



UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

Incorporación No. 8727-15

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escuela de Ingeniería Civil

**PROCESO CONSTRUCTIVO DEL CAMINO PUREPERO-CAURIO DE
GUADALUPE: DEL Km.0+000 AL Km. 14+740 EN MICHOACÁN.**

Tesis

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presenta

Juan Daniel Ayala Mata.

Asesor: Ing. Guillermo Navarrete Calderón.

Uruapan, Michoacán, 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por haberme dado la oportunidad de la vida.

A mis padres:

Eliseo Ayala y Ofelia Mata (+) por todos los esfuerzos realizados para tener una formación profesional.

A mis hermanos:

Por su apoyo, entusiasmo, generosidad y buena disposición que siempre me han brindado.

A mi esposa:

Patricia Tulais por su cariño y apoyo moral que siempre me ha otorgado.

A mi hijo:

Jesús Daniel Ayala que sea la presente una motivación para su vida futura.

A mi asesor: Ingeniero Guillermo Navarrete Calderón, por haberme brindado su tiempo y apoyo profesional, en la elaboración del presente trabajo de tesis.

A mis maestros: Por haberme compartido sus conocimientos, mismos que me permitieron elaborar la presente.

A la UNIVERSIDAD DON VASCO, por haberme albergado durante mi formación profesional.

ÍNDICE

Introducción

| | |
|-------------------------------------|---|
| Antecedentes. | 1 |
| Planteamiento del problema. | 2 |
| Objetivos. | 2 |
| Pregunta de investigación.. . . . | 3 |
| Justificación. | 3 |
| Marco de referencia. | 5 |

Capítulo 1.- Vías terrestres

| | |
|---|----|
| 1.1- Antecedentes de los caminos. | 7 |
| 1.2- Inventario de caminos. | 8 |
| 1.2.1- Método odógrafo-giróscopo-barométrico. | 9 |
| 1.2.2- Aplicaciones del inventario de caminos. | 10 |
| 1.3 - Elementos de la ingeniería de tránsito usados para el proyecto. | 11 |
| 1.3.1- El problema del tránsito. | 11 |
| 1.3.2- Soluciones posibles al problema de tránsito. | 12 |
| 1.3.3.- Elementos del tránsito. | 12 |
| 1.4- Velocidad. | 15 |
| 1.5.- Volumen de tránsito. | 16 |
| 1.6- Densidad de tránsito. | 18 |

| | |
|--|----|
| 1.7- Derecho de vía. | 18 |
| 1.8- Capacidad y nivel de servicio. | 19 |
| 1.8.1- Nivel de servicio. | 19 |
| 1.8.2- Volumen de servicio. | 20 |
| 1.8.3- La capacidad y sus objetivos. | 20 |
| 1.8.4- La operación de tránsito en la capacidad. | 20 |
| 1.8.5. Capacidad para condiciones de circulación continúa. | 21 |
| 1.8.6. Factores que afectan la capacidad y el volumen de servicio. | 21 |
| 1.9- Distancia de visibilidad en los caminos. | 23 |
| 1.10.- Mecánica de suelos. | 25 |
| 1.10.1- Introducción a la mecánica de suelos. | 25 |
| 1.10.2- Propiedades físicas de los suelos. | 28 |
| 1.10.2.1-Estructura de los suelos gruesos. | 28 |
| 1.10.2.2- Estructura de los suelos finos. | 29 |
| 1.10.2.3- Físico-Química de las Arcillas.. | 29 |
| 1.10.2.4- Propiedades Volumétricas y Gravimétricas. | 30 |
| 1.10.3- Granulometría. | 30 |
| 1.10.4- Plasticidad. | 32 |
| 1.10.5- Clasificación de suelos. | 32 |

Capítulo 2.- Características físicas de un camino

| | |
|---|----|
| 2.1. Alineamiento vertical. | 34 |
| 2.2. Alineamiento horizontal. | 37 |
| 2.3. Sección transversal. | 39 |
| 2.4. Elementos constituyentes de un pavimento. | 46 |
| 2.4.1. Sub-base. | 47 |
| 2.4.2. Base Hidráulica. | 53 |
| 2.4.3. Carpetas Asfálticas. | 60 |
| 2.5. Materiales asfálticos. | 68 |
| 2.6. Compactación de los materiales en caminos. | 72 |
| 2.7. Controles de laboratorio necesarios. | 75 |
| 2.8. Programación de Obras. | 79 |

Capítulo 3.- Resumen ejecutivo de macro y micro localización

| | |
|---|----|
| 3.1. Generalidades. | 84 |
| 3.1.1 Objetivo. | 84 |
| 3.1.2 Alcance del proyecto. | 84 |
| 3.2 Resumen ejecutivo. | 85 |
| 3.3 Entorno geográfico. | 86 |
| 3.3.1 Macro y micro localización. | 86 |
| 3.3.2 Topografía Regional y de la zona en estudio. | 88 |
| 3.3.3 Hidrológica Regional y de la Zona en estudio. | 89 |
| 3.3.4 Uso del Suelo Regional y de la zona en estudio. | 89 |
| 3.4. Informe fotográfico. | 90 |

| | |
|--|----|
| 3. 5 Estudios de tránsito. | 91 |
| 3.5.1 Tipo y Clasificación de los vehículos. | 91 |
| 3.6 Alternativas de solución. | 93 |
| 3.6.1 Planteamiento y Alternativas. | 94 |
| 3.6.2 Alternativas a usar. | 94 |

Capítulo 4.- Metodología

| | |
|--|-----|
| 4.1- Método empleado. | 96 |
| 4.1.1. Método Matemático. | 96 |
| 4.1.2. Método Analítico. | 96 |
| 4.2- Enfoque de la investigación. | 97 |
| 4.2.1- Alcance. | 98 |
| 4.3.1- Investigación Transeccional o Transversal. | 99 |
| 4.4. Instrumentos de recopilación de Datos. | 99 |
| 4.5. Descripción del Procedimiento de Investigación. | 101 |

Capítulo 5.- Análisis e interpretación de resultados.

| | |
|---|-----|
| 5.1. Procedimiento constructivo de las terracerías. | 103 |
| 5.2. Procedimiento constructivo de la Sub- Base Hidráulica. | 105 |
| 5.2.1 Procedimiento constructivo de la Base Hidráulica. | 106 |

| | |
|--|------------|
| 5.2.2 Procedimiento de construcción para el Riego de Impregnación. | 108 |
| 5.3. Construcción de la superficie de rodamiento. | 110 |
| 5.3.1. Procedimiento de construcción para el Riego de Liga.. . . . | 111 |
| 5.3.2. Procedimiento de construcción para la Carpeta | |
| Asfáltica en el lugar.. | 112 |
| 5.3.3. Procedimiento de construcción para el Riego de | |
| Sello Premezclado. | 114 |
| 5.4. Señalamiento horizontal y vertical. | 118 |
| 5.4.1. Proceso constructivo de guarniciones. | 119 |
| 5.4.2. Proceso del Balizamiento. | 119 |
| 5.4.3. Vialitas reflejantes. | 120 |
| 5.5. Generación de Presupuesto y Programa de Actividades. | 121 |
| | |
| Conclusiones. | 138 |
| | |
| Bibliografía.. | 141 |

Anexos

RESUMEN.

La presente tesis, titulada: **Proceso constructivo del camino Purépero–Caurio de Guadalupe: del km.0+000 al km.14+740 en Michoacán**, tiene como objetivo general dar a conocer el proceso de construcción del tramo y así abalar su construcción. Dicha investigación consta de cinco capítulos los cuales se describen brevemente a continuación.

Capítulo 1. Se da a conocer una reseña histórica de las vías terrestres, y los principales factores que se toman en cuenta en la ingeniería de tránsito para el proyecto, los problemas, soluciones, objetivo y factores que le afectan. Tales como la velocidad, el volumen de tránsito, los tipos de caminos que existen y la Mecánica de suelos aplicada a las terracerías, etc.

Capítulo 2. En este capítulo hablaremos de los principales elementos que constituyen los pavimentos flexibles, su desarrollo, control de calidad, su mantenimiento preventivo y correctivo. Para así garantizar un buen funcionamiento a lo largo de su vida útil.

Capítulo 3. Se da a conocer la localización del camino en estudio, así como una visita al lugar para conocer físicamente el tramo, y observar las condiciones geográficas, topográficas y climatológicas del lugar.

Capítulo 4. En el presente capítulo se da a conocer la metodología utilizada para la elaboración de este trabajo: Se utilizó el método **matemático cuantitativo**, ya que en este trabajo se realizaron cálculos para el diseño de las diferentes estructuras, además es de tipo no experimental transeccional ya que no se llevan a cabo experimentos y la investigación es válida solo para el momento o tiempo en que se realizó. Entre los instrumentos utilizados en la presente investigación se encuentran la observación sistemática y participativa, así como entrevistas, test entre otras; dando como resultados la descripción del proceso de investigación.

Capítulo 5. El presente capítulo describe el procedimiento constructivo del tramo en cuestión, arrancando con las terracerías, la conformación de la base hidráulica, riego de impregnación, riego de liga, la carpeta, riego de sello, guarniciones, señalamiento, el costo y programa de actividades de la obra.

Conclusión. A través de la presente investigación se llegó a concluir que el procedimiento de construcción de este pavimento flexible se realizó de acuerdo a la normatividad de la SCT, cumpliendo con todos los requisitos solicitados por esta dependencia, teniendo un camino con características confiables para el usuario y de buena calidad para el tramo carretero denominado Purépero–Caurio de Guadalupe: del km.0+000 al km.14+740 en Michoacán.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

Adentrándose un poco en la historia de las vías carreteras en México, al respecto el autor Mier (1917) señala que a la llegada de los españoles se mejoraron los caminos ya existentes y se realizaron otros, aunque los pobladores del territorio Nacional no conocían la rueda ni los medios de transportes estos ya contaban con calzadas de piedra, caminos, veredas y senderos.

Siendo así la colonización un medio motor para la modificación y realización de caminos, después de la guerra de Independencia los diferentes regímenes se dieron a la tarea de crear algunas leyes con relación a las vías terrestres y creando así el “13 de mayo de 1891” por el Gral. Porfirio Díaz la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas.

“La Secretaría de Obras Públicas tuvo la necesidad de preparar un plan sectorial en mediano plazo para definir metas por alcanzar en la expansión y mejoramiento de la red de carreteras “(SCT 1974); según lo anterior es necesario y urgente dotar a las ciudades más importantes del país con una línea de comunicación terrestre ya que una parte de la economía anual esta basada en este tipo de inversiones.

Surgiendo así un proyecto de rehabilitación de estas vías ya que la mayoría de los tramos se realizaron con características basadas en la experiencia propia de la época resultando obsoletas en nuestros tiempos, siendo necesario modificar sustancialmente las características métricas y físicas de las vías carreteras.

Planteamiento del problema.

Cuando se realiza la construcción de una vía terrestre es necesario, primeramente, realizar el diseño y cálculo de la misma, tomando en cuenta para ello la características del terreno, del tránsito, así como el presupuesto disponible.

Sin embargo, un elemento primordial para conseguir el buen logro de la construcción de la carretera, radica en el proceso constructivo a seguir, pues una mala planeación de este proceso podría repercutir en incremento de costos por retraso de tiempo, penalizaciones, mala calidad en los materiales y, por ende, en la vía carretera, esto en detrimento de la vida útil y funcionalidad de la vía carretera en cuestión.

