP-SC). BALASTRE	DESPALME COMPACTADO	1.05	1.00	0.95		100-00-00
	2	INDEF.							40-60-00

LARGO	ANCHO	ALTURA	VOLUMEN PROVECHABL M <sup>3</sup>	OBSERVACIONES
600	400	4	960,000	SERA RECOMENDABLE TOMAR EL DESPERDICIO DE LA TRITURACION DEL MATERIA O DISGREGACION

**CROQUIS DE LOCALIZACIÓN**



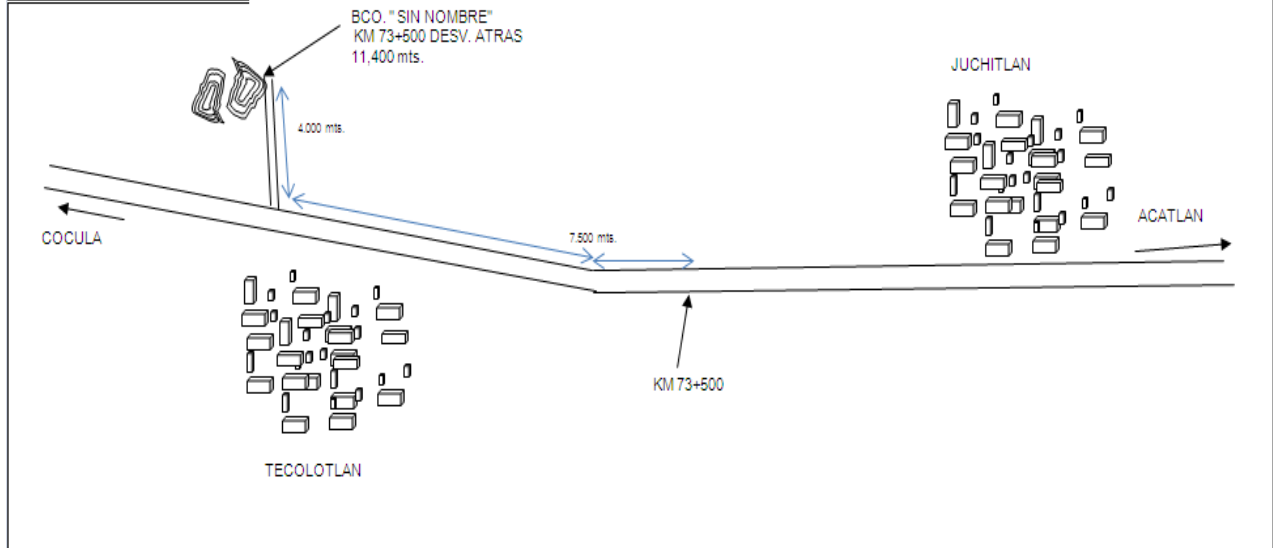


<b>TRAMO:</b> COCULA - ACATLAN <b>SUBTRAMO:</b> DE KM 73+500 A KM 77+500 <b>ORIGEN:</b> ACATLAN, JAL.
---

PRESTAMO DE MATERIALES PARA CPO. DE TERRAPLEN, CAPA DE TRANSICION Y SUBRASANTE				DENOMINACION				EL ROSARIO	
UBICACION	ESTRATO		CLASIFICACION S.U.C.S.	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIFICACION PRESUPUESTO
	No.	ESPESOR			90%	95%	100%	BANDEADO	
KM. 73+500 DESV. ATRAS CON 11,500 MTS.	1	0.20	TERRENO NATURAL GRAVAS ARCILLOSAS CON ARENAS COLOR CAFÉ, COMPACTA, POCO HUMEDA (GP-SC).	DESPALME COMPACTADO	1.05	1.00	0.95		100-00-00 40-60-00
	2	INDEF.							

LARGO	ANCHO	ALTURA	VOLUMEN PROVECHABL M <sup>3</sup>	OBSERVACIONES
300	100	25	750,000	

**CROQUIS DE LOCALIZACIÓN**

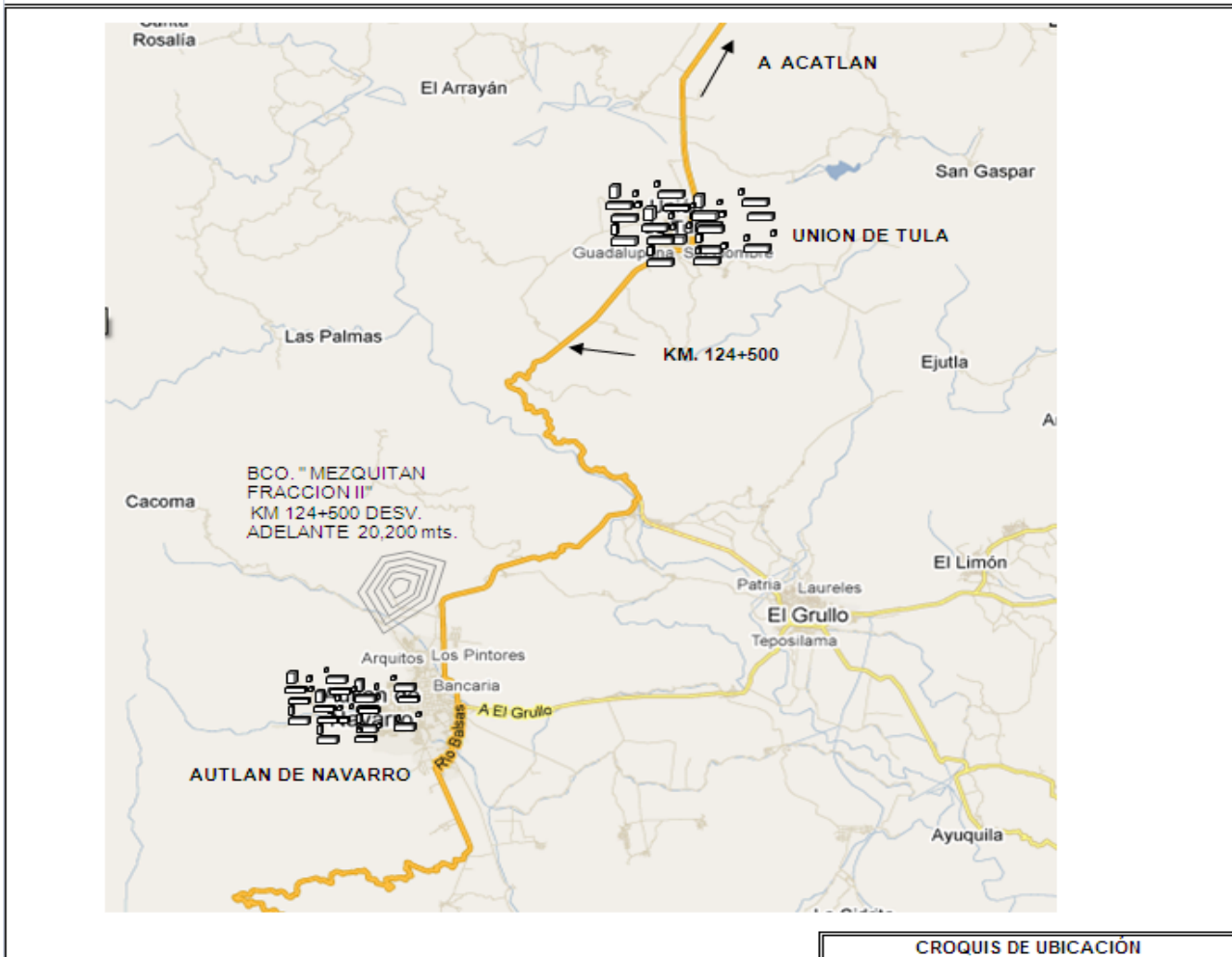




	<b>TRAMO: COCULA - ACATLAN</b> <b>SUBTRAMO: DE KM 101+600 A KM 124+500</b> <b>ORIGEN: ACATLAN, JAL.</b>
--	---

<b>ESTRATIGRAFIA</b>			
<b>ESTRATO</b>		<b>CLASIFICACION</b>	
<b>NO.</b>	<b>ESPESOR</b>	<b>GEOLOGICA</b>	<b>PRE SUP.</b>
1	0.20	GRAVAS ARCILLOSAS CON ARENAS COLOR CAFÉ, COMPACTA, POCO HUMEDA (GP-SC). (BALASTRE)	40-60-00

<b>DATOS GENERALES</b>	
<b>BANCO:</b>	MEZQUITAN FRACCION II
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	KM. 124+500 DESV. ADELANTE CON 20,200 m.
<b>VOLUMEN UTILIZABLE:</b>	400,000.00 M <sup>3</sup>
<b>UTILIZACIÓN:</b>	BASE HIDRAULICA Y ASFALTICA, CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO, RIEGO DE SELLO
<b>TRATAMIENTO:</b>	TRITURACION PARCIAL Y CRIBADO
<b>OBSERVACIONES:</b>	



CROQUIS DE UBICACIÓN



4.5 TABLAS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

Proyecto de la carretera Cocula-Acatlán



**TRAMO:** SAN JOSE DE AVILA - EL BONETE  
**SUBTRAMO:** DEL Km. 101+600 AL Km. 124+600  
**ORIGEN:** ACATLAN, JAL.

**DATOS DE SUELOS PARA EL CALCULO DE LAS TERRACERIAS EN CURVA-MASA**

KM. A KM.	ESTRATO		CLASIFICACION DEL MATERIAL ( SUCS )	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRIC				CLASIF. PRESUP. A - B - C	TERRAPLEN		CORTE		OBSERVA- CIONES
	No.	ESP.			90%	95%	100%	SAND		ALT. MAX.	FALUD	ALT. MAX.	TALUD	
101+600 A	1	0.30	SUELO VEGETAL	DESPALME					100-00-00					
107+750	2	INDEF	ARCILLA ARENOSA, COLOR CAFÉ OSCURA, HUMEDA, DE CONSISTENCIA MEDIA, DE BAJA A MEDIANA PLASTICIDAD (CL)	COMPACTADO	1.00	0.98	0.95		40-60-00					A, B, C, J
								A, B, C, J						
107+750 A	1	0.35	SUELO VEGETAL	DESPALME					100-00-00					
109+300	2	INDEF	ARCILLA ARENOSA, COLOR CAFÉ OSCURA, HUMEDA, DE CONSISTENCIA MEDIA, DE BAJA A MEDIANA PLASTICIDAD (CL)	COMPACTADO	1.00	0.98	0.95		40-60-00					A, B, C, J
			PRESENCIA DEL NAF 180 METROS											
109+300 A	1	0.30	SUELO VEGETAL	DESPALME					100-00-00					
110+200	2	INDEF	ARCILLA ARENOSA, COLOR CAFÉ OSCURA, HUMEDA, DE CONSISTENCIA MEDIA, DE BAJA A MEDIANA PLASTICIDAD (CL)	COMPACTADO	1.00	0.98	0.95		40-60-00					A, B, D, J



TRAMO: SAN CLEMENTE - EL BONETE  
 SUBTRAMO: DEL Km. 101+600 AL Km. 124+500  
 ORIGEN: UNION DE TULA, JAL.



DATOS DE SUELOS PARA EL CALCULO DE LAS TERRACERIAS EN CURVA-MASA

KM. A KM.	ESTRATO		CLASIFICACION DEL MATERIAL ( SUCS )	TRATAMIENTO	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRIC				CLASIF. PRESUP. A - B - C	TERRAPLEN		CORTE		OBSERVA- CIONES
	No.	ESP.			PROBABLE	90%	95%	100% SAND		ALT. MAX.	TALUD	ALT. MAX.	TALUD	
<b>ZONA DEL CUERPO ACTUAL</b>														
<b>APLICABLE EN UN ANCHO APROXIMADO DE 3.00 m POR LADO DERECHO EN LA PROFUNDIDAD MARCADA</b>														
110+200 A	1	0.20	SELO VEGETAL	DESPALME					100-00-00					
114+850	2	0.80	GRAVAS ARCILLOSAS CON ARENAS COLOR CAFÉ MEDIAMENTE COMPACTA A COMPACTA, POCO HUMEDA. (GP - SC)	COMPACTA	1.05	1.00	0.95		40-60-00					A, B, F, G, M
		INDEF	ARCILLA ARENOSA, COLOR CAFÉ OSCURA, HUMEDA, DE CONSISTENCIA MEDIA, DE BAJA A MEDIANA PLASTICIDAD (CL)	COMPACTADO	1.03	0.98	0.93		40-60-00					A, B, C, J

Proyecto de la carretera Cocula-Acatlán



TRAMO: SAN CLEMENTE - EL BONETE  
 SUBTRAMO: DEL Km. 101+600 AL Km. 124+500  
 ORIGEN: UNION DE TULA, JAL.