Debido a lo anterior, resulta de gran importancia diseñar el mejor y más adecuado proceso constructivo, pues de lo contrario se incurre en incrementos de costos, problemas de suministro oportuno de materiales, deficiente calidad en la mano de obra, etc. De ahí que para la presente investigación se plantee la siguiente interrogante: ¿el proceso constructivo llevado a cabo en el camino Purépero – Caurio de Guadalupe: del Km. 0+000 al Km. 14+740 en Michoacán, fue el adecuado?, en el entendido de que el hecho de no haber seguido el proceso constructivo óptimo se está ante un problema en potencia, que pudiera redundar en reprocesos que impacten aún más en lo económico al ser necesario reparar algunas zonas deficientes que no fueron cuidadas durante el proceso constructivo inicial.

Por ello, es necesario encontrar la respuesta y resolver así esta incertidumbre.

Objetivos.

Para la realización de la presente investigación, es preciso dar cumplimiento a los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Determinar si el proceso constructivo del camino Purépero – Caurio de Guadalupe: del Km. 0+000 al Km. 14+740 en Michoacán, fue el adecuado o no.

Objetivos específicos:

- a) Determinar qué es una vía terrestre y cuáles son sus características.
- b) Establecer los tipos de camino que hay de acuerdo con la SCT.
- c) Señalar cuál es el proceso constructivo que ha de seguirse para la realización de una vía carretera.
- d) Indicar si el presupuesto de realización de la obra en estudio fue el adecuado o no.

Pregunta de investigación.

Aunado a los objetivos antes señalados, es preciso también dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación:

¿El proceso constructivo desarrollado en el camino Purépero – Caurio de Guadalupe: del Km. 0+000 al Km. 14+740 en Michoacán, fue el adecuado?

Justificación.

Sin lugar a dudas, la presente investigación es relevante, ya que permitirá al investigador establecer si el proceso constructivo del tramo en cuestión fue el adecuado o no, además de que los estudiantes de la Escuela de Ingeniería podrán usar esta tesis como fuente de consulta.

De la misma forma se beneficiará la Ingeniería Civil en general, pues con esta investigación se hace una aportación al grupo de estudios en relación a la construcción de vías terrestres.

Cabe mencionar que también se podrán beneficiar los habitantes de la región del tramo en estudio, pues podrán tener la certeza de que el proceso constructivo aplicado en dicho tramo fue el adecuado o no.

Así, la presente investigación resulta trascendente, pues no sólo beneficia al investigador, sino a la población estudiantil, a la ingeniería civil y a la sociedad en general.

Marco de referencia.

En lo referente al tramo en cuestión, éste se halla ubicado en el camino Purépero – Caurio de Guadalupe: del Km. 0+000 al Km. 14+740 en Michoacán, por lo que la población más próxima es la localidad de Purépero, que se encuentra localizada al noreste del Estado de Michoacán y sus coordenadas son las siguientes: 19° 54' de latitud noreste, 102° 00' de longitud Oeste y una altura de 2,020 metros sobre el nivel del mar. Dicha localidad es limitada al Norte con Tlazazalca, al Este con Zacapu, al Sur con Chilchota y al Este con Tangancícuaro. La capital de estado se encuentra a 113 kilómetros con respecto a dicha localidad.

Su relieve está constituido por el sistema volcánico transversal, el cual lo constituye la sierra de Purépero, los cerros de la Alberca, del cobre y de los Pérez.

La hidrografía de Purépero se constituye por los arroyos de Tlazazalca, así como los manantiales de agua fría de la Alberca y las Lajas. En cuanto al clima de esta localidad, es templado con lluvias en verano y su precipitación pluvial anual de 1,400 milímetros, en cuanto a su temperatura es demasiado variado oscila desde los 6° hasta los 45 °C. Su principal ecosistema se compone de por los bosques mixtos donde predominan especies como los pinos y encinos, en cuanto su fauna se conforma por animales como lo son los armadillos, cacomixtle, zorrillo, coyote y liebre.

Las características del suelo de este municipio datan de los periodos cenozoico, cuaternario, terciario y mioceno los cuales corresponden principalmente al de tipo podzólico, en cuanto al uso del suelo es principalmente ganadero y en menor proporción forestal y ganadero.

Las principales vías de comunicación son, la de Morelia – Zacapu – Carapan – Purépero. Además se encuentra a 23 kilómetros de la Autopista de Occidente México – Guadalajara.

Cuenta con telefonía automatizada domiciliar, caseta de teléfono público, cobertura de telefonía celular, entre otros servicios que sirven de comunicación y comodidad para los usuarios.

La actividad económica de este municipio, parte principalmente de la industria ya que cuentan con 7 fábricas de calzado fino y de trabajo, 3 de lácteos y alimentos balanceados, así como textiles y prendas de vestir, talles de torno, talleres para elaboración de muebles y de curtiduría.

Además de los pobladores cuentan con ingresos de la ganadería y la agricultura, estos ingresos no son muy significativos ya que lo que se cultiva y lo que se produce es muy poco. En cuanto a lo que se cultiva en la zona es principalmente, Maíz, repollo, tomate de hoja, frijol, alfalfa, janamargo y trigo, además se tiene cierta presencia de huertas de aguacate. En cuanto a la ganadería se cría principalmente ganado porcino, bovino, caprino, ovino, caballar, aves de corral y la apicultura.

CAPÍTULO 1

VÍAS TERRESTRES

En el presente capítulo se abordará lo referente a una vía terrestre, analizando qué es, cuáles son sus antecedentes, el inventario de caminos, elementos de tránsito, tipos de suelos, entre otros aspectos.

1.1- Antecedentes de los caminos.

Los caminos según Olivera (2006) son la infraestructura de la economía, pues una vez que se construye uno de ellos, es más fácil proporcionar el resto de los servicios, es decir, las vías terrestres tienen una importancia económica y, por tanto, deben evaluarse y programarse de acuerdo con los beneficios sociales y económicos que puedan proporcionar.

Cabe señalar que los romanos lograron el florecimiento de su imperio principalmente a la perfecta red de caminos que tuvieron esto gracias a la habilidad de sus ingenieros militares; siguiendo con un poco de historia Mier (1987) señala que los españoles al llegar a territorio Nacional Mexicano encontraron que sus pobladores desconocían el uso de la rueda en vehículos; pero a pesar de ello contaban con un buen número de calzadas de piedra, así como una considerable cantidad de caminos, veredas y senderos. Indudablemente la colonización de la nueva España trajo como consecuencia lógica un sensible mejoramiento de los caminos ya existentes y la apertura de otros muchos que como señala Mier (1987) no sucedió esto por el interés

que los españoles pudieran haber tenido en el desenvolvimiento social y material del país, sino más como resultado de su situación geográfica.

Hasta el momento de la aparición del automóvil las características de los caminos eran las además a las exigencias de los vehículos de tracción animal, pero el desarrollo del automóvil en sus diferentes presentaciones obligó a modificar y mejorar o construir caminos nuevos para satisfacer la nueva demanda.

En México actualmente se construye una extensa red de caminos de todos los tipos, desde caminos de cuotas hasta las más modestas brechas. “Este importante impulso constructor que constituye uno de los factores básicos de desarrollo del país, se inicio hace unos sesenta años (en 1925).” (MIER, 1987; 1)

1.2- Inventario de caminos.

Mier (1987) afirma que si se quiere obtener un inventario de los caminos existentes en una entidad se puede hacer de dos formas, una recorriendo los caminos en un vehiculó apoyándose con el odómetro del mismo, y haciendo anotaciones a simple vista, otra es por medios topográficos más precisos que darán en forma directa la información sobre los caminos.

“El primero de ellos no llena los requisitos de un inventario y el otro presenta inconvenientes de costos” (MIER, 1987:5).

A continuación se describen los dos inventarios de caminos antes señalados.

1.2.1- Método odógrafo-giróscopo-barométrico.

La teoría de Mier (1987) concibe a este método como un método que combina precisión, rapidez y economía; así como el levantamiento completando el dibujo del perfil por medio de un sistema barométrico y anexando el levantamiento directo de los aspectos del camino seleccionado.

Mier (1987) señala algunos datos para obtener este tipo de inventario tales como: planta del camino, perfil, itinerario, configuración del terreno por el que se cruza, características de la superficie de rodamiento sección transversal, alineamiento horizontal y alineamiento vertical y demás datos que se consideren necesarios y de importancia. Siguiendo con aportes del mismo autor señala que, el equipo usado para efectuar el inventario está formado por: vehículo tipo guayín en el cual se instala el sistema odométrico; el odógrafo-giroscopio, el sistema de orientación y la grabadora magnética.

Para la representación gráfica, Mier (1987) sugiere que con las coordenadas y los datos de curvatura obtenidos de la computadora, se traza el eje del camino y se compara este dibujo con el obtenido por medio del odógrafo, para determinar y poder corregir posibles errores. Por último, “se representa la distancia de visibilidad de rebase, medida aproximadamente por la experiencia de la tripulación”. (MIER, 1987; 7).

1.2.2- Aplicaciones del inventario de caminos.

“Una de las aplicaciones inmediatas que puede tener el inventario de caminos, es la obtención de la capacidad de los caminos que integran la red”. (MIER, 1987; 7) a lo anterior se agrega que la capacidad de un camino queda determinada por muy diversos factores que como señala Mier comprenden las características geométricas del camino en sí mismo y las características del tránsito que circula por el.

Siguiendo un poco con las características de este inventario una de las principales es la geometría del camino, que influye en su capacidad, como son su sección transversal, comprendiendo ancho de carriles, distancia a obstáculos laterales, ancho y estado de los acotamientos, alineamiento horizontal y vertical; todos estos datos son obtenidos al efectuar el inventario y pueden ser aplicados de inmediato para calcular la capacidad de los diferentes tramos.

Otra aplicación descrita por Mier afirma que del inventario de caminos consiste en la posibilidad de señalar las obras necesarias y sus prioridades en los programas de reconstrucción, conservación y construcción.

Los aspectos antes descritos justificarán por sí solos la realización del inventario pero sus aplicaciones y usos son muchos más amplios; entonces ya una vez terminado el inventario de caminos debe mantenerse mediante el registro adecuado los cambios hechos a fin de tener únicamente revisiones periódicas el estado real y verdadero de la red de carreteras en cualquier momento.

1.3 - Elementos de la ingeniería de tránsito usados para el proyecto.

Según Mier (1987) define la Ingeniería de tránsito como una rama de la ingeniería que se dedica al estudio de movimiento de personas y vehículos en las calles y los caminos, con el propósito de hacerlo libre, eficaz, rápido y seguro.

A continuación se definen según Mier cuatro elementos imprescindibles en la ingeniería de tránsito.

1.3.1- El problema del tránsito.

El problema del tránsito radica básicamente en la gran disparidad que existe entre los vehículos modernos y los caminos anacrónicos que tienen que moverse” (MIER, 1987; 21).

Lo anterior saca a flote la gran discrepancia que existe entre caminos que fueron proyectados para autos de hace cuarenta años, por lo cual no cumplen satisfactoriamente las necesidades de los vehículos modernos.

Entre los principales factores que intervienen en el problema del tránsito según Mier son:

- La existencia de diferentes tipos de vehículo en el mismo camino desde bicicletas hasta camiones, vías de comunicación inadecuada como calles y caminos angostos torcidos y con fuertes pendientes, y quizá una de las más básica la falta de planificación en el tránsito aunada a ésta la ausencia de una educación vial y ausencia de leyes y reglamentos de tránsito que se adapten a las necesidades del usuario.

1.3.2- Soluciones posibles al problema de tránsito.

Sin duda alguna es necesario resolver el problema de tránsito a la brevedad posible, claro de acuerdo a las posibilidades económicas disponibles, para lo cual Mier (1987) sugiere tres tipos de solución al problema de tránsito.

- Solución integral.
- Solución parcial de alto costo.
- Solución parcial de bajo costo.

1.3.3.- Elementos del tránsito.

Usuario: la teoría de Mier afirma que la población en general constituye el usuario de los caminos y de las calles, tanto si se considera como peatón o conductor. A continuación se definen por separado, pues sus características en la corriente de tránsito son diferentes.

a) El peatón.

Este se caracteriza por estar expuesto a sufrir consecuencias de los accidentes; estadísticamente se observa que en más del 25% el peatón es víctima y que en el 65 % de los casos es culpable del accidente, con lo cual estoy de acuerdo ya que en el 80% de los casos los atropellados no saben conducir, es decir, no piensan como el que va manejando y están inadaptados a la motorización.

Para mejorar este tipo de situaciones debe darse una buena educación vial y hacer conciencia de su responsabilidad ante el peligro potencial que constituyen los vehículos.

b) El conductor.

El conductor es el medio humano que controla el movimiento del vehículo, siendo así responsable de su buen manejo; desafortunadamente no se ha comprendido los peligros que conlleva la era motorizada, pues de esta forma el vehículo puede transformarse de un objeto de primera necesidad hasta en un arma homicida la cual puede acabar con la vida de muchas personas.

c) El camino.

“un camino es la faja de terreno acondicionada para el tránsito de vehículos”
(MIER, 1987; 35).

Los caminos deben ser clasificados desde distintos puntos de vista.

- Clasificación de transitabilidad
- Clasificación de SOP.
- Clasificación de capacidad.
- Clasificación administrativa.
- Longitud de caminos.

———— Camino pavimentado: es cuando sobre la base hidráulica se ha concluido totalmente el pavimento diseñado flexible o rígido.

— — Camino revestido: es cuando sobre la subrasante se ha colocado una o varias (regularmente es revestido cada año.)

==== Camino de terracerías: este camino es a nivel subrasante y es transitable en tiempo de secas

Clasificación de los caminos según las normas técnicas utilizadas para el desarrollo de proyecto de construcción:

TIPO “A”

Los caminos tipo “A” caminos pavimentados, con dos carriles de circulación, acotamientos revestidos, cuentan con control parcial de accesos y entronques a nivel. Está diseñado para recibir mayor tránsito pesado.

TIPO “B”

Los caminos tipo “B” caminos pavimentados, con dos carriles de circulación, y cuenta con acotamientos revestidos. Además con un control parcial de accesos entronques a nivel.

TIPO “C”

Son pavimentados, con dos carriles de circulación, generalmente están bajo jurisdicción de la administración estatal para su construcción y mantenimiento.

TIPO “D”

Son pavimentados con características geométricas muy modestas así como su pavimentación. Cuenta con una capa de revestimiento de material compactado de 20 cms. A 30 cms. de espesor.

TIPO “E”

Son los caminos revestidos y las brechas. Definidas como una vía de comunicación improvisada por los usuarios sin contar con ningún tipo de drenaje.

1.4- Velocidad.

“La velocidad es un factor muy importante en todo proyecto y factor definitivo al calificar la calidad del flujo del tránsito...y se considera como elemento básico para el proyecto “(MANUAL, 1974; 99).

Con excepción de una condición de flujo forzado, normalmente existe una diferencia significativa entre las velocidades a que viajan los diferentes vehículos dentro de la corriente de tránsito; ello es consecuencia del sinnúmero de factores que afectan a la velocidad, como lo son las limitaciones del conductor, las características de operación del producto, las condiciones ambientales y las limitaciones de velocidad establecidas por dispositivos de control. Siguiendo con la teoría del Manual de proyecto cabe señalar que estos mismos factores hacen que la velocidad de cada uno de los vehículos varíe a lo largo del camino.

Definiciones cuando se habla del proyecto geométrico de carreteras en cuanto a la velocidad se refiere:

- Velocidad de punto.
- Velocidad de marcha.
- Velocidad de operación.
- Velocidad global.
- Velocidad de proyecto.
- Velocidad de proyecto ponderada.

Mientras que para Mier (1987) la velocidad es un factor fundamental para el proyecto de un camino ya que su utilidad y buen funcionamiento se juzgan por la rapidez y seguridad con que las personas y mercancías se mueven en él.

También esta teoría señala que la velocidad escogida para proyecto raras veces es la máxima que pueden desarrollar los vehículos, puesto que la mayoría pueden alcanzar velocidades mucho mayores que la considerada como de seguridad en la totalidad de los caminos.

Aquí se distinguen cuatro tipos de velocidad:

- Velocidad de proyecto.
- Velocidad de operación.
- Velocidad de punto.
- Velocidad afectiva o global.

1.5.– Volumen de tránsito.

Según Mier (1987) lo conceptualiza como el número de vehículos que se mueven en una dirección o direcciones especificadas sobre un carril o carriles dados y que pasan por un punto determinado del camino durante un cierto período de tiempo, los períodos más usuales son la hora y el día.

Volumen Promedio Diario Anual (VPDA) es el número de vehículos que pasan por un punto dado del camino, durante una año dividido entre 365 días; aunque es necesario señalar que este no es apropiado para un proyecto de camino, puesto que no indica la variación que ocurre durante los meses del año, los días de la semana y las horas del día.

Siguiendo con Mier señala que el volumen horario usado para el proyecto no debe ser excedido muy a menudo, una forma para determinar el volumen horario más apropiado para el proyecto es formar una gráfica en que se muestren las variaciones del volumen horario durante el año.

Para los caminos rurales de dos carriles, el VHP es el tránsito total de ambas direcciones de circulación. En los caminos con más de dos carriles y en las carreteras con dos carriles en las que se encuentran intersecciones importantes es indispensable para el proyecto conocer el volumen horario en cada dirección. El VHP para una dirección se puede calcular multiplicando el VHP para dos sentidos por el por ciento de tránsito en la dirección predominante durante la hora de proyecto.

Por otro lado, se encuentra en el Manual de Proyectos (1974) el cual señala que para conocer los volúmenes de tránsito en los diferentes tramos de una carretera se utilizan como fuentes los datos obtenidos de los estudios de origen y destino, los aforos por muestreo y los aforos continuos en estaciones permanentes.

Entre los que se encuentran:

- A) Estudios de origen y destino.
- B) Muestreos del tránsito.
- C) Estaciones maestras.

1.6- Densidad de tránsito.

En el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras se señala que al proyectar una carretera, la selección del tipo de camino, las interacciones, los accesos y los servicios depende fundamentalmente de la demanda, es decir, el volumen de tránsito que circulará en un intervalo de tiempo dado, su variación, su tasa de crecimiento y su composición.

Un error en la determinación de estos datos ocasionará que la carretera funcione durante el período de previsión, bien con volúmenes de tránsito muy inferiores a aquellos para los que se proyectó o que se presenten problemas de congestión.

Por otro lado, Mier (1987) señala a la densidad como el número de vehículos que se encuentran en un tramo de un camino en un momento determinado. No debe confundirse con el volumen de tránsito como se analizó anteriormente expresa el número de vehículos que pasan en la unidad de tiempo, de tal manera que cuando un camino se encuentra congestionado el volumen puede llegar a ser igual a cero en tanto que la densidad es muy alta.

1.7- Derecho de vía.

El derecho de vía es una parte integral de una vía de comunicación, siendo las distancias laterales de un camino de un ancho suficiente para alojar una vía de comunicación. En México el derecho de vía es de 20 metros a cada lado partiendo del centro de la carretera, En algunos casos este derecho de vía se ve afectado por zonas urbanas: un ejemplo muy claro lo tenemos en la carretera Uruapan – Zamora. En otros casos al contrario el derecho de vía aumenta siendo las súper carreteras y auto pistas.

Adquisición del derecho de vía: Es la adquisición de las propiedades que atraviesa la vía proyectada la cual debe realizarse mucho antes de la construcción del camino. Siendo muy lento su trámite debido a los problemas que se forman en la negociación de la misma, es muy importante conocer los aspectos legales, costos de las propiedades y reglamentos para una buena negociación.

1.8- Capacidad y nivel de servicio.

La capacidad, para Mier (1987), es una medida de la eficiencia de una calle o un camino. El nivel de servicio determina las condiciones de operación que un conductor experimenta durante el viaje, cuando los volúmenes de tránsito están por debajo de la capacidad, ya que la capacidad es en realidad uno de los tantos niveles a que puede operar el camino.

El nivel de servicio varía principalmente con el volumen de tránsito.

La capacidad de un camino es el número máximo de vehículos en un período dado de tiempo.

1.8.1- Nivel de servicio.

Es una medida cualitativa del efecto de una serie de factores tales como la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones del tránsito, la seguridad, comodidad y libertad de manejo.

1.8.2- Volumen de servicio.

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

Como ya se menciona con anterioridad los caminos presentan diferentes características geométricas reflejadas en la sección transversal y en pendientes según sea el tipo de terreno por el que se cruza.

- Caminos de terreno plano.
- Caminos de lomerío.
- Caminos en montaña.

1.8.3- La capacidad y sus objetivos.

La capacidad de un camino permite atender la solución de dos problemas básicos en la ingeniería de caminos:

- a) En una obra nueva la capacidad influye directamente en las características geométricas del nuevo camino, siendo estas de tal modo que permiten obtener un volumen de servicio por lo menos igual al volumen horario de proyecto.
- b) Cuando se quiera saber las condiciones de operación, pudiendo determinar su nivel probable en que se saturará.

1.8.4- La operación de tránsito en la capacidad.

La composición del tránsito, o sea la proporción de camiones y autobuses en el total, afecta las velocidades de los otros vehículos y las características de operación,

principalmente en zonas de topografía montañosa que obligan a tener pendientes pronunciadas y carriles más angostos.

1.8.5. Capacidad para condiciones de circulación continúa.

Para obtener los rangos de capacidad en los diferentes tipos de caminos se registran los volúmenes máximos junto con los análisis de las características del tránsito, quedando proporcionalmente relacionados al diferir las características de un camino son diferentes también la capacidad del camino.

Condiciones ideales de un camino:

- a.- Circulación continúa.
- b.- Únicamente circular vehículos ligeros.
- c.- Los anchos de cada carril del camino de 3.65 m con adecuados acotamientos en 1.8 m sobre la calzada sin obstáculos.
- d.- Alineamiento horizontal y vertical bien estructurado y estipulado para las velocidades de proyecto con adecuada visibilidad de rebase.

1.8.6. Factores que afectan la capacidad y el volumen de servicio.

Ancho de Carriles:

Si el ancho de carril es menor a 3.65 m tendría una capacidad menor en circulación continua.

Acotamientos:

Son muy necesarios, Al no contar con estos alguna obstrucción de algún vehículo descompuesto reduciría la capacidad del camino y no existiendo acotamiento el

vehículo descompuesto obstruiría el camino y los demás vehículos tendrían que circular en un solo carril a velocidades menores de proyecto, siendo así los acotamientos de gran importancia en un camino.

Condiciones de la superficie de rodamiento:

La superficie de rodamiento debe de estar en buenas condiciones sin deformaciones ni baches en el tramo, de no ser así se tendría una mala capacidad del camino.

Carriles Auxiliares:

Se usan para cambios de velocidad, vueltas, separar vehículos con baja velocidad en pendientes pesadas y cualquier situación que auxilien al tránsito, también proporcionan un seguro refugio a los vehículos descompuestos.

Alineamientos:

Los alineamientos vertical y horizontal de un camino afectan a la capacidad y nivel de servicio del camino, variando la velocidad en el trayecto del camino debido a la topografía de la carretera y los alineamientos están diseñados en base a la velocidad de proyecto.