DATOS DE SUELOS PARA EL CALCULO DE LAS TERRACERIAS EN CURVA-MASA

KM. A KM.	ESTRATO		CLASIFICACION DEL MATERIAL ( SUCS )	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRIC				CLASIF. PRESUP. A - B - C	TERRAPLEN		CORTE		OBSERVA- CIONES
	No.	ESP.			90%	95%	100%	BAND		MAX. TALUD	ALT.	MAX. TALUD	ALT.	
<b>ZONA DEL CUERPO ACTUAL Y TOMADO EN CUENTA LA ZONA DEL TERRENO NATURAL</b> <b>APLICABLE DESPUES DE UN ANCHO APROXIMADO DE 3.00 m EN LA PROFUNDIDAD MARCADA, HASTA EL ANCHO TOTAL DE AMPLIACION</b>														
110+200 A	1	0.20	SELO VEGETAL	DESPALME						100-00-00				
114+850	2	INDEF	ARCILLA ARENOSA, COLOR CAFÉ OSCURA, HUMEDA, DE CONSISTENCIA MEDIA, DE BAJA A MEDIANA PLASTICIDAD (CL)	COMPACTADO	1.03	0.98	0.93			40-60-00				A, B, C, J

Proyecto de la carretera Cocula-Acatlán



TRAMO: SAN JOSE DE AVILA - EL BONETE

SUBTRAMO: DEL Km. 101+600 AL Km. 124+600

ORIGEN: ACATLAN, JAL.



DATOS DE SUELOS PARA EL CALCULO DE LAS TERRACERIAS EN CURVA-MASA

KM. A KM.	ESTRATO		CLASIFICACION DEL MATERIAL ( SUCS )	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRIC				CLASIF. PRESUP. A - B - C	TERRAPLEN		CORTE		OBSERVA- CIONES
	No.	ESP.			90%	95%	100%	SAND		ALT. MAX.	TALUD	ALT. MAX.	TALUD	
114+850 A	1	0.15	SUELO VEGETAL	DESPALME					100-00-00					
118+200	2	INDEF	ARENA ARCILLOSA COLOR CAFÉ CLARO, POCO HUMEDA, DE MEDIAMENTE COMPACTA A COMPACTA, CON ESCASAS GRAVAS (SC)	COMPACTADO	1.01	0.96	0.91		40-60-00	1.7:1		1:1		A, B, C, J
118+200 A	1	0.25	SUELO VEGETAL	DESPALME					100-00-00					
120+300	2	INDEF	ARCILLA ARENOSA, COLOR CAFÉ OSCURA, HUMEDA, DE CONSISTENCIA MEDIA, DE BAJA A MEDIANA PLASTICIDAD (CL)	COMPACTADO	1.00	0.98	0.95		40-60-00					A, B, C, J

Proyecto de la carretera Cocula-Acatlán





**TRAMO:** SAN CLEMENTE - EL BONETE  
**SUBTRAMO:** DEL Km. 101+600 AL Km. 124+500  
**ORIGEN:** UNION DE TULA, JAL.

**DATOS DE SUELOS PARA EL CALCULO DE LAS TERRACERIAS EN CURVA-MASA**

KM. A KM.	ESTRATO		CLASIFICACION DEL MATERIAL ( SUCS )	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRIC			CLASIF. PRESUP. A - B - C	TERRAPLEN		CORTE		OBSERVA- CIONES
	No.	ESP.			90%	95%	100% SAND		ALT. MAX.	TALUD MAX.	ALT. MAX.	TALUD	
<b>ZONA DEL CUERPO ACTUAL</b>													
<b>APLICABLE EN UN ANCHO APROXIMADO DE 3.00 m POR LADO DERECHO EN LA PROFUNDIDAD MARCADA</b>													
120+300	1	0.20	SELO VEGETAL	DESPALME				100-00-00					
A													
122+350	2	0.70	GRAVAS ARCILLOSAS CON ARENAS COLOR CAFÉ MEDIAMENTE COMPACTA A COMPACTA, POCO HUMEDA (GP - SC)	COMPACTA	1.05	1.00	0.95	40-60-00				A, B, F, G, M	
		INDEF	ARENA ARCILLOSA COLOR CAFÉ CLARO, POCO HUMEDA, DE MEDIAMENTE COMPACTA A COMPACTA. (SC)	COMPACTADO	1.01	0.96	0.91	40-60-00	1.7:1		1:1	A, B, C, J	



TRAMO: SAN CLEMENTE - EL BONETE

SUBTRAMO: DEL Km. 101+600 AL Km. 124+500

ORIGEN: UNION DE TULA, JAL.

DATOS DE SUELOS PARA EL CALCULO DE LAS TERRACERIAS EN CURVA-MASA

KM. A KM.	ESTRATO		CLASIFICACION DEL MATERIAL ( SUCS )	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRIC				CLASIF. PRESUP. A - B - C	TERRAPLEN		CORTE		OBSERVA- CIONES
	No.	ESP.			90%	95%	100%	BAND		ALT. MAX.	TALUD	ALT. MAX.	TALUD	

ZONA DEL CUERPO ACTUAL Y TOMADO EN CUENTA LA ZONA DEL TERRENO NATURAL														
APLICABLE DESPUES DE UN ANCHO APROXIMADO DE 3.00 m EN LA PROFUNDIDAD MARCADA, HASTA EL ANCHO TOTAL DE AMPLIACION														
120+300	1	0.20	SELO VEGETAL	DESPALME						100-00-00				
A														
122+350	2	INDEF	ARENA ARCILLOSA COLOR CAFÉ CLARO, POCO HUMEDA, DE MEDIAMENTE COMPACTA A COMPACTA. (SC)	COMPACTADO	1.01	0.96	0.91			40-60-00	1.7:1	1:1	A, B, C, J	

Proyecto de la carretera Cocula-Acatlán



**TRAMO:** SAN JOSE DE AVILA - EL BONETE  
**SUBTRAMO:** DEL Km. 101+600 AL Km. 124+600  
**ORIGEN:** ACATLAN, JAL.



**DATOS DE SUELOS PARA EL CALCULO DE LAS TERRACERIAS EN CURVA-MASA**

KM. A KM.	ESTRATO		CLASIFICACION DEL MATERIAL ( SUCS )	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRIC				CLASIF. PRESUP. A - B - C	TERRAPLEN		CORTE		OBSERVA- CIONES
	No.	ESP.			90%	95%	100%	SAND		MAX.	TALUD	MAX.	TALUD	
122+350 A	1	0.30	SUELO VEGETAL	DESPALME					100-00-00					
124+500	2	INDEF	ARCILLA ARENOSA, COLOR CAFÉ OSCURA, HUMEDA, DE CONSISTENCIA MEDIA, DE BAJA A MEDIANA PLASTICIDAD (CL)	COMPACTADO	1.00	0.98	0.95		40-60-00					A, B, C, J

Proyecto de la carretera Cocula-Acatlán



**TRAMO:** LA NORIA - JUCHITLAN  
**SUBTRAMO:** DEL Km. 80+400 AL Km. 83+400  
**ORIGEN:** ACATLAN, JAL.



**DATOS DE SUELOS PARA EL CALCULO DE LAS TERRACERIAS EN CURVA-MASA**

KM. A KM.	ESTRATO		CLASIFICACION DEL MATERIAL ( SUCS )	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRIC				CLASIF. PRESUP. A - B - C	TERRAPLEN		CORTE		OBSERVA- CIONES
	No.	ESP.			90%	95%	100%	SAND		ALT. MAX.	TALUD MAX.	ALT. MAX.	TALUD MAX.	
80+400 A	1	0.30	SELO VEGETAL	DESPALME					100-00-00					
83+400	2	INDEF	ARCILLAS ARENOSAS EMPACANDO GRAVAS DE COLOR CAFÉ OBSCURO, POCO HUMEDA, DE CONSISTEN MEDIA A FIRME DE BAJA PLASTICIDAD (CL)	COMPACTADO	1.00	0.98	0.95		40-60-00					A, B, C, J

Proyecto de la carretera Cocula-Acatlán



TRAMO: SAN BUENAVENTURA - LA SAUCEDA

SUBTRAMO: DEL Km. 73+500 AL Km. 77+500

ORIGEN: ACATLAN, JAL.



DATOS DE SUELOS PARA EL CALCULO DE LAS TERRACERIAS EN CURVA-MASA

KM. A KM.	ESTRATO		CLASIFICACION DEL MATERIAL ( SUCS )	TRATAMIENTO	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRIC					CLASIF. PRESUP. A - B - C	TERRAPLEN		CORTE		OBSERVA- CIONES
	No.	ESP.			PROBABLE	90%	95%	100%	SAND		MAX.	TALUD	MAX.	TALUD	
73+500 A	1	0.25	SELO VEGETAL	DESPALME						100-00-00					
77+500	2	INDEF	ARCILLAS ARENOSAS EMPACANDO GRAVAS DE COLOR CAFÉ OBSCURO,POCO HUMEDA, DE CONSISTEN MEDIA A FIRME DE BAJA PLASTICIDAD (CL)	COMPACTADO	1.00	0.98	0.95			40-60-00					A, B, C, J

Proyecto de la carretera Cocula-Acatlán





**TRAMO:** SAN CLEMENTE - EL BONETE  
**SUBTRAMO:** DEL Km. 101+600 AL Km. 124+500  
**ORIGEN:** UNION DE TULA, JAL.



**DATOS DE SUELOS PARA EL CALCULO DE LAS TERRACERIAS EN CURVA-MASA**

KM. A KM.	ESTRATO		CLASIFICACION DEL MATERIAL ( SUCS )	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRIC				CLASIF. PRESUP. A - B - C	TERRAPLEN		CORTE		OBSERVA- CIONES
	No.	ESP.			90%	95%	100%	SAND		ALT. MAX. TALUD	ALT. MAX. TALUD			

ZONA DEL CUERPO ACTUAL														
APLICABLE EN UN ANCHO APROXIMADO DE 3.00 m POR LADO DERECHO EN LA PROFUNDIDAD MARCADA														
110+200	1	0.20	SELO VEGETAL	DESPALME						100-00-00				
A														
114+850	2	0.80	GRAVAS ARCILLOSAS CON ARENAS COLOR CAFÉ MEDIAMENTE COMPACTA A COMPACTA, POCO HUMEDA (GP - SC)	COMPACTA	1.05	1.00	0.95			40-60-00				A, B, F, G, M
		INDEF	ARCILLA ARENOSA, COLOR CAFÉ OSCURA, HUMEDA, DE CONSISTENCIA MEDIA, DE BAJA A MEDIANA PLASTICIDAD (CL)	COMPACTADO	1.03	0.98	0.93			40-60-00				A, B, D, J
120+300	1	0.20	SELO VEGETAL	DESPALME						100-00-00				
A														
122+350	2	0.70	GRAVAS ARCILLOSAS CON ARENAS COLOR CAFÉ MEDIAMENTE COMPACTA A COMPACTA, POCO HUMEDA (GP - SC)	COMPACTA	1.05	1.00	0.95			40-60-00				A, B, F, G, M
		INDEF	ARCILLA ARENOSA, COLOR CAFÉ OSCURA, HUMEDA, DE CONSISTENCIA MEDIA, DE BAJA A MEDIANA PLASTICIDAD (CL)	COMPACTADO	1.03	0.98	0.93			40-60-00				A, B, D, J

Proyecto de la carretera Cocula-Acatlán



TRAMO: SAN CLEMENTE - EL BONETE

SUBTRAMO: DEL Km. 101+600 AL Km. 124+500

ORIGEN: UNION DE TULA, JAL.



DATOS DE SUELOS PARA EL CALCULO DE LAS TERRACERIAS EN CURVA-MASA

KM. A KM.	ESTRATO		CLASIFICACION DEL MATERIAL ( SUCS )	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRIC				CLASIF. PRESUP. A - B - C	TERRAPLEN		CORTE		OBSERVA- CIONES
	No.	ESP.			90%	95%	100%	BAND		MAX.	TALUD	MAX.	TALUD	

ZONA DEL CUERPO ACTUAL Y TOMADO EN CUENTA LA ZONA DEL TERRENO NATURAL														
APLICABLE DESPUES DE UN ANCHO APROXIMADO DE 3.00 m EN LA PROFUNDIDAD MARCADA, HASTA EL ANCHO TOTAL DE AMPLIACION														
110+200 A	1	0.20	SELO VEGETAL	DESPALME						100-00-00				
114+850	2	INDEF	ARCILLA ARENOSA, COLOR CAFÉ OSCURA, HUMEDA, DE CONSISTENCIA MEDIA, DE BAJA A MEDIANA PLASTICIDAD (CL)	COMPACTADO	1.03	0.98	0.93			40-60-00				A, B, D, J
120+300 A	1	0.20	SELO VEGETAL	DESPALME						100-00-00				
122+350	2	INDEF	ARCILLA ARENOSA, COLOR CAFÉ OSCURA, HUMEDA, DE CONSISTENCIA MEDIA, DE BAJA A MEDIANA PLASTICIDAD (CL)	COMPACTADO	1.03	0.98	0.93			40-60-00				A, B, D, J

Proyecto de la carretera Cocula-Acatlán





# V. DRENAJE

---



## V. DRENAJE.

En esta etapa del estudio se procedió a determinar las recomendaciones necesarias para la cimentación de las obras menores de drenaje, apoyándose en la relación de los cruces determinados por las brigadas de trazo respectivas.