Pendientes:

En este caso se afectan en gran parte los volúmenes de servicio, siendo la distancia de visibilidad de rebase la que se reduce en caminos de dos carriles, se reducen o

aumentan las distancias de frenado en diferentes pendientes, siendo esto que hay espacios más cortos entre los vehículos que suben pendientes y aumentan el espacio entre vehículos que descienden.

1.9- Distancia de visibilidad en los caminos.

Mier (1987) la define como la necesaria para que el conductor de un vehículo moviéndose a la velocidad de proyecto pueda detenerse antes de llegar a un objeto fijo en su línea de circulación, se considera que el ojo del conductor está a 1.15 metros sobre el pavimento y que el objeto tiene una altura de 15 centímetros.

Por otro lado, también define la distancia de visibilidad de parada la cual está compuesta por dos términos: la distancia recorrida desde que se percibe un objeto en su línea de acción hasta que el conductor coloca su pie en el pedal del freno (o distancia de reacción) y la distancia que se recorre desde el momento en que se aplica el freno hasta que el vehículo se detiene (o distancia de frenado).

Expresándose de la siguiente manera:

$$\underline{D_p = d + d'}$$

Donde:

D_p = distancia de visibilidad de parada.

d = distancia de reacción.

d' = distancia de frenado.

La distancia de reacción se calcula mediante la fórmula: $\underline{d = Kvt}$

Donde:

d = distancia de reacción (m).

t = tiempo de reacción (seg).

v = velocidad del vehículo (km/h).

K = factor de conversión de km/h a m/seg, que equivale a 0.278.

La distancia de frenado se calcula igualando la energía cinética del vehículo con el trabajo que realiza la fuerza para detenerlo que es:

$$\frac{1}{2} mV^2 = Wfd' + Wpd$$

Donde:

m = masa del vehículo (m = W/g).

V = velocidad del vehículo (m/seg).

W = peso del vehículo.

f = coeficiente de fricción longitudinal.

p = pendiente de la carretera

g = aceleración de la gravedad (g = 9.81 m/seg²).

d' = distancia de frenado.

Distancia de visibilidad de rebase: "Se define como la distancia óptima para que un vehículo pueda adelantarse a otro que se encuentra en su línea de circulación, sin peligro de colisión que aparezca en sentido contrario." (Mier, 1987, 94)

Esta distancia puede variar por ejemplo en pendientes fuertes la distancia de visibilidad de rebase es menor que en un tramo de terreno plano,

Hipótesis para la visibilidad de rebase, según la AASHO:

- El vehículo que va a ser rebasado va a una velocidad uniforme.
- El vehículo que va a rebasar logra alcanzar al vehículo que va ser rebasado y comienza a hacer las maniobras a la misma velocidad.

- El vehículo que va a rebasar acelera durante la maniobra y su velocidad media durante el rebase en el carril contrario sería de 15 KPH más que el vehículo que se está rebasando.
- El vehículo que viene en sentido contrario viene a la misma velocidad que el que se está rebasando y el tiempo crítico es de 2/3 del tiempo que ocupa el vehículo que está rebasando en el carril izquierdo.
- La distancia de visibilidad de rebase es casi siete veces la velocidad de proyecto por lo que se considera demasiada elevada para las condiciones aquí en México.

Llegando a una expresión según las hipótesis como sigue: $Dr = 4.5v$ en la que:

Dr = distancia de visibilidad de rebase (m).

v = velocidad de proyecto (kph).

1.10.- Mecánica de suelos.

1.10.1- Introducción a la mecánica de suelos.

La mecánica de suelos es una rama de la Ingeniería civil dedicada al estudio de métodos al conocimiento de los suelos. En la ingeniería civil es muy importante el estudio de los suelos ya que este es un material no consolidado, formado por partículas minerales con gases o líquidos incluidos.

Arias (1984) afirma que las principales propiedades de los suelos que afectan de mayor o menor grado en el comportamiento de las obras civiles son:

- Comprensibilidad: relacionada a la deformación que sufre un material al aplicarle una carga o al disminuir su volumen.

- Resistencia al corte: la resistencia de un material puede medirse por el fuerza cortante máximo que puede soportar ese material, es decir, el esfuerzo límite es aquel que causará la falla en el suelo por fractura o por flujo plástico.
- Permeabilidad: indica la mayor o menor facilidad con que el agua fluye a través de un suelo estando sujeta a un gradiente hidráulico dado.

También se entiende como suelo al material formado por partículas minerales (producidas por la descomposición de las rocas) y vacíos, los cuales pueden o no estar ocupados por agua. “se distingue suelo y roca, desde el punto de vista práctico, en que el suelo puede ser disgregado por medios manuales (mediante el empleo de agua en caso necesario) ya que presenta una cementación nula, mientras que en las rocas sucede lo contrario”. (ARIAS, 1984; 1).

Lo anterior lleva a decir que los procesos que dan lugar a la alteración de las rocas son la Desintegración Mecánica y la Descomposición Química, cuyas principales características son, según Arias (1984):

- Congelación de agua (efecto de cuña al aumentar el volumen de agua)
- Cambios de temperatura.
- Efectos de los organismos
- Esfuerzos tectónicos
- Efectos abrasivos del agua y el viento
- Efectos telúricos (sismos, terremotos, etc.)
- Efectos de la gravedad (taludes, derrumbes, etc.)

También en esta introducción se hablará de los diferentes tipos de suelo existentes, según definición de Arias (1984).

1. Suelos residuales.

Los suelos residuales son aquellos que permanecen en el sitio donde fueron formados; este tipo de suelos son generalmente buenos para resistir una edificación sobre cimientos superficiales.

2. Suelos transportados.

Estos son aquellos formados por los productos de alteración de las rocas removidos y depositados en otro sitio diferente al de su origen, siendo los principales agentes de transporte de agua, el viento, los glaciales, la gravedad, etc. De acuerdo a su forma de transporte pueden dividirse estos suelos en:

- Suelos aluviales: siendo el agua el principal agente transportador, el movimiento de partículas por ésta influye en forma determinante en el tamaño y distribución de los acarreos, pudiéndose formar depósitos gruesos o de finura diferente dependiendo del agua.
- Suelos Lacustres: pueden crearse cuando por ejemplo un río pierde velocidad formándose depósito de partículas. Las cimentaciones en este tipo de suelos son muy difíciles pues la finura de sus partículas poseen una estructura muy abierta
- Suelos eólicos: estos tipos de suelos son los que han sido transportados y depositados por el viento, aquí encontramos las dunas estas se forman en estado suelto pudiendo encontrarse compactadas por efectos de las lluvias; los

Loess son también sedimentos de origen eólico formados por polvos de arcillas y limos en regiones donde existe vegetación.

- Depósitos de Pie de Monte: son formados por acción directa de la gravedad y se constituyen de gran diversidad de materiales como fragmentos de roca, gravas, arenas y en ocasiones de materia orgánica, de tal manera que una de sus características de estos depósitos es su heterogeneidad.

1.10.2- Propiedades físicas de los suelos.

1.10.2.1-Estructura de los suelos gruesos:

Se conoce como estructura de un suelo a la ubicación, arreglo y orientación de sus partículas, los suelos pueden ser gruesos o finos según:

7.6 cm > Suelos gruesos > 0.074mm (malla no. 200) > Suelos finos

| Nombre | Limites de Tamaño | Ejemplo Vulgar |
|---------------|---|--------------------------------------|
| Boleo | 305mm (12plg) o mayores | Mayor que una pelota de balón cesto |
| Canto rodado | 76mm (3plg) a 305mm (12plg) | Toronja |
| Grava gruesa | 19mm (3/4plg) a 76mm (3plg) | Limón o naranja |
| Grava fina | 4.76mm (T. No. 4) a 19mm (3/4plg) | Chícharo o uva |
| Arena gruesa | 2mm (T. No. 10) a 4.76mm (T. No. 4) | Sal mineral |
| Arena mediana | 0.42mm (T. No. 40) a 2mm (T. No. 10) | Azúcar o sal de mesa |
| Arena fina | 0.074mm (T. No. 200) a 0.42mm (T. No. 40) | Azúcar en polvo |
| Finos | Menores que 0.074mm (T. No. 200) | No se distinguen a una dist. De 20m. |

La estructura de los suelos gruesos es fácil refiriéndose a una estructura en al que las partículas se apoyan una sobre otra en forma continua. Existen una serie de factores que influyen en el comportamiento de n suelo grueso entre los que destacan los siguientes:

- a) condiciones de drenaje: el efecto del agua sobre los suelos gruesos es desfavorable, ya que disminuyen su resistencia al corte y aumenta su compresibilidad.
- b) compacidad del suelo: quizá sea el más importante, ya que un suelo compacto es mucho más útil que uno en estado suelto.
- c) estratigrafía: capas horizontales que los forman.
- d) granulometría: aquí se distinguen dos aspectos importantes, el tamaño de las partículas y la distribución granulométrica.
- e) resistencia individual o dureza de los granos.
- f) forma de los granos: se conoce la forma equidimensional y alargada, la redondez, la angulosa, y la subangulosa.
- g) rugosidad de las partículas: el movimiento de los granos.

1.10.2.2- Estructura de los suelos finos.

La estructura de los suelos finos es más compleja que la de los suelos gruesos. En la estructura de los suelos finos influyen de manera determinada las fuerzas electromagnéticas propias de las partículas de esas dimensiones y las fuerzas de origen molecular. Una de sus principales características es que este tipo de suelo resulta ser pequeñísimo.

1.10.2.3- Físico-Química de las Arcillas.

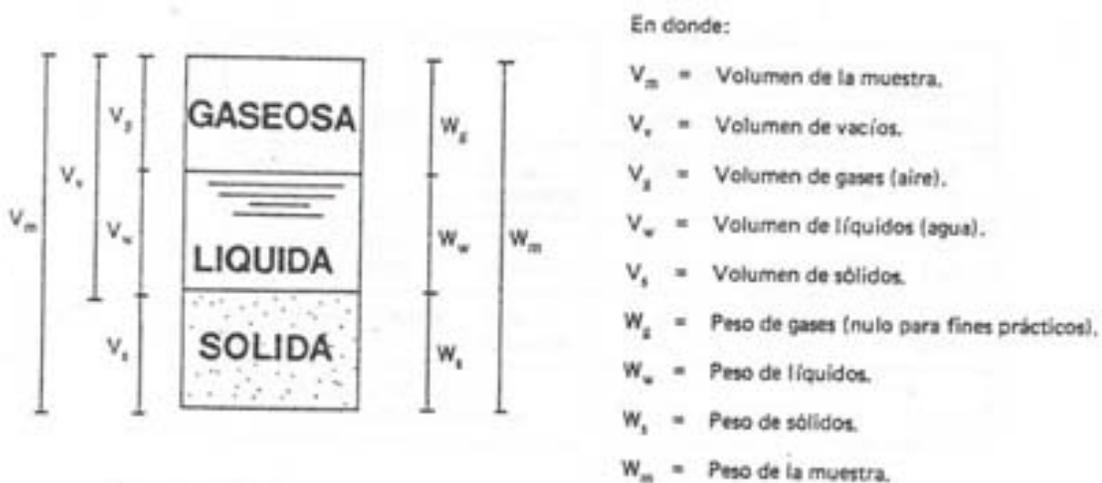
Según Arias estas están formadas en su mayor parte por partículas que forman estructuras llamadas Panaloides; estas al unirse a su vez componen las estructuras floculentas o panaloides de orden superior. A su vez estas partículas presentan

entre sí fenómenos de atracción que se deben a fenómenos electromagnéticos (cargas negativas) en su superficie.

1.10.2.4- Propiedades Volumétricas y Gravimétricas.