Contando con los resultados de las pruebas de resistencia realizadas a los materiales que se presentan a lo largo de la línea de trazo, se procedió a determinar la correlación, según el criterio de Terzaghi la capacidad de carga del terreno a la profundidad requerida según el tipo de obra menor, así como el tipo de arrastre esperado en la misma, también con la descripción del material reportado en la zona del escurridor, donde no se pudo obtener muestreo inalterado se procedió a determinar, según el criterio de Terzaghi y Peck la cohesión estimada para poder determinar la capacidad de carga también, en ambos casos los cálculos fueron realizados utilizando las teorías ya mencionadas determinada para suelos puramente cohesivos y/o friccionantes mediante las ecuaciones siguientes:

$$q_c = 5.7 c + \gamma D_f \quad (\text{suelos cohesivos})$$

$$q_c = 1.3 c N_c + \gamma D_f N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma \quad (\text{suelos friccionantes})$$

En ambos casos para la determinación de la capacidad de carga se utilizó un factor de seguridad de  $FS = 3.0$ .

Así también el dimensionamiento del estribo que se tomó en cuenta, fue de acuerdo al tipo de obra menor, apoyándose en el manual de diseño de drenaje de la misma Secretaría.

En el punto siguiente del presente se encontrara la lista de las obras reportadas, las recomendaciones de desplante y protección a las mismas, así como la tabla de cálculo conteniendo los sitios analizados.



## 5.1 OBRAS COMPLEMENTARIAS DE DRENAJE

Las obras de drenaje son elementos estructurales que eliminan la inaccesibilidad de un camino, provocada por el agua o la humedad.

Los objetivos primordiales de las obras de drenaje son:

1. Dar salida al agua que se llegue a acumular en el camino.
2. Reducir o eliminar la cantidad de agua que se dirija hacia el camino.
3. Evitar que el agua provoque daños estructurales.

De la construcción de las obras de drenaje, dependerá en gran parte la vida útil, facilidad de acceso y la vida útil del camino.

Para llevar a cabo lo anteriormente citado, se utiliza el drenaje superficial y el drenaje subterráneo.

## 5.2 DRENAJE SUPERFICIAL

Se construye sobre la superficie del camino o terreno, con funciones de captación, salida, defensa y cruce, algunas obras cumplen con varias funciones al mismo tiempo.

En el drenaje superficial encontramos: cunetas, contracunetas, bombeo, lavaderos, zampeados, y el drenaje transversal.

### *Cunetas*

Las cunetas constituyen las obras complementarias de drenaje de uso más extendido y universal. Las cunetas son zanjas que se hacen en uno o ambos lados del camino, con el propósito de conducir las aguas provenientes de la



corona y lugares adyacentes hacia un lugar determinado, donde no provoque daños, su diseño se basa en los principios de los canales abiertos. Para un flujo uniforme se utiliza la fórmula de Manning, como se muestra a continuación.

$$V = \frac{1}{n} = (R)^{2/3} (S)^{1/2}$$

*Dónde:*

*V = velocidad media en metros por segundo*

*n = coeficiente de rugosidad de Manning*

*R = radio hidráulico en metros (área de la sección entre el perímetro mojado)*

*S = pendiente del canal en metros por metro.*

TIPO DE MATERIA	VALORES DE "n"
Tierra común, nivelada y aislada	0.02
Roca lisa y uniforme	0.03
Rocas con salientes y sinuosa	0.04
Lechos pedregosos y bordos enyerbados	0.03
Plantilla de tierra, taludes ásperos	0.03

Determinación del área hidráulica:

$$Q = \frac{A}{V}$$

$$q = (A)(1/n)(R)^{2/3}(S)^{1/2}$$

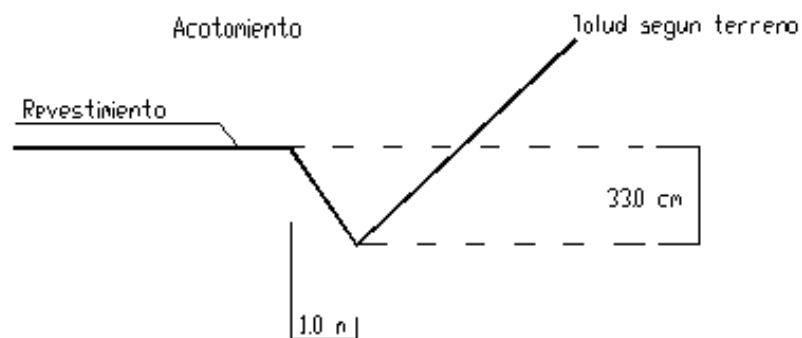
*Dónde:*

$Q = \text{gasto en } m^3/\text{seg.}$

$A = \text{Área de la sección transversal del flujo en } m^2 .$

Debido a la incertidumbre para la determinación del área hidráulica en la práctica, las secciones de las cunetas, se proyectan por comparación con otras en circunstancias comunes.

Existen diversas formas para construir las cunetas, en la actualidad las más comunes sean las triangulares, como se muestra a continuación:



*Fig. 5.1.- Cuneta en forma triangular*

En algunos casos será necesario proteger las cunetas mediante zampeados, debido a la velocidad provocada por la pendiente.

### *Contracunetas*

Las contracunetas son zanjas que se construyen paralelamente al camino, de forma trapezoidal comúnmente, con plantilla de 50 cm y taludes adecuados a la naturaleza del terreno. Se denominan contracunetas a los canales, excavados en el terreno natural o formado con pequeños bordos. La función de las contracunetas es prevenir que llegue al camino un exceso de agua o humedad,



o bien, el de interceptar el agua superficial que escurre ladera abajo desde mayores alturas, para evitar la erosión del talud o el congestionamiento de las cunetas y la corona de la vía terrestre por el agua y su material de arrastre. Aunque la práctica ha demostrado que en muchos casos no es conveniente usarlas, debido a que como se construyen en la parte aguas arriba de los taludes, provocan reblandecimientos y derrumbes.

Si son necesarias, deberá, estudiarse muy bien la naturaleza geológica del lugar donde se van a construir, alejándolas lo más posible de los taludes y zampeándolas en algunos casos para evitar filtraciones.

### *Bombeo*

Es la inclinación que se da a ambos lados de la carretera para permitir que el agua que cae directamente sobre ella escurra hacia sus dos hombros y así evitar que el agua se encharque provocando reblandecimientos o que corra por el centro del camino causando daños debido a la erosión.

El bombeo depende del camino y tipo de superficie, se mide su inclinación en porcentaje y es usual un 2 a 4 % en caminos revestidos.

En las secciones en curva, el bombeo se superpone con la sobreelevación necesaria de manera que según se entra a la curva, esta última domina rápidamente, de manera que la pendiente transversal ocurre sin discontinuidades, desde el hombro más elevado hasta el más bajo.

### *Zampeado*

Es una protección a la superficie de rodamiento o cunetas, contra la erosión donde se presentan fuertes pendientes. Se realiza con piedra, concreto ciclópeo o concreto simple.





### *Lavaderos*

Son canales de concreto, lamina, piedra con mortero o piedra acomodada que se conectan con los bordillos y bajan transversalmente por taludes, con la misión de conducir el agua de lluvia que escurre por los acotamientos hasta lugares alejados de los terraplenes, en donde evite hacer daño alguno

### *5.3 DRENAJE TRANSVERSAL*

Su finalidad es permitir el paso transversal del agua sobre un camino, sin obstaculizar el paso.

En este tipo de drenajes, algunas veces será necesario construir grandes obras u obras pequeñas denominadas obras de drenaje mayor y obras de drenaje menor, respectivamente.

Las obras de drenaje mayor requieren de conocimientos y estudios especiales, entre ellas podemos mencionar los puentes, puentes –vado y bóvedas.

### *Bóvedas*

Las bóvedas de medio punto construidas con mampostería son adecuadas cuando requerimos salvar un claro con una altura grande de la rasante al piso del río.

### *Vados*

Los vados son estructuras muy pegadas al terreno natural, generalmente losas a piso, tienen ventajas en cauces amplios con tirantes pequeños y régimen torrencial por corto tiempo. La construcción de vados es económica y accesibles a los cambios rurales por el aprovechamiento de los recursos del



lugar, ya que pueden ser contruidos de mampostería, concreto simple, ciclópeo y hasta de lámina. Su diseño debe evitar provocar erosión aguas arriba y aguas abajo, además de evitar que se provoque régimen turbulento que también es causa de socavación.

### *El puente – vado*

El puente – vado, es una estructura en forma de puente y con características de vado, que permite el paso del agua a través de claros inferiores en niveles ordinarios, y por la parte superior cuando se presentan avenidas con aguas máximas extraordinarias.

La altura de la obra debe permitir que cuando se presenten avenidas en aguas máximas extraordinarias los árboles u objetos arrastrados no dañen la estructura.

### *Los puentes*

Los puentes son estructuras de más de seis metros de claro, se distingue de las alcantarillas por el colchón que estas llevan en la parte superior.

La estructura de un puente está formada por la infraestructura, la subestructura y la superestructura.

La infraestructura se manifiesta en zapatas de concreto o mampostería, cilindros de cimentación y pilotes. La subestructura forma parte de un puente a través de pilas centrales, estribos, columnas metálicas sobre pedestales de concreto, caballetes de madera, etc. la superestructura integra la parte superior de un puente por medio de través de concreto o metálicas, vigas y pisos de madera, losas de concreto, nervaduras armadas de fierro, madera, cable, etc.

#### 5.4 OBRAS DE DRENAJE MENOR

Las alcantarillas son estructuras transversales al camino que permiten el cruce del agua y están protegidas por una capa de material en la parte superior, pueden ser de forma rectangular, cuadrada, de arco o tubular, se construyen de concreto, lamina, piedra o madera.

##### *Drenaje subterráneo*

El drenaje subterráneo es un gran auxiliar para eliminar humedad que inevitablemente ha llegado al camino y así evitar que provoque asentamientos o deslizamientos de material.

Son usuales los drenes ciegos que consisten en zanjas bajo las cunetas rellenas con material graduado con una base firme que evite filtraciones más allá de donde se desea, dirigiendo el agua hacia un lugar donde se le pueda retirar de manera superficial del camino, las dimensiones varían según las características hidrológicas del lugar donde se van a construir, son funcionales en varios tipos de camino. La plantilla de estos es de 45 cm Y de 80 a 100 cm.

De profundidad, el material se graduara cuidadosamente en capas con tamaños uniformes.

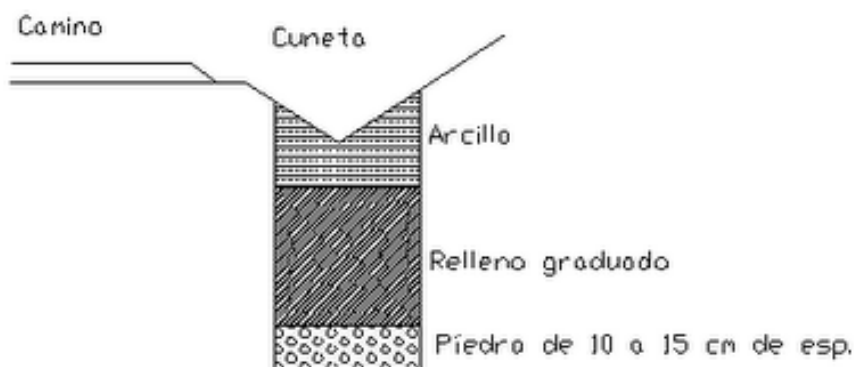


Fig. 5.2.- Cuneta rellena con material graduado



También se usan con el mismo fin drenes con tubos perforados que recogen el agua de la parte inferior del camino bajo las cunetas, su construcción consiste en la apertura de una zanja para colocar un tubo de barro o concreto que canalice el agua.

El cuidado con que se coloquen los tubos, la determinación de su diámetro y resistencia, influirá en la funcionalidad y duración del dren.

El diámetro no será menor a quince centímetros con numerosas perforaciones, rellenando con material adecuado para evitar taponamientos que junto con las roturas del tubo, son las principales fallas de este tipo de drenaje.

Cualquier tipo de drenaje subterráneo, debe permitir una salida fácil del agua con pendiente adecuada no menor del medio por ciento.



# **VI. DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS**

---



## VI. DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS.

### 6.1 PAVIMENTO CON CORONA DE 12 m.

Contemplando la literatura de la Dependencia Normativa respectiva se tomó el Volumen de Tránsito Diario Promedio Anual, el cual utilizaremos para diseñar el refuerzo y/o la estructura nueva en la zona de ampliación del pavimento en el subtramo en estudio, por lo cual se considerara:

- T.D.P.A. = 5,123 vehículos en ambos sentido (2010)
- Tasa de crecimiento anual = 3.5 %
- Con una composición vehicular como sigue:

TIPO DE VEHÍCULO	DISTRIBUCIÓN EN %
A	81.3
B2	4.1
C2	7.4
C3	3.4
T3S2	1.4
T3S3	1.0
T3S2R3	0.8
T3S2R4	0.6

Tomando en cuenta todas las variaciones mencionadas, se realizara el diseño, utilizando el método del Instituto de Ingeniería de la UNAM DISPAV-5 Versión 2-0 serie del Instituto de Ingeniería CI-8/1999, y método AASHTO.