Para Meza (1984) señala que a simple vista un suelo, se podría definir como un sistema de partículas cuyos espacios libres pueden estar parcial o totalmente llenos de agua, teniéndose tres fases en juego: la sólida, la líquida y la gaseosa.

Un suelo formado por las fases sólida y líquida se denomina suelo saturado; uno constituido por las fases sólidas y gaseosa de un suelo seco y uno integrado por las tres fases es un suelo parcialmente saturado.



1.10.3- Granulometría.

La granulometría es la parte de la mecánica de suelos que estudia lo referente a las formas y distribución de tamaños de las gravas o partículas que constituyen un suelo.

En lo que respecta a las formas la más común de las partículas de cualquier suelo puede manifestarse en equidimensionales, placas y tubulares., las primeras son propias de los suelos gruesos, las placas en las arcillas y micas y las tubulares que son las menos comunes se forman a partir de las placas enrolladas.

- Suelos gruesos-análisis por mallas.

El análisis granulométrico solo tiene sentido efectuarlo en suelos gruesos, según Arias la experiencia indica que los suelos gruesos bien graduados tiene un comportamiento mecánico e hidráulico más favorable que los suelos de granulometría muy uniforme. El análisis directo puede hacerse en partículas de suelo de más de tres pulgadas de tamaño con aparatos de precisión manuales. Medición con Mallas, este análisis mecánico es el usado principalmente en los suelos gruesos y su principio consiste en ordenar en forma descendente un serie de mallas, depositar al suelo previamente seco en el juego de mallas agitándolo en forma horizontal o vertical, luego pesar el suelo retenido en cada malla con respecto al peso total de la muestra y el por ciento que pasa respecto a dicho total. Por último se grafica en escala semilogarítmica el peso de material que pasa, en peso, y el diámetro de la malla, formando ambos parámetros un sistema de ejes sobre el cual una vez graficados los resultados se obtendrá la Curva de distribución Granulométrica.

- Suelos Finos, Análisis con Hidrómetro.

En algunas ocasiones es necesario determinar la granulometría de los suelos finos, puesto que no existen mayas menores, esto se usa en el procedimiento denominado del hidrómetro que consiste en establecer una mezcla homogénea de

suelo-agua y que se basa en la hipótesis que nos dice que la velocidad de sedimentación de las partículas grandes es mayor que la de las pequeñas. La granulometría en suelos finos no reviste, y esto se debe a que en los suelos finos el comportamiento depende fundamentalmente de las formas de las partículas y su composición mineralógica.

1.10.4- Plasticidad.

La plasticidad es conocida como la capacidad de un material capaz de soportar deformaciones sin rebote elástico, grietas y sin presentar variación volumétrica.

Se muestra la tabla realizada por A. Casagrande, que dieron al llamado Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), distinguiendo los suelos finos de los gruesos de acuerdo a las partículas que pasan por la malla No. 200 (0.074mm).

Cuaderno de comportamiento de suelos G. Carlos Arias Rivera.

1.10.5- Clasificación de suelos.

A continuación se presenta la tabla del Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS) incluyendo identificación y descripción:

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

| PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN EL CAMPO (Excluyendo las partículas mayores de 7.6cm (3") y pasando las fracciones en pesos estimados) | | | | SÍMBOLOS DEL GRUPO (C) | NOMBRES TÍPICOS | INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS | CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO | |
|--|---|--|--|------------------------|---|---|---|---|
| SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla No.200 | GRAVAS Más de la fracción gruesa es retenida en la malla No.4 | GRAVAS CON GRANDES PARTICULAS (partículas finas) | Amplia gama en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños interiores | GW | Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos | Dese el nombre típico, indíquense los porcentajes aproximados de grava y arena tamaño máximo, angulosidad, características de la superficie y dureza de las partículas gruesas, nombre local y geológico; cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis. | Coeficiente de uniformidad (Cu), Coeficiente de curvatura (Cc) $Cu = D_{60}/D_{10}$, mayor de 4; $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$, entre 1 y 3 | |
| | | GRAVAS CON GRANDES PARTICULAS (partículas finas) | Predominio de un tamaño a un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios | GP | Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos | | | |
| SUELOS DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material pasa la malla No.200 | ARENAS Más de la fracción gruesa es retenida en la malla No.4 | GRAVAS CON GRANDES PARTICULAS (partículas finas) | Fracción fina poco o nada plástica (para identificación véase grupo ML abajo) | GM | Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo | Para los suelos inalterados agréguese información sobre estratificación, compactación, cementación, condiciones de humedad y características de drenaje. | Límites de plasticidad a bajo de la "línea A" o lp menor que 4 | |
| | | GRAVAS CON GRANDES PARTICULAS (partículas finas) | Fracción fina plástica (Para identificación véase grupo CL abajo) | GC | Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla | | | |
| SUELOS DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material pasa la malla No.200 | ARENAS Más de la fracción gruesa es retenida en la malla No.4 | GRAVAS LIMPAS (partículas finas) | Amplia gama en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios | SW | Arenas bien graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos | EJEMPLO Arena limosa con grava, como un 0% de grava de partículas duras, aunque de 15 cm de tamaño máximo, arena gruesa a fina de partículas redondeadas a subangulosas; alrededor de 15% de finos no plásticos de baja resistencia en estado seco; compactada y húmeda en el lugar, arena aluvial, (SM) | Arriba de la "línea A" y con lp entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles | |
| | | GRAVAS LIMPAS (partículas finas) | Predomina de un tamaño a un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios | SP | Arenas mal graduadas, arenas con grava con poco o nada de finos | | | |
| SUELOS DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material pasa la malla No.200 | ARENAS Más de la fracción gruesa es retenida en la malla No.4 | GRAVAS LIMPAS (partículas finas) | Fracción fina poco o nada plástica (para identificación véase grupo ML abajo) | SM | Arena limosa, mezclas de arena y limo | Para los suelos inalterados agréguese información sobre la estructura, estratificación consistencia tanto en estado inalterado como remojado, condiciones de humedad y drenaje. | Límites de plasticidad arriba de la "línea A" con lp mayor que 7 | |
| | | GRAVAS LIMPAS (partículas finas) | Fracción fina plástica (Para identificación véase grupo CL abajo) | SC | Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla | | | |
| PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA No.40 | | | | | | | | |
| LOMOS Y ARCILLAS Limite líquido menor de 50 | RESISTENCIA EN ESTADO SECO (Características al rompimiento) | DILATANCIA (Reacción al agitado) | TENACIDAD (Consistencia cerca del límite plástico) | Nula a ligera | Rápida a lenta | Nula | ML | Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos |
| | | | | Media a alta | Nula a muy lenta | Media | CL | Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas plásticas |
| | | | | Ligera a media | Lenta | Ligera | OL | Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad |
| | | | | Ligera a media | Lenta a nula | Ligera a media | MH | Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos |
| LOMOS Y ARCILLAS Limite líquido mayor de 50 | RESISTENCIA EN ESTADO SECO (Características al rompimiento) | DILATANCIA (Reacción al agitado) | TENACIDAD (Consistencia cerca del límite plástico) | Alta a muy alto | Nula | Alta | CH | Arcillas inorgánicas de alta plasticidad arcillas francas |
| | | | | Media a alta | Nula a muy lenta | Ligera a media | OH | Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad |
| SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS | Facilmente identificables por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa | | | Pt | Turba u otros suelos altamente orgánicos | | | |

| EQUIVALENCIA DE SÍMBOLOS | |
|--|--|
| G-Grava M-Limo O-Suelos orgánicos W-Bien graduada L-Baja compresibilidad | |
| S-Arena C-Arcilla R-Turba P-Mar graduados H-Alta compresibilidad. | |

COMPARANDO SUELOS A IGUAL LIMITE LIQUIDO LA TENACIDAD Y LA RESISTENCIA EN ESTADO SECO AUMENTAN CON EL INDICE PLASTICO

Usee la curva granulométrica para identificar las fracciones de suelo anotadas en la columna de identificación en el campo

Determine los porcentajes de grava y arena de la curva granulométrica. Dependiendo del porcentaje de finos (fracción que pasa la malla No.200) clasifique el suelo en uno de los grupos de suelos que requieren el uso de símbolos dobles.

Usee la curva granulométrica para identificar las fracciones de suelo anotadas en la columna de identificación en el campo

Determine los porcentajes de grava y arena de la curva granulométrica. Dependiendo del porcentaje de finos (fracción que pasa la malla No.200) clasifique el suelo en uno de los grupos de suelos que requieren el uso de símbolos dobles.

(C) Clasificaciones de frontera - los suelos que posean las características de dos grupos se designan con la combinación de los dos símbolos. Por ejemplo GW-GC, mezcla de grava y arena bien graduada con cementación arcillosa
(*) Todos los tamaños de las mallas en esta carta son los U S Standard

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UN CAMINO

En el presente capítulo se tomará en cuenta que en México predominan los caminos, carreteras y calles compuestos por pavimentos flexibles de carpeta asfáltica, por lo tanto hablaremos de los principales elementos que constituyen los pavimentos flexibles, su desarrollo, control de calidad, su mantenimiento preventivo y correctivo. Para así garantizar un buen funcionamiento a lo largo de su vida útil.

Temas que se abordaran:

- Alineamiento vertical.
- Alineamiento horizontal.
- Sección transversal.
- Elementos que forman un pavimento flexible.
- Materiales pétreos y asfálticos utilizados.
- Pruebas de laboratorio para el control de calidad.

2.1. Alineamiento vertical.

Tomando en cuenta el manual de proyecto geométrico por la SCT (1974) el alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona, al eje de la subcorona en alineamiento vertical se le llama línea subrasante. El diseño del alineamiento vertical que incluye subrasante, tangentes y curvas verticales cóncavas o convexas.

Perfil.

Es el plano que representa la proyección vertical del eje del trazo de un camino. El trazo de la subrasante depende de la topografía, del tipo de camino, de la zona donde se va a realizar la obra.

Tangentes.

Las tangentes se representan como T_v y se rige principalmente por su longitud y su pendiente, a su vez están limitadas por dos curvas sucesivas. La longitud de una tangente es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente, la pendiente de la tangente es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma.

Pendiente gobernadora. Teóricamente es la pendiente media que puede darse a la línea subrasante para dominar un desnivel determinado, considerando las características del tránsito y la topografía del terreno; la mejor pendiente gobernadora, será aquella que permita obtener el menor costo de construcción, conservación y operación. Se toma en cuenta como una norma reguladora a la serie de pendientes que se deban proyectar para ajustarse en lo posible al terreno.

Pendiente máxima.- Se determina por el volumen y composición del tránsito previsto y la configuración del terreno, siendo así la mayor pendiente permitida en el proyecto. Dicha pendiente queda a conveniencia desde el punto de vista económico, para salvar ciertos obstáculos locales tales como cantiles, fallas y zonas inestables, siempre que no se rebase la longitud crítica.

Pendiente mínima. Se fija para permitir el drenaje. En los terraplenes puede ser nula; en los cortes se recomienda 0.5% mínimo para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas; en algunos casos se aumenta la pendiente mínima debido a la longitud de los cortes y la precipitación pluvial en la zona.

Longitud crítica de una tangente del alineamiento vertical.- Es la longitud máxima en la que un camión cargado puede ascender sin reducir la velocidad más allá de un límite previamente establecido, e determinada principalmente por el vehículo de proyecto, la configuración del terreno, el volumen y la composición del tránsito.

Curvas verticales.

Este tipo de curvas enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida, dando como resultado un camino de operación segura y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuadas. El punto común de una tangente y una curva vertical en el inicio de esta se representa como PCV y como PTV, el punto común de la tangente y la curva al final de esta.