## 6.2 METODO DE DISEÑO PARA 12 m.

### Método del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

Tanto para estructurar como para revisar el pavimento actual se podrá utilizar el Método de Instituto de Ingeniería de la UNAM, para su aplicación además de los datos de tránsito ya mencionados requerimos las calidades de los materiales que formarán y/o forman las capas de sustentación; los cuales se obtuvieron de los análisis efectuados en campo, tanto al sitio en estudio como a los bancos de materiales propuestos para el proyecto.

Para su aplicación se utilizarán los datos de tránsito propuestos, conjuntamente con la calidad de los materiales que forman las capas de sustentación, cabe señalar que con respecto a este último punto y tomando como base los resultados de laboratorio, se puede observar la homogeneidad de calidades en los materiales, por lo cual para nuestros diseños tomaremos como base los resultados críticos promedio, por lo tanto para ambos subtramos mencionados tomaremos los valores siguientes:

<b>CAPA</b>	<b>V.R.S. ESTRUCTURA ACTUAL</b>	<b>V.R.S. BANCO</b>
<b>Base Hidráulica</b>	70.00 (prom)	100.00
<b>Subrasante</b>		Mayor de 30.00
<b>Terracerías y/o terreno natural</b>	5.00 (critico)	5.00

Dichos valores de resistencia para diseño, se deberá tener especial cuidado que siempre se cumplan, como valor mínimo especificado, para el caso de la rehabilitación, de requerirse material de Banco, que éste si cumpla



ampliamente con las normas de calidad marcadas por la Dependencia correspondiente.

Para el diseño del refuerzo, el primer paso, será el realizar el cálculo de ejes acumulados equivalentes a 8.2 ton, por eje sencillo, para una vida útil de 15 años respectivamente.

Con estos datos se determina el espesor de grava equivalente mediante la utilización de la gráfica de diseño para un nivel de confianza de 90% y un periodo de diseño de 15 años.

Tomando en cuenta los datos de daños obtenidos se obtiene por medio del programa respectivo la estructura resultante y necesaria para los requerimientos tenidos.

1.- Tomando en cuenta los espesores equivalentes que nos arrojan las estructuras en los subtramos homogéneos subdivididos con respecto a los espesores actuales, y comparando con la requerida en el diseño respectivo determinamos que el camino actual:

<b>SUBTRAMO</b>	<b>ESTRUCTURA ACTUAL</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
KM 101+600 A KM 108+000	20cm DE CARPETA ASFALTICA 20cm DE BASE HIDRÁULICA	ESPESOR EQUIVALENTE ACTUAL 36.00
KM 108+500 A KM121+500	15 cm DE CARPETA ASFALTICA 30cm DE BASE HIDRÁULICA	ESPESOR EQUIVALENTE ACTUAL 37.50
KM 73+500 A KM 77+500 KM 80+440 A KM 83+440 KM 122+000 A KM124+600	8cm DE CARPETA ASFALTICA 25 cm DE BASE HIDRÁULICA	ESPESOR EQUIVALENTE ACTUAL 26.30





Por lo cual, tomando en cuenta que el espesor equivalente requerido por diseño es de 57 a 77 cm. Para los subtramos de dos carriles, siendo que el espesor equivalente que actualmente tiene la estructura es de 37.5 a 26.3 cm se concluye que la estructura actual requiere un refuerzo, no obstante de acuerdo al tipo de camino que se trata, la adecuación en proyecto a realizar, así como la falta de espesor en la capa de revestimiento existente y terracerías, nos denota la necesidad de proponer una estructura envolvente, por lo que se deberá tener en cuenta estos conceptos para dar las recomendaciones correspondientes.

#### Diseño del pavimento de acuerdo con el método AASHTO

Con base en los datos obtenidos de las pruebas de laboratorio, y según el tipo de carretera que se analiza, se hace necesario proceder a la estructuración del pavimento.

Las condiciones que se considera que prevalecen en el tramo se indican a continuación:

Relación de servicio (reliability)	90
Módulo de elasticidad del concreto asfáltico	350,000 psi
VRS capa de base hidráulica	100%
VRS capa sub-rasante	30%
Desviación estándar por tráfico	0.40
Tránsito diario promedio anual	5,123 en ambos Sentidos respectivamente

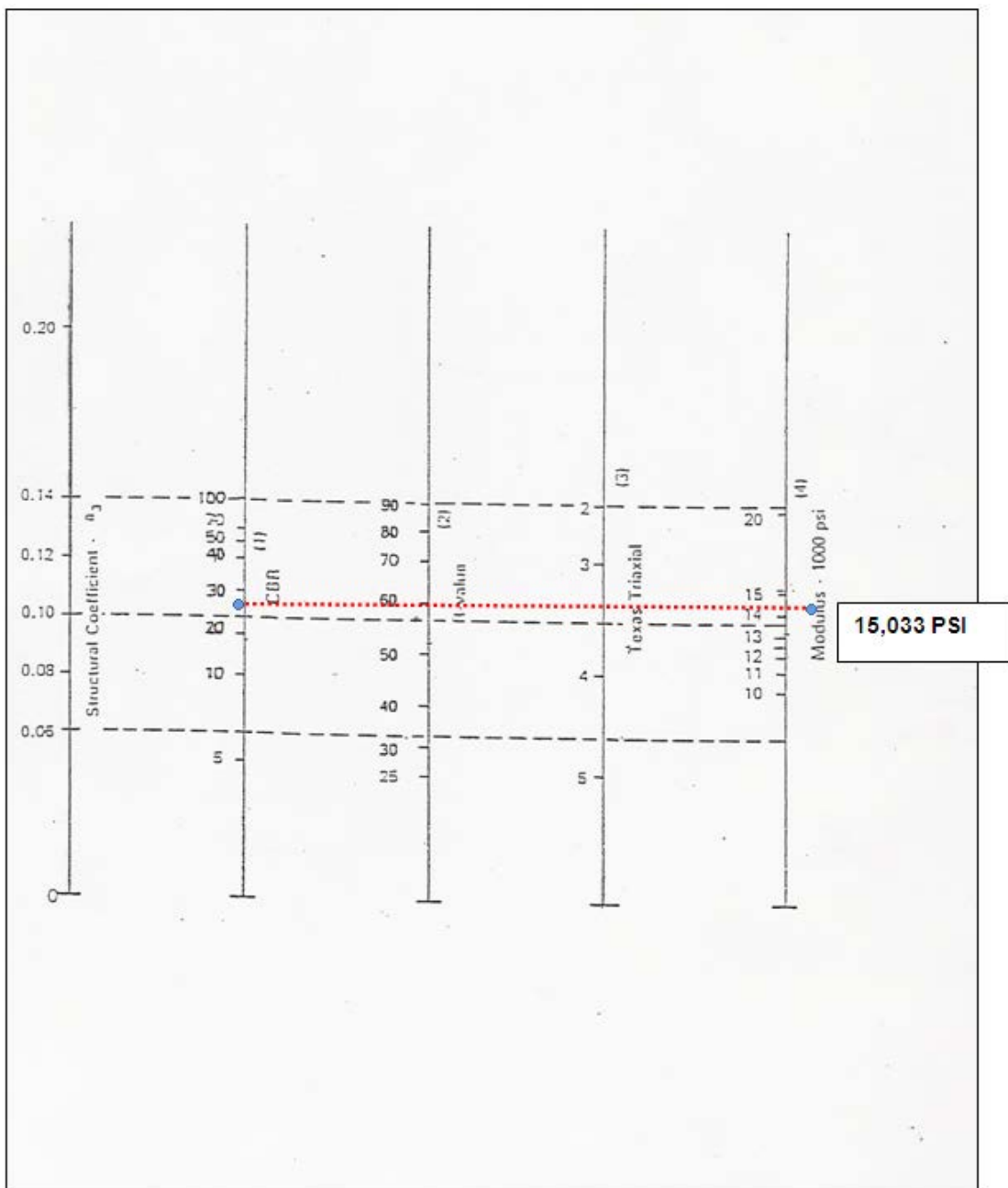
Con base en los datos que han sido señalados se procede a efectuar el cálculo de ejes equivalentes a 8.2 ton así como el módulo de elasticidad de la capa subrasante, con la finalidad de determinar el número estructural que deba



reunir el pavimento de la vialidad, para garantizar el buen funcionamiento durante el periodo de vida útil que ha sido considerado de 15 años.

Del cálculo de ejes equivalentes acumulado que se determinó es igual a 7.008 millones de ejes equivalentes.

### MODULO DE ELASTICIDAD DE LA CAPA SUBRASANTE METODO AASHTO





Debido a que el valor que se considera como VRS de la subrasante es de 30%, se entra en la figura del Manual AASHTO y se obtiene un módulo de elasticidad de 15,033 *psi*, el cual es fundamental para conocer el número estructural. Una vez que se conocen los datos necesarios y que se refieren al nivel de servicio relativo, la desviación estándar por tráfico, el valor de ejes equivalentes a 8.2 *ton* acumulado y el módulo de elasticidad de la subrasante. Con los datos que se han descrito se entra en la gráfica correspondiente a la carta para diseño de pavimentos flexibles basada en valores medios para cada dato. De dicha gráfica se obtiene que el número estructural que será el mínimo aceptable tiene un valor de:

$$SN = 3.50 \text{ (dos carriles)}$$

En el punto 2.4 del Manual AASHTO se da una expresión para el cálculo del número estructural para una determinada estructura del pavimento, la cual es función de los coeficientes estructurales de cada capa, para la carpeta, para la base hidráulica y para la subbase hidráulica del Manual AASHTO. De aquí se obtiene gráficamente que dichos coeficientes tengan los valores.

La expresión para obtener la estructura del pavimento y que se define en el Manual AASHTO es:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Dónde:

D = Espesor capa actual y/o propuesta (pulgadas)

a = Coeficiente estructural capa actual y/o propuesta (adimensional)

La calidad del drenaje en el camino se puede decir que es regular, además de esto considerando que con la adecuación recomendada se recuperara la



geometría de la sección, se considera un factor de corrección por drenaje de 1.0.

Por lo que nuestra estructura propuesta será:

*Alternativa 1*

Carpeta de concreto asfáltica de 3.93" (10 cm) = SN = 1.73

Base Hidráulica de 7.87" (20 cm) = SN = 1.10

Subbase Hidráulica de 9.84" (25 cm) = SN = 0.98

Realizando la sumatoria del SN tenemos que:

$$SN = 1.73$$

$$SN = 1.10$$

$$\underline{SN = 0.98}$$

$$\Sigma SN = 3.81$$

Por lo tanto; la estructura propuesta pasa.

*Alternativa 2*

Carpeta de concreto asfáltica de 2.75" (7 cm) = SN = 1.21

Base Asfáltica de 3.94" (10 cm) = SN = 1.18

Base Hidráulica de 9.84" (25 cm) = SN = 1.37

Realizando la sumatoria del SN tenemos que:

$$SN = 1.21$$

$$SN = 1.18$$

$$\underline{SN = 1.37}$$

$$\Sigma SN = 3.76$$



Por lo tanto; la estructura propuesta pasa.

### REVISIÓN ESTRUCTURAL

<b>SUBTRAMO</b>	<b>ESTRUCTURA ACTUAL</b>	<b>NUMERO ESTRUCTURAL ACTUAL</b>
KM 101+600 A KM 108+000	2.0 cm DE CARPETA ASFÁLTICA 20.0 cm DE BASE HIDRÁULICA	2.75
KM 108+500 A KM 121+500	15.0 cm DE CARPETA ASFÁLTICA 30.0 cm DE BASE HIDRÁULICA	2.65
KM 73+500 A KM 77+500 KM 80+440 A KM 83+440 KM 122+000 A KM 124+600	8.0 cm DE CARPETA ASFÁLTICA 25.0 cm DE BASE HIDRÁULICA	1.77

#### SUBTRAMO 1:

SN = actual = 2.75      SN = requerido 3.50

Por lo tanto SN para refuerzo =  $(3.50 - 2.75) / 0.44 = 1.70'' = 4.33\text{cm}$

#### SUBTRAMO 2:

SN = actual = 2.65      SN = requerido 3.50

Por lo tanto SN para refuerzo =  $(3.50 - 2.65) / 0.44 = 1.93'' = 4.91\text{cm}$

#### SUBTRAMO 3:

SN = actual = 1.77      SN = requerido 3.50

Por lo tanto SN para refuerzo =  $(3.50 - 1.77) / 0.44 = 3.93'' = 9.99\text{cm}$



En lo que se refiere a la propuesta de estructuración estas se resumen de la siguiente forma.