Las curvas verticales pueden tener concavidad hacia arriba o hacia abajo, recibiendo el nombre de curvas en columpio o en cresta respectivamente. (M.P.G. SCT, 1974: 351-357)

2.2. Alineamiento horizontal.

Se define al alineamiento horizontal como la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino. Y los elementos que integran al alineamiento horizontal son las tangentes, las curvas circulares y curvas de transición.

Tangentes.

Se define como la proyección efectuada sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas y se representa como PI, y al ángulo de deflexión formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se le representa por la letra griega Δ (delta). De igual forma La longitud de una tangente es la distancia entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. Y la longitud máxima de una tangente está condicionada por la seguridad. Las tangentes largas son causa de accidentes en gran potencia, ya que causa somnolencia al conductor de cualquier vehículo, por este motivo es conveniente limitar la longitud de las tangentes, proyectando en su lugar alineamientos ondulados con curvas de gran radio.

Curvas circulares.

Están compuestas por los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas; dichas curvas circulares pueden ser de cualquiera de dos tipos, simples o compuestas, según se trate de un sólo arco de círculo o de dos o más sucesivos, con diferente radio.

- Curvas circulares simples: Se refiere a dos tangentes que están unidas entre sí por una sola curva circular, a ésta se le llama curva simple. Las curvas pueden ser hacia la izquierda o a la derecha de acuerdo al sentido del cadenamiento del camino.

- Curvas circulares compuestas: Se refiere a que están formadas por dos o más curvas circulares simples del mismo sentido y de diferente radio, o de diferente sentido y cualquier radio, pero siempre con un punto de tangencia común entre dos consecutivas. Cuando son del mismo sentido se les llaman compuestas directas y cuando son de sentido contrario, compuestas inversas.

Se debe evitar este tipo de curvas en la construcción de los caminos, porque se pone en riesgo la seguridad del usuario ya que introducen cambios de curvatura peligrosos y radicales, en las intersecciones se pueden emplear siempre y cuando la relación entre dos radios consecutivos no sobrepase la cantidad de 2.0 y se resuelva favorablemente la transición de la sobre elevación.

Curvas de transición.

Se le llama así cuando un vehículo pasa de una tangente a una curva circular, y se debe de hacer en forma gradual, tanto por lo que se refiere al cambio de dirección como a la sobre elevación y ampliación necesarias, para ejecutar este cambio gradual se usan las curvas de transición. Refiriéndose a las curvas de transición como la unión de una tangente con una curva circular, teniendo como característica principal, que en su longitud se efectúa, de manera constante, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito para la tangente hasta el que corresponde para la curva circular. (M.P.G. SCT, 1974: 297-304)

2.3. Sección transversal.

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

Los elementos que integran una sección transversal tipo son: la Corona, Subcorona, Cunetas y Contracunetas, Taludes y partes Complementarias, esto según el Manual de la SCT (1974). A continuación se describe cada uno de ellos:

Corona: Se le llama corona a la superficie del camino ya terminado y queda comprendida entre los hombros del camino, o sea, los bordes superiores de los taludes del terraplén y/o las interiores de las cunetas. A la corona la definen los siguientes elementos: la rasante, la pendiente transversal, la calzada y los acotamientos.

a) Rasante.- Trata de la línea que se obtiene al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo del eje de la corona del camino. En la sección transversal se representa por un punto.

b) Pendiente transversal: Es la pendiente que se da a la corona normal a su eje. Y según su relación con los elementos del alineamiento horizontal se presentan tres casos:

1.- Bombeo.

2.- Sobre elevación.

3.- Transición del bombeo a la sobre elevación.

1.- Bombeo.- A la pendiente que se le da a la corona en las tangentes del alineamiento horizontal hacia uno y otro lado sobre la rasante para evitar la acumulación del agua sobre el camino, se le llama bombeo.

2.- Sobre elevación: Es la pendiente que se da a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas del alineamiento horizontal.

La ecuación para calcular la sobre elevación necesaria en una curva circular es:

$$S = 0.00785 \cdot \frac{V^2}{R} - \mu$$

Donde:

S: Sobre elevación, en valor absoluto.

V: Velocidad del vehículo, en km. / h.

R: Radio de la curva, en m.

μ : Coeficiente de fricción lateral.

3.- Transición del bombeo a la sobre elevación: De acuerdo al manual de la SCT, en el alineamiento horizontal al pasar de una sección en tangente a otra en curva, se requiere cambiar la pendiente de la corona, desde el bombeo hasta la sobre elevación correspondiente a la curva; este cambio se hace progresivamente en toda la longitud de la espiral de transición. Cuando la curva circular no tiene espirales de transición, la transición de la sobre elevación puede efectuarse sobre las tangentes contiguas a la curva; no obstante, esta solución tiene el defecto de que al dar la sobre elevación en

las tangentes, se obliga al conductor a girar el volante de su vehículo en sentido contrario al de la curva para no salirse del camino; y esta maniobra puede ser molesta y peligrosa, por lo tanto se recomienda para este caso, dar parte de la transición en las tangentes y parte sobre la curva circular. Se ha determinado experimentalmente que las transiciones pueden introducirse dentro de la curva circular hasta en un 50%, siempre que por lo menos la tercera parte de la longitud de la curva quede con sobre elevación completa.

Para realizar la transición del bombeo a la sobre elevación, se cuenta con tres procedimientos. El primero radica en girar la sección sobre el eje de la corona; el segundo consiste en girar la sección sobre la orilla interior de la corona y el tercero en girar la sección sobre la orilla exterior de la corona. El primer procedimiento es el más eficaz, debido a que requiere menor longitud de transición y los desniveles relativos de los hombros son uniformes; los otros dos métodos cuentan con desventajas y solo se emplean en casos especiales.

c) Calzada.- Es la parte de la corona reservada al tránsito de vehículos y compuesta por uno o más carriles, entendiéndose por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

El ancho de una calzada es variable a lo largo del camino y depende de la localización de la sección en el alineamiento horizontal y excepcionalmente en el vertical. Normalmente el ancho de calzada se refiere al ancho en tangente del alineamiento horizontal.

1.- Ancho de calzada en tangente.- Al definir el ancho de calzada en tangente, se debe establecer el nivel de servicio deseado al final del plazo de previsión o en un

determinado año de la vida del camino; con este dato y los estudios económicos correspondientes, se puede determinar el ancho y número de carriles, de manera que el volumen de tránsito en ese año no exceda el volumen correspondiente al nivel de servicio prefijado.

2.- Ancho de calzada en curvas del alineamiento horizontal.- Cuando un vehículo circula por una curva del alineamiento horizontal, ocupa un ancho mayor que cuando circula sobre una tangente, en consecuencia el conductor experimenta cierta dificultad para mantener su vehículo en el centro del carril, por lo que es necesario dar un ancho adicional a la calzada respecto al ancho en tangente. A este sobreaño se la llama ampliación, el cual debe darse tanto a la calzada como a la corona. Más adelante se ilustra la forma en que interviene cada uno de los elementos mencionados en el cálculo de la ampliación para obtener el ancho de calzada en curva.

d) Acotamientos.- Están definidos como las fajas seguidas de la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros del camino. Dichos acotamientos cuentan las siguientes ventajas, entre otras:

- 1.- Seguridad Para el usuario del camino al proporcionarle un ancho adicional fuera de la calzada.
- 2.- Evitar la humedad y posibles erosiones a la calzada.
- 3.- Mejorar la visibilidad en los tramos en curva.
- 4.- Facilitar los trabajos de conservación.
- 5.- Dar mejor apariencia al camino.

Subcorona: Se refiere a la superficie que limita a las terracerías y sobre la que se apoyan las capas del pavimento. En sección transversal es una línea.

La subcorona está definida por los elementos y que son de manera básica, para el proyecto de las secciones de construcción del camino, son la subrasante, la pendiente transversal y el ancho.

1.- Subrasante.- Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona.

2.- Pendiente Transversal.- La pendiente transversal de la subcorona es igual que la pendiente de la corona, logrando mantener uniforme el espesor del pavimento. Puede ser bombeo o sobre elevación, según que la sección este en tangente, en curva o en transición.

3.- Ancho.- Se le nombra ancho de la subcorona a la distancia horizontal comprendida entre los puntos de intersección de la subcorona con los taludes del terraplén, cuneta o corte. Este ancho está en función del ancho de corona y del ensanche.

Cunetas y contra cunetas: Estas son obras de drenaje que por su naturaleza geométrica quedan incluidas en la sección transversal.

1.- Cunetas.- Son zanjas que se construyen en los tramos en corte a uno o a ambos lados de la corona, junto a los hombros, su objetivo principal es de recibir en ellas el agua que escurre por la corona y los taludes del corte.

Normalmente, la cuneta tiene sección triangular con un ancho de 1.00 m, medido horizontalmente del hombro de la corona al fondo de la cuneta; con talud generalmente de 3:1.

2.- Contra cunetas.- Por lo regular son zanjas de sección trapezoidal, que se excavan arriba de la línea de ceros de un corte, para captar los escurrimientos superficiales del terreno natural. Y son construidos de forma perpendicular a la pendiente máxima del terreno con el fin de lograr una interceptación eficiente del escurrimiento laminar.

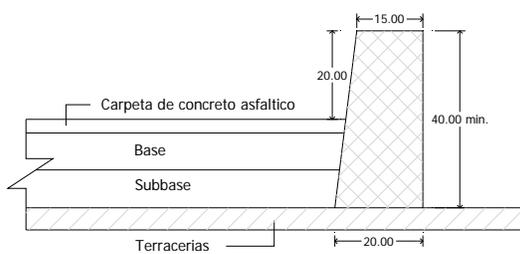
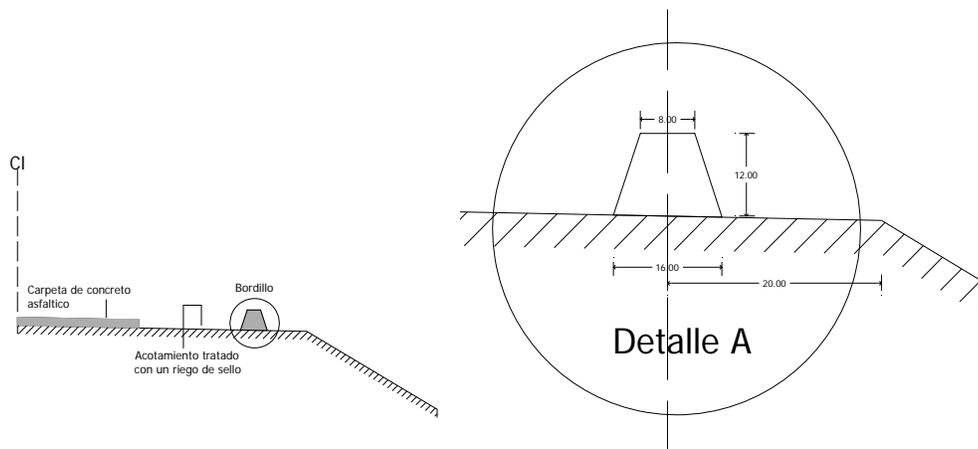
Talud: Es la inclinación que se le da al corte o terraplén, expresado de forma numérica por el recíproco de la pendiente. En caminos también se le llama talud a la superficie que en cortes queda comprendida entre la línea de ceros y el fondo de la cuneta; y en los terraplenes, la sobrante entre la línea de ceros y el hombro correspondiente.

Los taludes de los cortes y terraplenes se fijan de acuerdo con su altura y el tipo del material que los forman. Dado un control que se tiene en la extracción y colocación de material de un talud en terraplenes, un valor empleado es de 1.5. En cortes debido a la variedad en el tipo de los materiales se recomienda realizar un mejor estudio para definir el talud en cada caso particular.