<b>RESUMEN DE PROPUESTAS DE ESTRUCTURACIÓN</b>				
<b>CAPAS</b>	<b>METODO DE LA U N A M</b>		<b>METODO AASHTO</b>	
	<b>Alter. 1</b>	<b>Alter. 2</b>	<b>Alter. 1</b>	<b>Alter. 2</b>
<b>Carpeta de Concreto Asfáltica</b>	14.00	7.00	10.00	7.00
<b>Base Asfáltica</b>		10.00		10.00
<b>Base Hidráulica</b>	25.00	25.00	20.00	25.00
<b>Subbase Hidráulica</b>	30.00		25.00	
<b>Capa Subrasante</b>	30.00	30.00	30.00	30.00
<b>Capa Subyacente</b>	50.00	50.00	50.00	50.00

Tomando en cuenta los datos obtenidos en los métodos calculados, se procedió a realizar las comparativas correspondientes, en dichos análisis se tomó en cuenta de forma prioritaria, que la estructura actual, aunque refleje un requerimiento mayor, esta no cuenta ni con revestimiento adecuado en cuanto a calidad se refiere así como de las capas de terracerías, por lo cual se propone la envolvente siguiente:

<b>Espesor requerido</b>	
<b>ESTRUCTURACIÓN NUEVA</b>	<b>ALTERNATIVA PROPUESTA</b>
	Carpeta de concreto asfáltico de 7.0 cm.
	Base Asfáltica de 10.0 cm de espesor. Base Hidráulica de 25.0 cm de espesor.



En cuanto a la reestructuración del camino en los subtramo:

<p>PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL CUERPO ACTUAL</p>	<p>En las zonas de liga y/o ampliación se propone:</p> <p>Nivel de subrasante de proyecto quede alojado igual a la rasante actual.</p> <p>En la zona del cuerpo actual se procederá a dar el tratamiento superficial en zonas aisladas requerido, consistente en bacheo de caja; calafateo de grietas y/o renivelación según juzgue la Dependencia, para así proceder a colocar la estructura envolvente propuesta:</p> <p>Carpeta de concreto asfáltico de 7.0 cm.</p> <p>Base Asfáltica de 10.00 cm. de espesor.</p> <p>Base Hidráulica de 25.00 cm. de espesor.</p>
--	--

### 6.3 PAVIMENTO CON CORONA DE 21 m.

Contemplando la literatura de la Dependencia Normativa respectiva se tomo el Volumen de Tránsito Diario Promedio Anual, el cual utilizaremos para diseñar el refuerzo y/o la estructura nueva en la zona de ampliación del pavimento en el subtramo en estudio, por lo cual se considerara:

- T.D.P.A. = 5,123 vehículos en ambos sentido (2010)
- Tasa de crecimiento anual = 3.5 %
- Con una composición vehicular como sigue:



TIPO DE VEHÍCULO	DISTRIBUCIÓN EN %
A	81.3
B2	4.1
C2	7.4
C3	3.4
T3S2	1.4
T3S3	1.0
T3S2R3	0.8
T3S2R4	0.6

Tomando en cuenta todas las variaciones mencionadas, se realizara el diseño, utilizando el método del Instituto de Ingeniería de la UNAM DISPAV-5 Versión 2-0 serie del Instituto de Ingeniería CI-8/1999, y método AASHTO.

#### 6.4 METODO DE DISEÑO PARA 21 m.

##### Método del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

Tanto para estructurar como para revisar el pavimento actual se podrá utilizar el Método de Instituto de Ingeniería de la UNAM, para su aplicación además de los datos de tránsito ya mencionados requerimos las calidades de los materiales que formarán y/o forman las capas de sustentación; los cuales se obtuvieron de los análisis efectuados en campo, tanto al sitio en estudio como a los bancos de materiales propuestos para el proyecto.





Para su aplicación se utilizarán los datos de tránsito propuestos, conjuntamente con la calidad de los materiales que forman las capas de sustentación, cabe señalar que con respecto a este último punto y tomando como base los resultados de laboratorio, se puede observar la homogeneidad de calidades en los materiales, por lo cual para nuestros diseños tomaremos como base los resultados críticos promedio, por lo tanto para ambos subtramos mencionados tomaremos los valores siguientes:

<b>CAPA</b>	<b>V.R.S.</b>	<b>V.R.S.</b>
	<b>ESTRUCTURA ACTUAL</b>	<b>BANCO</b>
<b>Base Hidráulica</b>	70.00 (prom.)	100.00
<b>Subrasante</b>		Mayor de 30.00
<b>Terracerías y/o terreno natural</b>	5.00 (critico)	5.00

Dichos valores de resistencia para diseño, se deberá tener especial cuidado que siempre se cumplan, como valor mínimo especificado, para el caso de la rehabilitación, de requerirse material de Banco, que éste si cumpla ampliamente con las normas de calidad marcadas por la Dependencia correspondiente.

Para el diseño del refuerzo, el primer paso, será el realizar el cálculo de ejes acumulados equivalentes a 8.2 ton, por eje sencillo, para una vida útil de 15 años respectivamente.

Con estos datos se determina el espesor de grava equivalente mediante la utilización de la gráfica de diseño para un nivel de confianza de 90% y un periodo de diseño de 15 años.



Tomando en cuenta los datos de daños obtenidos se obtiene por medio del programa respectivo la estructura resultante y necesaria para los requerimientos tenidos.

1.- Tomando en cuenta los espesores equivalentes que nos arrojan las estructuras en los subtramos homogéneos subdivididos con respecto a los espesores actuales, y comparando con la requerida en el diseño respectivo determinamos que el camino actual:

SUBTRAMO	ESTRUCTURA ACTUAL	OBSERVACIONES
KM 101+600 A KM 108+000	20cm DE CARPETA ASFÁLTICA 20cm DE BASE HIDRÁULICA	ESPESOR EQUIVALENTE ACTUAL 36.00
KM 108+500 A KM121+500	15 cm DE CARPETA ASFÁLTICA 30cm DE BASE HIDRÁULICA	ESPESOR EQUIVALENTE ACTUAL 37.50
KM 73+500 A KM 77+500 KM 80+440 A KM 83+440 KM 122+000 A KM124+600	8cm DE CARPETA ASFÁLTICA 25 cm DE BASE HIDRÁULICA	ESPESOR EQUIVALENTE ACTUAL 26.30

Por lo cual, tomando en cuenta que el espesor equivalente requerido por diseño es de 56 a 76 *cm*. Para los subtramos de cuatro carriles, en este caso utilizando una base negra, siendo que el espesor equivalente que actualmente tiene la estructura es de 37.5 a 26.3 *cm* se concluye que la estructura actual requiere un refuerzo, no obstante de acuerdo al tipo de camino que se trata, la adecuación en proyecto a realizar, así como la falta de espesor en la capa de revestimiento existente y terracerías, nos denota la necesidad de proponer una estructura envolvente, por lo que se deberá tener en cuenta estos conceptos para dar las recomendaciones correspondientes.



### Diseño del pavimento de acuerdo con el método AASHTO

Con base en los datos obtenidos de las pruebas de laboratorio, y según el tipo de carretera que se analiza, se hace necesario proceder a la estructuración del pavimento.

Las condiciones que se considera que prevalecen en el tramo se indican a continuación:

Relación de servicio (reliability)	90
Módulo de elasticidad del concreto asfáltico	350,000 psi
VRS capa de base hidráulica	100%
VRS capa sub-rasante	30%
Desviación estándar por tráfico	0.40
Tránsito diario promedio anual	5,123 en ambos Sentidos respectivamente

Con base en los datos que han sido señalados se procede a efectuar el cálculo de ejes equivalentes a 8.2 ton, así como el módulo de elasticidad de la capa subrasante, con la finalidad de determinar el número estructural que deba reunir el pavimento de la vialidad, para garantizar el buen funcionamiento durante el periodo de vida útil que ha sido considerado de 15 años.

Del cálculo de ejes equivalentes acumulado que se determinó es igual a 5.606 millones de ejes equivalentes.

Debido a que el valor que se considera como VRS de la subrasante es de 30%, se entra en la figura del Manual AASHTO y se obtiene un módulo de elasticidad de 15,033 psi (obtenido del Modulo de elasticidad capa subrasante método aashto), el cual es fundamental para conocer el número estructural. Una vez que se conocen los datos necesarios y que se refieren al nivel de servicio



relativo, la desviación estándar por tráfico, el valor de ejes equivalentes a 8.2 ton acumulado y el módulo de elasticidad de la subrasante. Con los datos que se han descrito se entra en la gráfica correspondiente a la carta para diseño de pavimentos flexibles basada en valores medios para cada dato. De dicha gráfica se obtiene que el número estructural que será el mínimo aceptable tiene un valor de:

$$SN = 3.39 \text{ (cuatro carriles)}$$

En el punto 2.4 del Manual AASHTO se da una expresión para el cálculo de el número estructural para una determinada estructura del pavimento, la cual es función de los coeficientes estructurales de cada capa, los que se obtuvieron de las tabla Anexas, para la carpeta, para la base hidráulica y para la subbase hidráulica del Manual AASHTO. De aquí se obtiene gráficamente que dichos coeficientes tengan los valores

La expresión para obtener la estructura del pavimento y que se define en el Manual AASHTO es:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Dónde:

D = Espesor capa actual y/o propuesta (pulgadas)

a = Coeficiente estructural capa actual y/o propuesta (adimensional)

La calidad del drenaje en el camino se puede decir que es regular, además de esto considerando que con la adecuación recomendada se recuperara la geometría de la sección, se considera un factor de corrección por drenaje de 1.0.

Por lo que nuestra estructura propuesta será:



*Alternativa 1*

Carpeta de concreto asfáltica de 3.93" (10 cm) = SN = 1.73

Base Hidráulica de 7.87" (20 cm) = SN = 1.10

Subbase Hidráulica de 9.84" (25 cm) = SN = 0.98

Realizando la sumatoria del SN tenemos que:

$$SN = 1.73$$

$$SN = 1.10$$

$$\underline{SN = 0.98}$$

$$\Sigma SN = 3.81$$

Por lo tanto; la estructura propuesta pasa.

*Alternativa 2*

Carpeta de concreto asfáltica de 2.75" (7 cm) = SN = 1.21

Base Asfáltica de 3.94" (10 cm) = SN = 1.18

Base Hidráulica de 9.84" (25 cm) = SN = 1.37

Realizando la sumatoria del SN tenemos que:

$$SN = 1.21$$

$$SN = 1.18$$

$$\underline{SN = 1.37}$$

$$\Sigma SN = 3.76$$

Por lo tanto; la estructura propuesta pasa.



## REVISIÓN ESTRUCTURAL

<b>SUBTRAMO</b>	<b>ESTRUCTURA ACTUAL</b>	<b>NUMERO ESTRUCTURAL ACTUAL</b>
KM 101+600 A KM 108+000	2.0 cm DE CARPETA ASFÁLTICA 20.0 cm DE BASE HIDRÁULICA	2.75
KM 108+500 A KM 121+500	15.0 cm DE CARPETA ASFÁLTICA 30.0 cm DE BASE HIDRÁULICA	2.65
KM 73+500 A KM 77+500 KM 80+440 A KM 83+440 KM 122+000 A KM 124+600	8.0 cm DE CARPETA ASFÁLTICA 25.0 cm DE BASE HIDRÁULICA	1.77

### SUBTRAMO 1:

SN = actual = 2.75      SN = requerido 3.39

Por lo tanto SN para refuerzo =  $(3.39 - 2.75) / 0.44 = 1.45'' = 3.69\text{cm}$

### SUBTRAMO 2:

SN = actual = 2.65      SN = requerido 3.39

Por lo tanto SN para refuerzo =  $(3.39 - 2.65) / 0.44 = 1.68'' = 4.27\text{cm}$

### SUBTRAMO 3:

SN = actual = 1.77      SN = requerido 3.39

Por lo tanto SN para refuerzo =  $(3.39 - 1.77) / 0.44 = 3.68'' = 9.35\text{cm}$

En lo que se refiere a la propuesta de estructuración estas se resumen de la siguiente forma.



**RESUMEN DE PROPUESTAS DE ESTRUCTURACIÓN**

CAPAS	METODO DE LA U N A M		METODO AASHTO	
	Alter. 1	Alter. 2	Alter. 1	Alter. 2
<b>Carpeta de Concreto Asfáltica</b>	14.00	7.00	10.00	7.00
<b>Base Asfáltica</b>		10.00		10.00
<b>Base Hidráulica</b>	25.00	25.00	20.00	25.00
<b>Subbase Hidráulica</b>	30.00		25.00	
<b>Capa Subrasante</b>	30.00	30.00	30.00	30.00
<b>Capa Subyacente</b>	50.00	50.00	50.00	50.00

Tomando en cuenta los datos obtenidos en los métodos calculados, se procedió a realizar las comparativas correspondientes, en dichos análisis se tomo en cuenta de forma prioritaria, que la estructura actual, aunque refleje un requerimiento mayor, esta no cuenta ni con revestimiento adecuado en cuanto a calidad se refiere así como de las capas de terracerías, por lo cual se propone la envolvente siguiente:

Espesor requerido	
ESTRUCTURACIÓN NUEVA	ALTERNATIVA PROPUESTA
	Carpeta de concreto asfáltico de 7.0 cm.
	Base Asfáltica de 10.0 cm de espesor.
	Base Hidráulica de 25.0 cm de espesor.