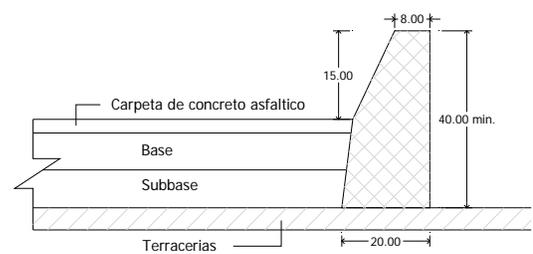
Partes complementarias: para esta denominación se agregan aquellos elementos de la sección transversal que concurren ocasionalmente y con los cuales se pretende mejorar la operación y conservación del camino. Tales elementos son las guarniciones, bordillos, banquetas y fajas separadoras.

1.- Guarniciones y bordillos.- Las guarniciones son elementos que están parcialmente enterrados, y por lo general son de concreto hidráulico que se emplean principalmente para limitar las banquetas, camellones, isletas y delinear la orilla del pavimento.

Los bordillos son elementos que se construyen sobre los acotamientos junto a los hombros de los terraplenes, con la finalidad de encauzar el agua que escurre por la corona hacia las salidas de las obras de drenaje, como en lavaderos construidos sobre el talud del terraplén, que de otra manera causarían erosiones en el talud del terraplén.



Vertical



Achaflanada

2.- Banquetas.- “Las banquetas son fajas destinadas a la circulación de peatones, ubicadas a un nivel superior al de la corona y a uno o a ambos lados de ella. En zonas urbanas y suburbanas, la banqueta es parte integrante de la calle; en caminos rara vez son necesarias”. (M.P.G. SCT, 1974 : 297-304)

3.- Fajas separadoras y camellones.- Se le denomina a las zonas que se disponen para dividir unos carriles de tránsito de otros de sentido opuesto, o también para dividir carriles del mismo sentido pero de diferente naturaleza. A las primeras se les llama fajas de separadoras centrales y a las otras fajas separadoras laterales.

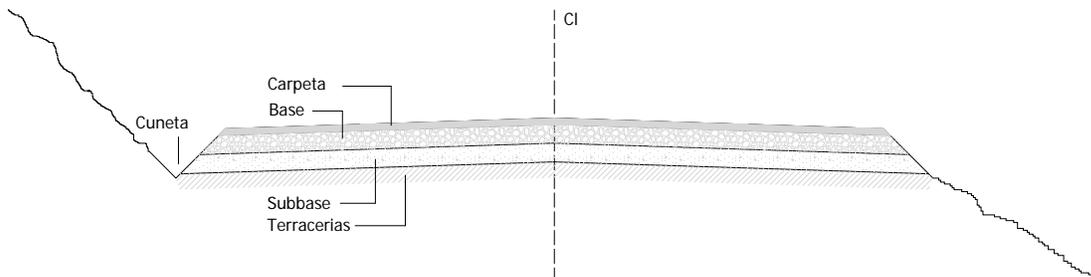
“Cuando a estas fajas se les construyen guarniciones laterales y entre ellas se coloca material para tener un nivel superior al de la calzada, se llaman camellones, igualmente pueden ser centrales o laterales: la anchura es variable depende del costo del derecho de vía y necesidades del tránsito. El ancho mínimo es de 1.20m.” (M.P.G. SCT, 1974: 367-393)

2.4. Elementos constituyentes de un pavimento.

Un pavimento está formado por un conjunto de capas, y cada capa está conformada por un material debidamente homogenizado y apropiado, comprendido entre el nivel superior de las terracerías y la superficie de rodamiento, su principal función es proporcionar una superficie uniforme con una textura apropiada, resistencia a la acción del tránsito y a la del intemperismo, así como transmitir adecuadamente los esfuerzos producidos por las cargas del tránsito a las terracerías. Un pavimento hace que la seguridad del usuario sea adecuada en su trayecto de un camino.

La vida útil de un pavimento dependerá principalmente de las características de los materiales que se emplean para su construcción y cumpliendo con las normas de calidad de los materiales a emplear.

Los elementos o la estructura que constituyen un pavimento en general son la sub-base, la base y la carpeta, representándose de la siguiente manera:



2.4.1. Sub-base.

De acuerdo a la Norma de la SCT N-CTR-CAR-1-04-002/00 la sub-base es una capa formada por materiales pétreos seleccionados, y se construye sobre la subrasante, cuyas funciones es dar un buen apoyo uniforme a la capa de base de una carpeta asfáltica y resistir las cargas que le transmiten, aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos a la capa inferior y prevenir la migración de finos hacia las capas superiores.

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

- El material debe de cumplir con las características granulométricas que se fijan en la tabla 1 y se muestran en la fig. 1, y requisitos de calidad de la tabla 2, en función de la intensidad del tránsito en términos del

número de ejes equivalentes acumulados, de (8,2) toneladas, esperado durante la vida útil del pavimento (ΣL).

- La curva granulométrica del material debe tener una forma semejante a la de las curvas que se muestran en la figura 1, sin cambios bruscos de pendiente. La relación entre el porcentaje en masa que pase la malla con abertura de (0,075) milímetros (Nº.200) al que pase la malla con abertura de (0,425) milímetros (Nº.40) no será mayor de (0,65).

Si por alguna razón la granulometría del material del banco no cumple se podrá mezclar con materiales de otros bancos en la proporción adecuada para que cumpla con los requisitos y garantizar la homogeneidad de los mismos, evitando su segregación o degradación, no será aceptable si se mezcla con materiales finos que agreguen plasticidad a la mezcla.

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

| Malla | | Porcentaje que pasa | |
|-------------|-------------|--------------------------|-----------------------|
| Abertura mm | Designacion | $\Sigma L \leq 10^{[1]}$ | $\Sigma L > 10^{[1]}$ |
| 50 | 2 | 100 | 100 |
| 37.5 | 1 ½ | 72-100 | 72-100 |
| 25 | 1 | 58-100 | 58-100 |
| 19 | ¾ | 52-100 | 52-100 |
| 9.5 | ⅜ | 40-100 | 40-100 |
| 4.75 | Nº 4 | 30-100 | 30-80 |
| 2 | Nº 10 | 21-100 | 21-60 |
| 0.85 | Nº 20 | 13-92 | 13-45 |
| 0.425 | Nº 40 | 8-75 | 8-33 |
| 0.25 | Nº 60 | 5-60 | 5-26 |
| 0.15 | Nº 100 | 3-45 | 3-20 |
| 0.075 | Nº 200 | 0-25 | 0-15 |

[1] ΣL = Numero de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t esperando durante la vida util del pavimento

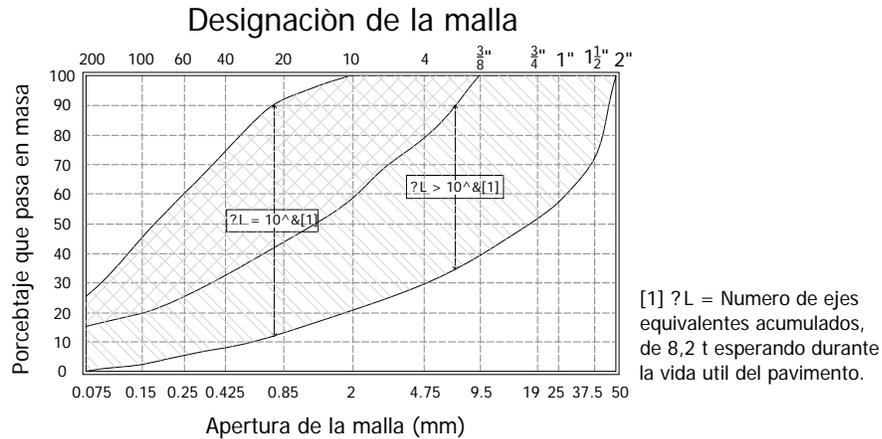


FIGURA 1.- Zonas granulométricas recomendables de los materiales para subbases

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

| Característica | Valor % | |
|---|-----------------------|--------------------|
| | $\sum L \leq 10^6[1]$ | $\sum L > 10^6[1]$ |
| Limite líquido (2) máximo | 30 | 25 |
| Índice plástico (2), máximo | 10 | 6 |
| Valor Soporte de California (CBR) (2,3), mínimo | 50 | 60 |
| Equivalente de arena (2), mínimo | 30 | 40 |
| Desgaste Los Ángeles (2), máximo | 50 | 40 |
| Grado de compactación (2,4), mínimo | 100 | 100 |

(1) $\sum L$ = Numero de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperando durante la vida útil del pavimento

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

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

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

Según la página de Internet <http://www.arqhys.com>, la formación de las subbases consiste desde el suministro, transporte, hasta la colocación sobre la subrasante definida en los planos de construcción, conformándola y teniendo una compactación al 95 % con la prueba AASHTO de grava, piedra partida, arenilla u otro material granular aprobado por la Dependencia, y respaldada por las pruebas de laboratorio. El trabajo se extenderá a las bermas, si así lo indican los planos o lo exige

la secretaría. El material para sub-base se compondrá de fragmentos de roca, gravas, arenas y limos.

Para cada caso, sean suelos naturales o mezclados, se debe de obtener una capa uniforme, compacta, libre de terrones de arcilla, materia orgánica, basuras, escombros, u otros elementos que puedan perjudicar la homogenización de la capa.

En esta misma página de Internet la granulometría que propone de los materiales de sub-base, estará dentro de los límites especificados en la tabla anterior, con una variación uniforme de los tamaños gruesos a los finos.

- Límites de Consistencia. La fracción del material que pasa el tamiz No. 40 debe tener un índice de plasticidad menor de 6 y un límite líquido menor de 25.

- Desgaste. El material al ser sometido al ensayo de abrasión en la máquina de los Ángeles, debe presentar un desgaste menor del 50%.

- Equivalente de Arena. La fracción del material que pasa por el tamiz No. 4 debe presentar un equivalente de arena mayor del 20%.

- Valor Relativo de Soporte, CBR. El CBR será mayor de 25% para una densidad seca mínima del 95% con relación a la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado

Los materiales se extraerán de canteras o depósitos aluviales estudiados y aceptados por la Secretaría, con estudio y control de calidad realizados y aceptados, en caso de utilizar materiales diferentes a los indicados inicialmente, se deberá pedir

autorización por escrito, comprobando mediante los estudios de laboratorio que demuestren el cumplimiento de las especificaciones indicadas en este documento y los costos derivados correrán por cuenta del constructor y certificará que dichas fuentes cuentan con el material suficiente para garantizar el avance satisfactorio de los trabajos.

La construcción de una sub-base tiene las siguientes operaciones repetidas cuantas veces sea necesario: Tendido y humedecimiento necesario de una capa, conformación, compactación y acabado de la misma capa. Hasta obtener una mezcla homogénea, no se podrá dar comienzo a los trabajos siguientes sin la aprobación de la secretaría, teniendo bien definido los bancos de materiales para este tipo de capa, se debe tener bien definida la capa de la subrasante incluyendo el bombeo, peraltes y demás obras definidas para así mismo comenzar con la capa de la sub-base. De acuerdo a la norma se deberá colocar en capas no mayores de 20 cm. de espesor, medido antes de compactar, y mantendrá un contenido de humedad cercano al óptimo para alcanzar una compactación a un mínimo del 95% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado. Cuando se trate de realizar una sub-base aprovechando el material existente, se realizara de la siguiente manera: se escarificará en una profundidad máxima de 10 cm. o la que se indique en el proyecto y en las especificaciones particulares. Se conformará y compactará al 95% de la densidad máxima del Proctor Modificado. Como en el caso anterior, si el espesor de la sub-base por colocar, está proyectado para corregir irregularidades menores de la calzada, la secretaría podrá autorizar la colocación y mezcla del material de sub-base

con el material existente ya escarificado. Se colocará el material de sub-base de tal manera que no produzca segregación y no cause daño a la superficie de asiento.