En cuanto a la reestructuración del camino en el subtramo:



<p>PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL CUERPO ACTUAL</p>	<p>En las zonas de liga y/o ampliación se propone:</p> <p>Nivel de subrasante de proyecto quede alojado igual a la rasante actual.</p> <p>En la zona del cuerpo actual se procederá a dar el tratamiento superficial en zonas aisladas requerido, consistente en bacheo de caja; calafateo de grietas y/o renivelación según juzgue la Dependencia, para así proceder a colocar la estructura envolvente propuesta:</p> <p>Carpeta de concreto asfáltico de 7.0 cm.</p> <p>Base Asfáltica de 10.00 cm. de espesor.</p> <p>Base Hidráulica de 25.00 cm. de espesor.</p>
--	--





# **VII. PROCESO CONSTRUCTIVO**

---



## **VII. PROCESO CONSTRUCTIVO**

### **7.1 GENERALIDADES**

En este proyecto se contempla realizar la ampliación Izquierda del cuerpo existente, del tramo del *km 73+500* al *km 77+500*; y una ampliación derecha de cuerpo existente del tramo *80+440* al *km 83+440*; el cual actualmente cuentan con un ancho de *7 m*, se contempla una sección de *12 m* de corona, así mismo se construirá una ampliación simétrica del cuerpo actual, para tener una sección final de *21 m* en el tramo del *km 101+600* al *km 124+600*; en el primer caso la sección estará constituida por una calzada de circulación de *7 m* de ancho, que alojara dos carriles de circulación uno por sentido, y acotamientos externos de *2.5 m*; el tercero contará con dos secciones de *7 m* de calzada para dos carriles de circulación, y acotamientos externos de *2.5 m* e internos de *1 m* separadas por un camellón central de *1 m* de ancho.

La estructura del pavimento a considerar la conformarán una capa de base hidráulica de *0.25 m*, base asfáltica de *0.10 m* y carpeta de concreto asfáltica de *0.07 m* para proporcionar un drenaje adecuado, será necesario dar un bombeo del 2% hacia los externos de la sección considerada.

Con objeto de no interrumpir la circulación de vehículos en los tramos en cuestión deberá trabajarse por alas en forma alternada, colocando el señalamiento a que se hace mención en las Especificaciones cuyas condiciones mínimas se describen en la Normativa para la Infraestructura del Transporte para el caso del Señalamiento Dispositivos para Protección de Obra en cuanto a su ejecución, exceptuando su medición y base de pago que se efectuará por cada pieza de señal colocada y que cumpla con las dimensiones y leyendas que se proporcionan en el croquis respectivo, sin éste señalamiento no se autorizará el inicio de los trabajos; el proponente en sus precios unitarios, deberá considerar lo necesario para la construcción, colocación, movimientos y mantenimiento de dicho señalamiento y reposición en caso de pérdida, como



se indica en la Normatividad para la Infraestructura del transporte de ésta Dependencia, que son las que regirán para la ejecución de la obra, ya que se exigirá al Contratista su estricto cumplimiento y no se efectuará ningún pago adicional por dichos conceptos.

## 7.2 AMPLIACIÓN IZQUIERDA DEL CUERPO ACTUAL A CORONA DE 12 m

Subtramo: del *km 73+500* al *km77+500*

Para evitar la interrupción del tránsito, los trabajos se efectuarán como se indica a continuación:

### 1ª Etapa: Ampliación derecha del cuerpo existente

#### 1) TERRACERÍAS

a). Los trabajos de desmonte, despalme y limpieza general del área por construir (ampliación), así como los taludes del cuerpo existente, se realizarán siguiendo los lineamientos indicados en el proyecto de terracerías correspondiente.

b). En el caso de cortes en cajón, una vez efectuado el despalme se abrirán cajas cuyas dimensiones deberán estar debidamente indicadas en el proyecto, el piso de corte o caja deberá compactarse al 90% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar en una profundidad de 0.20 m o bandearse según sea el caso.

c). Para el caso de terraplenes se construirá el cuerpo de terraplén con altura variable dependiendo de la rasante de proyecto y se compactará al 90% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar.



- d). La capa de transición se construirá de 0.20 y/o 0.50 m, según la altura de los mismos según proyecto, deberá compactarse el material que constituya dicha capa al 95% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar.
- e). Finalmente la capa subrasante se construirá con un espesor de 0.30 m, debiéndose compactar el material que constituya dicha capa al 100% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar, esta capa una vez terminada deberá quedar al nivel de la rasante actual.
- f). Para asegurar la estabilidad entre la ampliación y el cuerpo actual se excavarán escalones de liga en el caso de los terraplenes y/o balcón cuyo peralte no excederá de 0.30 m; el piso de los escalones deberá compactarse al mismo grado de compactación de la capa que se construya en dicha ampliación.
- g). Los materiales empleados para la formación de las diferentes capas deberán ser procedentes del banco propuesto para este fin y de acuerdo con lo indicado en el proyecto de terracerías correspondiente.

Con objeto de permitir la circulación de los vehículos en ambos sentidos, una vez terminados los trabajos de terracerías en las zonas de ampliación izquierda del cuerpo actual, como se indicó en los párrafos anteriores, se procederá a construir el pavimento sobre dicha ampliación mediante los siguientes trabajos:

## 2) PAVIMENTO

Las cláusulas e incisos que se mencionan en los párrafos siguientes corresponden a las Normas para Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Edición 1983 del Libro 3, Parte 01, Título 03; a las Normas de Calidad de los Materiales, Edición 1986 del Libro 4, Parte 01, Título 03; así como las Normas de Muestreo y Pruebas de los Materiales,



Equipos y Sistemas del Libro 6, Parte 01, Título 01 y 03 de los Tomos I y II también de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

### 1. *Base Hidráulica.*

Sobre la capa subrasante en la zona de ampliación se construirá una capa de Base Hidráulica de 0.25 m de espesor, utilizando material procedente del banco de préstamo indicado para este fin en el cuadro de bancos de este proyecto. El material que conforme esta capa se deberá compactar al 100% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) de la prueba AASHTO modificada (cinco capas) citada en el Capítulo 6.01.03.009-M-04 correspondiente al método de prueba 6.01.01.002.K.05 del Libro 6.01.03 de las Normas para Muestreo y Pruebas de Materiales, Equipos y Sistemas; Carreteras y Aeropistas; Pavimentos.

Los materiales utilizados deberán ser del tipo indicado en la cláusula 073-D del Libro 3, Parte 01, Título 03; además éstos tendrán que cumplir con las Normas de Calidad especificadas en el inciso 009-C.06 del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su ejecución se deberán seguir todos los lineamientos indicados en la cláusula 074-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

### 2. *Base Asfáltica.*

Sobre la base hidráulica terminada en la zona de ampliación se construirá una capa de Base Asfáltica de 0.10 m de espesor, utilizando material procedente del banco de préstamo indicado para este fin en el cuadro de bancos de este proyecto. El material pétreo se mezclará con emulsión catiónica de rompimiento medio ECM-65, misma que será incorporada en el lugar, mezclada y homogenizada con motoconformadora, tendida y compactada al 100% de su PVSM. La dosificación aproximada de la emulsión de rompimiento medio será de 80  $lts/m^3$ , debiendo el contratista determinar la dosificación que



será aplicada mediante el diseño correspondiente a través del laboratorio que llevará el control de los trabajos.

Los materiales utilizados deberán ser del tipo indicado en la cláusula 073-D del Libro 3, Parte 01, Título 03; además éstos tendrán que cumplir con las Normas de Calidad especificadas en el inciso 009-C.06 del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su ejecución se deberán seguir todos los lineamientos indicados en la especificación particular correspondiente.

### 3. *Riego de impregnación.*

Sobre la superficie de la Base Hidráulica que incluye la zona de la ampliación así como en el talud de dicha capa, superficialmente seca y barrida, se aplicará en todo el ancho de la sección así como en dichos taludes que formen el pavimento, un riego de impregnación con emulsión asfáltica catiónica a razón de  $1.0 \text{ l/m}^2$ .

El producto asfáltico (emulsión catiónica) deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, así mismo deberá cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-B.04.f del Libro 4, Parte 01, Título 03, y para su aplicación con la cláusula 080-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

### 4. *Riego de liga para carpeta de concreto asfáltico.*

Sobre la superficie de la capa de base asfáltica debidamente terminada se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de liga con emulsión asfáltica catiónica a razón de  $0.6 \text{ l/m}^2$ .

El producto asfáltico (emulsión catiónica) deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, así mismo deberá cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-B.04.f del Libro 4, Parte



01, Título 03, y para su aplicación con la cláusula 080-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

#### 5. *Emulsiones.*

Se deberá indicar el tipo de emulsión asfáltica a emplear para efectos de control de calidad y recepción de la obra; se requiere además obtener la dosificación adecuada en cada caso conforme a las pruebas de laboratorio necesarias según el trabajo a realizar.

#### 6. *Carpeta de concreto asfáltico*

Sobre la capa de base asfáltica debidamente terminada y después de la aplicación del riego de liga, se construirá una carpeta de concreto asfáltico de 0.07 m de espesor, utilizando material procedente del banco de préstamo indicado para este fin en el cuadro de bancos de éste proyecto y cemento asfáltico AC-20 con una dosificación aproximadamente de 125 l/m<sup>2</sup> de material pétreo seco y suelto, la mezcla será elaborada en planta y en caliente y el tendido se efectuará compactándola al 95% de su peso volumétrico determinado en la Prueba Marshall.

Los materiales pétreos y el cemento asfáltico que conformen la carpeta deberán cumplir con las Normas Especificadas en los incisos 010-C.01 y 011-B.01b respectivamente del Libro 4, Parte 01, Título 03.

La mezcla se proyectará por el procedimiento Marshall para que cumpla con los requisitos de diseño que se indican en la columna de intensidad de tránsito de más de 2000 vehículos pesados diarios del cuadro del inciso 011-D.03 del Libro 4, Parte 01, Título 03.

La construcción de la carpeta se deberá apegar a los lineamientos indicados en la cláusula 081-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.



Dado que se utilizará cemento asfáltico AC-20, la mezcla deberá realizarse a una temperatura de entre 140°C y 165°C. La mezcla al momento de colocarla en la pavimentadora deberá tener una temperatura no menor a 135°C. La temperatura se medirá en el camión antes de descargar en la pavimentadora. La compactación se efectuará inmediatamente después de tendida la mezcla y antes de que su temperatura baje a menos de 130°C.

### *7. Riego de Sello*

Sobre la superficie de la carpeta de concreto asfáltico, se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de sello a base de emulsión asfáltica catiónica a razón de 1.3  $lts/m^2$  y material pétreo tipo 3-E a este último a razón de 10.0  $lts/m^2$ .

### *8. Aditivos*

Con el objeto de mejorar la adherencia de los materiales pétreos con los productos asfálticos, se deberá prever el empleo de aditivos cuya dosificación serán proporcionados por el Laboratorio de Control de la Secretaría después que el agregado pétreo haya sido debidamente tratado.

Los tipos de aditivos que se utilizarán en el cemento asfáltico AC-20 deberán incorporarse en una proporción aproximada del 1% en peso en las pruebas realizadas por el Laboratorio de Control de la Secretaría.

Con objeto de no interrumpir la circulación del tránsito una vez terminados los trabajos de terracerías y pavimentación en las zonas de ampliación del cuerpo actual como se indicó en los párrafos anteriores se procederá dirigir el tránsito a ese lado y proceder a la rehabilitación del pavimento del cuerpo existente, mediante los siguientes trabajos:





## 2ª Etapa: Rehabilitación del cuerpo existente.

Realizados todos los trabajos anteriores se continuará con la rehabilitación del cuerpo existente mediante la ejecución de los trabajos que a continuación se indican

### 9. Bacheo

En las zonas que presenten deformaciones agrietamiento severo en el cuerpo actual y sean señaladas por la Secretaría, se deberán realizar trabajos de bacheo superficial y bacheo de caja a una profundidad de 0.30 m, como mínimo en toda el área afectada. La excavación deberá ser de forma regular, con sus lados alineados longitudinal y transversalmente a la carretera, con paredes verticales y cuidando no afectar el material más allá de los límites de la excavación. El material producto de la excavación deberá depositarse en los sitios indicados por la Secretaría o en su caso cuando tengan la calidad requerida se podrá compensar en tramos subsecuentes para la formación de las terracerías.

La superficie descubierta por la excavación se deberá compactar al 90% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) en una profundidad mínima de 0.20 m para rellenar posteriormente con material que presente características de base hidráulica procedente del banco de préstamo indicado para este fin en el cuadro de bancos de este proyecto debiéndose compactar dicha capa al 100% de su PVSM (cinco capas) citada en el Capítulo 6.01.03.009-M-04 correspondiente al método de prueba 6.01.01.002.K.05 del Libro 6.01.03 de las Normas para Muestreo y Pruebas de Materiales, Equipos y Sistemas; Carreteras y Aeropistas: Pavimentos la cual quedará terminada al mismo nivel de la superficie de rodamiento actual.

Concluidos los trabajos de bacheo se aplicará un riego de impregnación con emulsión asfáltica catiónica a razón de 1.0 l/m<sup>2</sup> aproximadamente. El producto



asfáltico deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, mismo que deberá cumplir con las normas de calidad establecidas en el inciso 011-B.04.f del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su aplicación con la cláusula 078-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

#### *10. Construcción de las capas de pavimento*

Después de terminada el proceso de bacheo, sobre la superficie de rodamiento existente, la cual funciona estructuralmente a nivel de capa subrasante, previo rallado se procederá a la construcción de las capas restantes que integran el pavimento, cabe señalar que para recuperar la geometría de la sección será necesario según proyecto, el considerar un volumen adicional de material tipo base asfáltica, el cual se utilizara como una cuña de nivelación para obtener la recuperación del bombeo, así mismo un recorte en la zona de hombros, desperdiciando y/o compensando en la zona de ampliación según proyecto el producto de este proceso, posteriormente recuperada la geometría de la sección se colocara la base asfáltica, y carpeta de concreto asfáltico, así como las diferentes ligas entre capas.

#### *7.3 AMPLIACIÓN DERECHA DEL CUERPO ACTUAL A CORONA DE 12 m*

Subtramo: del *km 80+440* al *km 83+440*

Para evitar la interrupción del tránsito, los trabajos se efectuarán como se indica a continuación:

#### 1ª Etapa: Ampliación derecha del cuerpo existente



## 1) TERRACERÍAS

- a). Los trabajos de desmonte, despalme y limpieza general del área por construir (ampliación), así como los taludes del cuerpo existente, se realizarán siguiendo los lineamientos indicados en el proyecto de terracerías correspondiente.
- b). En el caso de cortes en cajón, una vez efectuado el despalme se abrirá caja cuyas dimensiones deberán estar debidamente indicadas en el proyecto, el piso de corte o caja deberá compactarse al 90% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar en una profundidad de 0.20 *m* o bandearse según sea el caso.
- c). Para el caso de terraplenes se construirá el cuerpo de terraplén con altura variable dependiendo de la rasante de proyecto y se compactará al 90% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar.
- d). La capa de transición se construirá de 0.20 y/o 0.50 *m*, según la altura de los mismos según proyecto, deberá compactarse el material que constituya dicha capa al 95% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar.
- e). Finalmente la capa subrasante se construirá con un espesor de 0.30 *m*, debiéndose compactar el material que constituya dicha capa al 100% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar, esta capa una vez terminada deberá quedar al nivel de la rasante actual.
- f). Para asegurar la estabilidad entre la ampliación y el cuerpo actual se excavarán escalones de liga en el caso de los terraplenes y/o balcón cuyo peralte no excederá de 0.30 *m*; el piso de los escalones deberá compactarse al mismo grado de compactación de la capa que se construya en dicha ampliación.



g). Los materiales empleados para la formación de las diferentes capas deberán ser procedentes del banco propuesto para este fin y de acuerdo con lo indicado en el proyecto de terracerías correspondiente.

Con objeto de permitir la circulación de los vehículos en ambos sentidos, una vez terminados los trabajos de terracerías en las zonas de ampliación derecha del cuerpo actual, como se indicó en los párrafos anteriores, se procederá a construir el pavimento sobre dicha ampliación mediante los siguientes trabajos:

## 2) PAVIMENTO

Las cláusulas e incisos que se mencionan en los párrafos siguientes corresponden a las Normas para Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Edición 1983 del Libro 3, Parte 01, Título 03; a las Normas de Calidad de los Materiales, Edición 1986 del Libro 4, Parte 01, Título 03; así como las Normas de Muestreo y Pruebas de los Materiales, Equipos y Sistemas del Libro 6, Parte 01, Título 01 y 03 de los Tomos I y II también de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

### 1. Base Hidráulica.

Sobre la capa subrasante en la zona de ampliación se construirá una capa de Base Hidráulica de 0.25 m de espesor, utilizando material procedente del banco de préstamo indicado para este fin en el cuadro de bancos de este proyecto. El material que conforme esta capa se deberá compactar al 100% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) de la prueba AASHTO modificada (cinco capas) citada en el Capítulo 6.01.03.009-M-04 correspondiente al método de prueba 6.01.01.002.K.05 del Libro 6.01.03 de las Normas para Muestreo y Pruebas de Materiales, Equipos y Sistemas; Carreteras y Aeropistas; Pavimentos.



Los materiales utilizados deberán ser del tipo indicado en la cláusula 073-D del Libro 3, Parte 01, Título 03; además éstos tendrán que cumplir con las Normas de Calidad especificadas en el inciso 009-C.06 del Libro4, Parte 01, Título 03 y para su ejecución se deberán seguir todos los lineamientos indicados en la cláusula 074-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

## 2. *Base Asfáltica.*

Sobre la base hidráulica terminada en la zona de ampliación se construirá una capa de Base Asfáltica de 0.10 m de espesor, utilizando material procedente del banco de préstamo indicado para este fin en el cuadro de bancos de este proyecto. El material pétreo se mezclara con emulsión catiónica de rompimiento medio ECM-65, misma que será incorporada en el lugar, mezclada y homogenizada con motoconformadora, tendida y compactada al 100% de su PVSM. La dosificación aproximada de la emulsión de rompimiento medio será de 80 lts /m<sup>3</sup>, debiendo el contratista determinar la dosificación que será aplicada mediante el diseño correspondiente a través del laboratorio que llevará el control de los trabajos.

Los materiales utilizados deberán ser del tipo indicado en la cláusula 073-D del Libro 3, Parte 01, Título 03; además éstos tendrán que cumplir con las Normas de Calidad especificadas en el inciso 009-C.06 del Libro4, Parte 01, Título 03 y para su ejecución se deberán seguir todos los lineamientos indicados en la especificación particular correspondiente.

## 3. *Riego de impregnación.*

Sobre la superficie de la Base Hidráulica que incluye la zona de la ampliación así como en el talud de dicha capa, superficialmente seca y barrida, se aplicará en todo el ancho de la sección así como en dichos taludes que formen el pavimento, un riego de impregnación con emulsión asfáltica catiónica a razón de 1.0 l/m<sup>2</sup>.



El producto asfáltico (emulsión catiónica) deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, así mismo deberá cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-B.04.f del Libro 4, Parte 01, Título 03, y para su aplicación con la cláusula 080-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

#### 4. *Riego de liga para carpeta de concreto asfáltico.*

Sobre la superficie de la capa de base asfáltica debidamente terminada se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de liga con emulsión asfáltica catiónica a razón de  $0.6 \text{ l/m}^2$ .

El producto asfáltico (emulsión catiónica) deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, así mismo deberá cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-B.04.f del Libro 4, Parte 01, Título 03, y para su aplicación con la cláusula 080-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

#### 5. *Emulsiones.*

Se deberá indicar el tipo de emulsión asfáltica a emplear para efectos de control de calidad y recepción de la obra; se requiere además obtener la dosificación adecuada en cada caso conforme a las pruebas de laboratorio necesarias según el trabajo a realizar.

#### 6. *Carpeta de concreto asfáltico*

Sobre la capa de base asfáltica debidamente terminada y después de la aplicación del riego de liga, se construirá una carpeta de concreto asfáltico de  $0.07 \text{ m}$  de espesor, utilizando material procedente del banco de préstamo indicado para este fin en el cuadro de bancos de éste proyecto y cemento asfáltico AC-20 con una dosificación aproximadamente de  $125 \text{ l/m}^2$  de material



pétreo seco y suelto, la mezcla será elaborada en planta y en caliente y el tendido se efectuará compactándola al 95% de su peso volumétrico determinado en la Prueba Marshall.

Los materiales pétreos y el cemento asfáltico que conformen la carpeta deberán cumplir con las Normas Especificadas en los incisos 010-C.01 y 011-B.01b respectivamente del Libro 4, Parte 01, Título 03.

La mezcla se proyectará por el procedimiento Marshall para que cumpla con los requisitos de diseño que se indican en la columna de intensidad de tránsito de más de 2000 vehículos pesados diarios del cuadro del inciso 011-D.03 del Libro 4, Parte 01, Título 03.

La construcción de la carpeta se deberá apegar a los lineamientos indicados en la cláusula 081-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

Dado que se utilizará cemento asfáltico AC-20, la mezcla deberá realizarse a una temperatura de entre 140°C y 165°C. La mezcla al momento de colocarla en la pavimentadora deberá tener una temperatura no menor a 135°C. La temperatura se medirá en el camión antes de descargar en la pavimentadora. La compactación se efectuará inmediatamente después de tendida la mezcla y antes de que su temperatura baje a menos de 130°C.

## 7. *Riego de Sello*

Sobre la superficie de la carpeta de concreto asfáltico, se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de sello a base de emulsión asfáltica catiónica a razón de 1.3  $lts/m^2$  y material pétreo tipo 3-E a este último a razón de 10.0  $lts/m^2$ .



## 8. *Aditivos*

Con el objeto de mejorar la adherencia de los materiales pétreos con los productos asfálticos, se deberá prever el empleo de aditivos cuya dosificación serán proporcionados por el Laboratorio de Control de la Secretaría después que el agregado pétreo haya sido debidamente tratado.

Los tipos de aditivos que se utilizarán en el cemento asfáltico AC-20 deberán incorporarse en una proporción aproximada del 1% en peso en las pruebas realizadas por el Laboratorio de Control de la Secretaría.

Con objeto de no interrumpir la circulación del tránsito una vez terminados los trabajos de terracerías y pavimentación en las zonas de ampliación del cuerpo actual como se indicó en los párrafos anteriores se procederá dirigir el tránsito a ese lado y proceder a la rehabilitación del pavimento del cuerpo existente, mediante los siguientes trabajos.

### 2ª Etapa: Rehabilitación del cuerpo existente.

Realizados todos los trabajos anteriores se continuará con la rehabilitación del cuerpo existente mediante la ejecución de los trabajos que a continuación se indican

## 9. *Bacheo*

En las zonas que presenten deformaciones agrietamiento severo en el cuerpo actual y sean señaladas por la Secretaría, se deberán realizar trabajos de bacheo superficial y bacheo de caja a una profundidad de 0.30 m, como mínimo en toda el área afectada. La excavación deberá ser de forma regular, con sus lados alineados longitudinal y transversalmente a la carretera, con paredes verticales y cuidando no afectar el material más allá de los límites de la





excavación. El material producto de la excavación deberá depositarse en los sitios indicados por la Secretaría o en su caso cuando tengan la calidad requerida se podrá compensar en tramos subsecuentes para la formación de las terracerías.

La superficie descubierta por la excavación se deberá compactar al 90% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) en una profundidad mínima de 0.20 m para rellenar posteriormente con material que presente características de base hidráulica procedente del banco de préstamo indicado para este fin en el cuadro de bancos de este proyecto debiéndose compactar dicha capa al 100% de su PVSM (cinco capas) citada en el Capítulo 6.01.03.009-M-04 correspondiente al método de prueba 6.01.01.002.K.05 del Libro 6.01.03 de las Normas para Muestreo y Pruebas de Materiales, Equipos y Sistemas; Carreteras y Aeropistas: Pavimentos la cual quedará terminada al mismo nivel de la superficie de rodamiento actual.

Concluidos los trabajos de bacheo se aplicará un riego de impregnación con emulsión asfáltica catiónica a razón de 1.0  $l/m^2$  aproximadamente. El producto asfáltico deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, mismo que deberá cumplir con las normas de calidad establecidas en el inciso 011-B.04.f del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su aplicación con la cláusula 078-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

#### *10. Construcción de las capas de pavimento*

Después de terminada el proceso de bacheo, sobre la superficie de rodamiento existente, la cual funciona estructuralmente a nivel de capa subrasante, previo rallado se procederá a la construcción de las capas restantes que integran el pavimento, cabe señalar que para recuperar la geometría de la sección será necesario según proyecto, el considerar un volumen adicional de material tipo base asfáltica, el cual se utilizara como una cuña de nivelación para obtener la recuperación del bombeo, así mismo un recorte en la zona de hombros,



desperdiciando y/o compensando en la zona de ampliación según proyecto el producto de este proceso, posteriormente recuperada la geometría de la sección se colocara la base asfáltica, y carpeta de concreto asfáltico, así como las diferentes ligas entre capas.

#### 7.4 AMPLIACIÓN SIMÉTRICA DEL CUERPO ACTUAL A CORONA DE 21 m

Subtramo: del *Km 101+600* al *Km 124+600*

Para evitar la interrupción del tránsito, los trabajos se efectuarán como se indica a continuación:

##### 1ª Etapa: Ampliación simétrica del cuerpo existente

###### 1) TERRACERÍAS

a). Los trabajos de desmonte, despalme y limpieza general del área por construir (ampliación derecha), así como los taludes del cuerpo existente, se realizarán siguiendo los lineamientos indicados en el proyecto de terracerías correspondiente.

b). En el caso de cortes en cajón, una vez efectuado el despalme se abrirá caja cuyas dimensiones deberán estar debidamente indicadas en el proyecto, el piso de corte o caja deberá compactarse al 90% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar en una profundidad de 0.20 m o bandearse según sea el caso.

c). Para el caso de terraplenes se construirá el cuerpo de terraplén con altura variable dependiendo de la rasante de proyecto y se compactará al 90% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar.



- d). La capa de transición se construirá de 0.20 y/o 0.50 m, según la altura de los mismos según proyecto, deberá compactarse el material que constituya dicha capa al 95% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar.
- e). Finalmente la capa subrasante se construirá con un espesor de 0.30 m, debiéndose compactar el material que constituya dicha capa al 100% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar, esta capa una vez terminada deberá quedar al nivel de la rasante actual.
- f). Para asegurar la estabilidad entre la ampliación y el cuerpo actual se excavarán escalones de liga en el caso de los terraplenes y/o balcón cuyo peralte no excederá de 0.30 m; el piso de los escalones deberá compactarse al mismo grado de compactación de la capa que se construya en dicha ampliación.
- g). Los materiales empleados para la formación de las diferentes capas deberán ser procedentes del banco propuesto para este fin y de acuerdo con lo indicado en el proyecto de terracerías correspondiente.

Con objeto de permitir la circulación de los vehículos en ambos sentidos, una vez terminados los trabajos de terracerías en las zonas de ampliación simétrica del cuerpo actual, como se indicó en los párrafos anteriores, se procederá a construir el pavimento sobre dicha ampliación mediante los siguientes trabajos:

## 2) PAVIMENTO

Las cláusulas e incisos que se mencionan en los párrafos siguientes corresponden a las Normas para Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Edición 1983 del Libro 3, Parte 01, Título 03; a las Normas de Calidad de los Materiales, Edición 1986 del Libro 4, Parte 01, Título 03; así como las Normas de Muestreo y Pruebas de los Materiales,



Equipos y Sistemas del Libro 6, Parte 01, Título 01 y 03 de los Tomos I y II también de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

### 1. *Base Hidráulica.*

Sobre la capa subrasante debidamente terminada se construirá una capa de Base Hidráulica de 0.25 m de espesor, utilizando material procedente del banco de préstamo indicado para este fin en el cuadro de bancos de este proyecto. El material que conforme esta capa se deberá compactar al 100% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) de la prueba AASHTO modificada (cinco capas) citada en el Capítulo 6.01.03.009-M-04 correspondiente al método de prueba 6.01.01.002.K.05 del Libro 6.01.03 de las Normas para Muestreo y Pruebas de Materiales, Equipos y Sistemas; Carreteras y Aeropistas; Pavimentos.

Los materiales utilizados deberán ser del tipo indicado en la cláusula 073-D del Libro 3, Parte 01, Título 03; además éstos tendrán que cumplir con las Normas de Calidad especificadas en el inciso 009-C.06 del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su ejecución se deberán seguir todos los lineamientos indicados en la cláusula 074-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

### 2. *Base Asfáltica.*

Sobre la base hidráulica terminada se construirá una capa de Base Asfáltica de 0.10 m de espesor, utilizando material procedente del banco de préstamo indicado para este fin en el cuadro de bancos de este proyecto. El material pétreo se mezclará con emulsión catiónica de rompimiento medio ECM-65, misma que será incorporada en el lugar, mezclada y homogenizada con motoconformadora, tendida y compactada al 100% de su PVSM. La dosificación aproximada de la emulsión de rompimiento medio será de 80  $lts/m^3$ , debiendo el contratista determinar la dosificación que será aplicada



mediante el diseño correspondiente a través del laboratorio que llevará el control de los trabajos.

Los materiales utilizados deberán ser del tipo indicado en la cláusula 073-D del Libro 3, Parte 01, Título 03; además éstos tendrán que cumplir con las Normas de Calidad especificadas en el inciso 009-C.06 del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su ejecución se deberán seguir todos los lineamientos indicados en la especificación particular correspondiente.

### 3. *Riego de impregnación.*

Sobre la superficie de la Base Hidráulica que incluye el talud de dicha capa, superficialmente seca y barrida, se aplicará en todo el ancho de la sección así como en dichos taludes que formen el pavimento, un riego de impregnación con emulsión asfáltica catiónica a razón de  $1.0 \text{ l/m}^2$ .

El producto asfáltico (emulsión catiónica) deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, así mismo deberá cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-B.04.f del Libro 4, Parte 01, Título 03, y para su aplicación con la cláusula 080-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

### 4. *Riego de liga para carpeta de concreto asfáltico.*

Sobre la superficie de la capa de base asfáltica debidamente terminada se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de liga con emulsión asfáltica catiónica a razón de  $0.6 \text{ l/m}^2$ .

El producto asfáltico (emulsión catiónica) deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, así mismo deberá cumplir con las Normas de Calidad establecidas en el inciso 011-B.04.f del Libro 4, Parte



01, Título 03, y para su aplicación con la cláusula 080-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.

5. *Emulsiones.*

Se deberá indicar el tipo de emulsión asfáltica a emplear para efectos de control de calidad y recepción de la obra; se requiere además obtener la dosificación adecuada en cada caso conforme a las pruebas de laboratorio necesarias según el trabajo a realizar.

6. *Carpeta de concreto asfáltico*

Sobre la capa de base asfáltica debidamente terminada y después de la aplicación del riego de liga, se construirá una carpeta de concreto asfáltico de 0.07 m de espesor, utilizando material procedente del banco de préstamo indicado para este fin en el cuadro de bancos de éste proyecto y cemento asfáltico AC-20 con una dosificación aproximadamente de 125 l/m<sup>2</sup> de material pétreo seco y suelto, la mezcla será elaborada en planta y en caliente y el tendido se efectuará compactándola al 95% de su peso volumétrico determinado en la Prueba Marshall.

Los materiales pétreos y el cemento asfáltico que conformen la carpeta deberán cumplir con las Normas Especificadas en los incisos 010-C.01 y 011-B.01b respectivamente del Libro 4, Parte 01, Título 03.

La mezcla se proyectará por el procedimiento Marshall para que cumpla con los requisitos de diseño que se indican en la columna de intensidad de tránsito de más de 2000 vehículos pesados diarios del cuadro del inciso 011-D.03 del Libro 4, Parte 01, Título 03.

La construcción de la carpeta se deberá apegar a los lineamientos indicados en la cláusula 081-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.



Dado que se utilizará cemento asfáltico AC-20, la mezcla deberá realizarse a una temperatura de entre 140°C y 165°C. La mezcla al momento de colocarla en la pavimentadora deberá tener una temperatura no menor a 135°C. La temperatura se medirá en el camión antes de descargar en la pavimentadora. La compactación se efectuará inmediatamente después de tendida la mezcla y antes de que su temperatura baje a menos de 130°C.

### 7. *Riego de Sello*

Sobre la superficie de la carpeta de concreto asfáltico, se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de sello a base de emulsión asfáltica catiónica a razón de 1.3 *lts/m<sup>2</sup>* y material pétreo tipo 3-E a este último a razón de 10.0 *lts/m<sup>2</sup>*.

### 8. *Aditivos*

Con el objeto de mejorar la adherencia de los materiales pétreos con los productos asfálticos, se deberá prever el empleo de aditivos cuya dosificación serán proporcionados por el Laboratorio de Control de la Secretaría después que el agregado pétreo haya sido debidamente tratado.

Los tipos de aditivos que se utilizarán en el cemento asfáltico AC-20 deberán incorporarse en una proporción aproximada del 1% en peso en las pruebas realizadas por el Laboratorio de Control de la Secretaría.

Etapa: Ampliación izquierda y Rehabilitación del cuerpo existente.

#### 2ª Etapa: Ampliación izquierda del cuerpo existente

Realizados todos los trabajos anteriores se continuará con la rehabilitación del cuerpo existente mediante la ejecución de los trabajos que a continuación se indican:



## 9. Bacheo

En las zonas que presenten deformaciones agrietamiento severo en el cuerpo actual y sean señaladas por la Secretaría, se deberán realizar trabajos de bacheo superficial y bacheo de caja a una profundidad de 0.30 *m*, como mínimo en toda el área afectada. La excavación deberá ser de forma regular, con sus lados alineados longitudinal y transversalmente a la carretera, con paredes verticales y cuidando no afectar el material más allá de los límites de la excavación. El material producto de la excavación deberá depositarse en los sitios indicados por la Secretaría o en su caso cuando tengan la calidad requerida se podrá compensar en tramos subsecuentes para la formación de las terracerías.

La superficie descubierta por la excavación se deberá compactar al 90% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) en una profundidad mínima de 0.20 *m* para rellenar posteriormente con material que presente características de base hidráulica procedente del banco de préstamo indicado para este fin en el cuadro de bancos de este proyecto debiéndose compactar dicha capa al 100% de su PVSM (cinco capas) citada en el Capítulo 6.01.03.009-M-04 correspondiente al método de prueba 6.01.01.002.K.05 del Libro 6.01.03 de las Normas para Muestreo y Pruebas de Materiales, Equipos y Sistemas; Carreteras y Aeropistas: Pavimentos la cual quedará terminada al mismo nivel de la superficie de rodamiento actual.

Concluidos los trabajos de bacheo se aplicará un riego de impregnación con emulsión asfáltica catiónica a razón de 1.0  $l/m^2$  aproximadamente. El producto asfáltico deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del Libro 3, Parte 01, Título 03, mismo que deberá cumplir con las normas de calidad establecidas en el inciso 011-B.04.f del Libro 4, Parte 01, Título 03 y para su aplicación con la cláusula 078-F del Libro 3, Parte 01, Título 03.





## 10. Construcción de las capas de pavimento

Después de terminada el proceso de bacheo, sobre la superficie de rodamiento existente, la cual funciona estructuralmente a nivel de capa subrasante, previo rallado se procederá a la construcción tanto en la zona de ampliación izquierda como en la adecuación del cuerpo existente, de las capas restantes que integran el pavimento, cabe señalar que para recuperar la geometría de la sección será necesario según proyecto, el considerar un volumen adicional de material tipo base hidráulica, el cual se utilizara como una cuña de renivelación para obtener la recuperación del bombeo, así mismo un recorte en la zona de hombros, desperdiciando y/o compensando en la zona de ampliación según proyecto el producto de este proceso, posteriormente recuperada la geometría de la sección se colocara la base hidráulica; base asfáltica, carpeta de concreto asfáltico y microcarpeta de textura abierta, así como las diferentes ligas entre capas.



## **CONCLUSIONES.**

El presente trabajo se realizó con el fin de mostrar las ventajas que se obtienen al crear este tipo de obras, así como las etapas y procesos que se requieren para la construcción de esta vialidad, la cual al quedar concluido beneficiaran a muchas comunidades, se elaboró el proyecto de la carretera Cocula-Acatlán, con el propósito de mejorar la intercomunicación dentro del estado de Jalisco, así como tener carreteras de altas especificaciones para su desarrollo comercial y turístico.

En México las carreteras son obras necesarias e importantes ya que al modernizar un camino, se cuenta con fácil acceso lo que hace esto un factor de competitividad, ya que pueden llegar con mayor facilidad los servicios de electricidad, agua, salud y educación, así como también, para los destinos turísticos tiene como ventajas ahorro de tiempo de traslado, ahorro en uso de combustible, mayor afluencia de turistas y mayor desarrollo.

Este trabajo aporta a futuras generaciones información importante, debido a que además de enfocarse a la obra, incluye conceptos generales de carreteras, el cual los lleva desde los conceptos básicos, hasta el diseño y la elaboración de una vialidad de altas especificaciones en base a las Normas de la SCT.

En mi opinión, las carreteras son una infraestructura de gran necesidad, ya que al tener vialidades de altas especificaciones, se mejoran los intercomunicados y las distancias se acortan debido a la comodidad y seguridad que brindan estos caminos, otro punto muy importante es el de evitar accidentes ya que muchos de estos ocurren debido al deterioro y falta de mantenimiento en que se encuentran las carreteras. El sector comercio se beneficia de manera clara y tangible por tener carreteras de alta calidad y rentabilidad; un efecto secundario de la construcción y modernización de carreteras es brindar una fuente de empleos sólida, así como la inversión en infraestructura que genera un efecto multiplicador en la economía.



## ***BIBLIOGRAFÍA.***

Estructuración de vías terrestres, Fernando Olivera Bustamante; Compañía editorial Continental, México 1996, segunda edición

La Ingeniería de Suelos en Vías Terrestres, Vol. II; Rico Rodríguez Alfonso; Ed. Limusa; 1993, Octava Impresión.

## **Páginas Web.**

<http://www.revistaconstruir.com/maquinaria-en-accion/96-diseno-de-carpetas-asfalticas->

<http://es.scribd.com/doc/45182504/Proceso-constructivo-pavimento>

<http://www.entradas.zonaingenieria.com/2009/05/obras-de-drenaje-en-carreteras.html>

<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/jalisco/medi.htm>

---