Para este tipo de trabajos especificados se recomienda la maquinaria que a continuación se describe: motoniveladora debidamente equipada con cuchilla y escarificadores en buenas condiciones, así como una pipa de agua que permita un riego uniforme sobre la superficie. Para determinar el espesor de cada capa y el tiempo o número de pasadas con el equipo de compactación se determinarán de acuerdo a la capacidad de dicho equipo que se tenga disponible y el material a compactar. La norma de la Secretaría exige que el equipo cumpla con las especificaciones determinadas, plazo y programa de trabajo. Se cuenta con algunas tolerancias admisibles para la aceptación de la sub-base las cuales son las siguientes: La cota de cualquier punto de la sub-base conformada y compactada no deberá variar en más o menos un centímetro (+ /-1 cm.) de la cota proyectada. El espesor verificado por medio de perforaciones en la sub-base terminada no será menor del noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de diseño. Para los proyectos de mejoramiento de vías existentes en las que el afirmado forma parte de la sub-base, la secretaría determinará el procedimiento de control de espesores, cotas y pendientes longitudinales y transversales según lo estime conveniente. En el cálculo del precio unitario se debe considerar el costo directo e indirecto, para que estos sean cubiertos para poder ejecutar la actividad. Y cuando el proyecto indique mejoramiento el precio unitario debe de considerar el costo de escarificación, conformación y compactación del afirmado existente aún cuando sean mínimas o casi nulas las cantidades en aquellos tramos de materiales de sub-base por colocar. En los tramos de vías

existentes en que solamente se requiere cantidades pequeñas de sub- base, para la conformación de irregularidades de la calzada, ensanches menores o aumentos de espesor menores de 10 cm., la secretaría podrá medir en m³ el volumen suelto del material, medido en los camiones de transporte. En este caso y para fines de pago, el volumen suelto se convertirá a volumen compactado, de acuerdo con la relación que determine la secretaría, mediante un ensayo de compactación en el laboratorio.

2.4.2. Base Hidráulica.

Según la Norma N-CTR-CAR-1-04-002/03 la base hidráulica es una capa de materiales pétreos seleccionados, y se construye sobre la sub-base, cuyas funciones es dar un buen apoyo uniforme a la carpeta asfáltica y resistir las cargas que le transmiten, aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos a la capa inferior proporcionando a la estructura de pavimento la rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas, drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua subterránea.

Los materiales que se recomiendan para la construcción de las bases deben cumplir con las siguientes características:

Materiales que no requieren tratamiento: son poco o nada cohesivos como los limos, arenas y gravas que al extraerlos quedan sueltos y no contienen más del 5% de partículas mayores de 2”.

Materiales que requieren ser disgregados tales como lo son tezontles y los cohesivos como tepetates, caliches, conglomerados, aglomerados y rocas alteradas, que al ser extraídos del banco salen con terrones pero al ser sometidos al equipo de disgregación, no contienen más del 5% de partículas mayores de 2”.

Materiales que requieren ser cribados: son los que contienen poca o nada de cohesión, como son las mezclas de gravas, arenas y limos que al extraerlos quedan sueltos con un contenido entre 5% y el 25% de material mayor de 2”; por consiguiente deben ser cribados por la malla de 2” para cumplir con lo especificado en la norma de la secretaria y eliminar el material mayor.

Materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados: estos materiales son poco o nada cohesivos, como son mezclas de gravas, arenas y limos, que al ser extraídos quedan sueltos y contienen más del 25% de partículas mayores de 2”, por lo cual debes triturarse y cribarse por la malla de 1 ½”; pueden ser tezontles también y materiales cohesivos como tepetates, caliche, conglomerado, aglomerados y rocas alteradas que al ser extraídos resulten con terrones que pueden disgregarse por el equipo mecánico y posteriormente contienen más del 5% de partículas mayores a 2” debiendo triturarse y cribarse por la malla de 1 ½”.

Los materiales que son extraídos de mantos de roca, piedra pepenada, piedra suelta de depósitos naturales o algún desperdicio deberán requieren de un tratamiento mecánico de trituración total y un cribado pasando por la malla 1 ½”: se deberá realizar con el equipo adecuado, para satisfacer la composición granulométrica.

Los materiales mezclados: son los que resultan de la mezcla de dos o más materiales como pueden ser arenas gravas y limos, cribados o triturados según lo especifique la Secretaría.

Para una base hidráulica, ya sea cribada, parcialmente triturada, totalmente triturado o mezclado empleada en un pavimento debe de cumplir con los siguientes requisitos:

El material a emplear en una base hidráulica será 100% de trituración de roca sana cuando el tránsito esperado durante la vida útil del pavimento sea mayor de diez millones de ejes acumulados de 8.2 toneladas; cuando ese tránsito sea de 1 a 10 millones, el material contendrá como mínimo 75% de partículas producto de la trituración de roca sana y si dicho tránsito es menor de 1 millón el material tendrá como mínimo 50% de trituración.

Al aplicar la carpeta asfáltica después de la construcción de la base hidráulica, el material para la base tendrá una granulometría en función de la intensidad del tránsito en términos del número de ejes equivalentes acumulados, de 8.2 toneladas esperado durante la vida útil del pavimento.

A continuación se presentan en la siguiente tabla los requisitos de granulometría de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de mezcla asfáltica de granulometría densa.

| Malla | | Porcentaje que pasa | |
|-------------|-------------|--------------------------|-----------------------|
| Abertura mm | Designacion | $\Sigma L \leq 10^6 [1]$ | $\Sigma L > 10^6 [1]$ |
| 37.5 | 1 1/2 | 100 | 100 |
| 25 | 1 | 70-100 | 70-100 |
| 19 | 3/4 | 60-100 | 60-86 |
| 9.5 | 3/8 | 40-100 | 40-65 |
| 4.75 | Nº 4 | 30-80 | 30-50 |
| 2 | Nº 10 | 21-60 | 21-36 |
| 0.85 | Nº 20 | 13-44 | 13-25 |
| 0.425 | Nº 40 | 8-31 | 8-17 |
| 0.25 | Nº 60 | 5-23 | 5-12 |
| 0.15 | Nº 100 | 3-17 | 3-9 |
| 0.075 | Nº 200 | 0-10 | 0-5 |

[1] ΣL = Numero de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t esperando durante la vida util del pavimento.

En esta gráfica se muestran las zonas granulométricas recomendadas para bases hidráulicas.

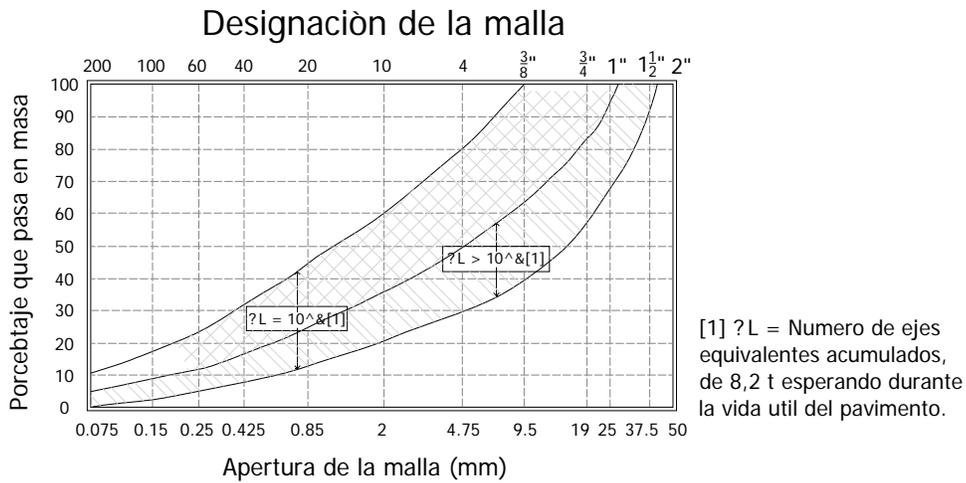


FIGURA 1.- Zonas granulométricas recomendables de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de mezcla asfáltica de granulometría densa

Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos asfálticos.

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

| Característica | Valor % | |
|---|--------------------------|-----------------------|
| | $\Sigma L \leq 10^6$ [1] | $\Sigma L > 10^6$ [1] |
| Limite liquido (2) máximo | 25 | 25 |
| Índice plástico (2), máximo | 6 | 6 |
| Equivalente de arena (2), mínimo | 40 | 50 |
| Valor Soporte de California (CBR) (2,3), mínimo | 80 | 100 |
| Desgaste Los Ángeles (2), máximo | 35 | 30 |
| Partículas alargadas y lajeadas (2), máximo | 40 | 35 |
| Grado de compactación (2,4), mínimo | 100 | 100 |

(1) ΣL = Numero de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperando durante la vida útil del pavimento

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

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

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

Una vez que se tenga preparado el material para base ya cumpliendo con la granulometría de la normatividad de la secretaria se extenderá en todo lo ancho de la corona y se conformará con equipo mecánico de tal manera que se tenga una capa sin compactar de un espesor constante, y posteriormente se procederá a compactar el material con el equipo adecuado de tal forma que las capas que se empiecen a compactar tengan un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar.

Esta compactación se realizará longitudinalmente, de las orillas hacia el centro en tangentes, y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada. Deberá realizarse diferentes

calas para checar la compactación y espesor de la base haciendo el número de calas como se indica en la siguiente fórmula:

$$C = L / 50$$

Donde:

C = Número de calas por realizar, aproximado a la unidad superior

L = Longitud del tramo construido en un día de trabajo en metros.

Es importante comentar que todos los grados de compactación deberán estar dentro de lo que fije el proyecto o apruebe la secretaría, al ser aprobado el tramo verificado los huecos de las calas se rellenaran con el mismo material usado para la base.

En la página de internet [//www.construaprende.com](http://www.construaprende.com), recomienda que uno de los primeros pasos para la construcción de una base hidráulica es ubicar el banco de préstamo, de donde se extraerá el material, pudiendo emplearse en estas capas gravas, arenas de río, depósitos de roca (aglomerados) o materiales ligeramente o fuertemente cementados (conglomerados), A si también recomienda no usar tezontles ya que estos materiales tienden a desmoronarse y pueden provocar cambios volumétricos, en nuestra capa, en caso de que sea necesario su empleo deberán mezclarse con algún tipo de material fino como los tepetates (60% tepetate y 40% tezontle); en algunos casos se deberán aplicar tratamientos previos y estos podrán ser: el cribado, la trituración, y estos a su vez se les estabiliza en planta con cemento o con cal para darle mayor resistencia. Estos materiales son llevados a la obra, donde

se acamellonan para poder llevar a cabo el cálculo del volumen y ver si existe algún faltante.

En el caso de que el material insitu contenga cierta humedad, se deberá calcular para conocer si estamos por debajo o por encima de la humedad óptima de compactación. Y así se podrá determinar si se le agrega agua y la cantidad adecuada, En caso de tener excedente de humedad se debe “voltear” el material para que por evaporación pierda el agua sobrante. El material acamellonado se abre parcialmente y se humedece con una cantidad de agua cercana a la óptima, siendo para los caminos una humedad menor a la obtenida en laboratorio. El agua se riega con una pipa en varias pasadas, distribuyéndola uniformemente se hace un primer riego y la moto niveladora abre una nueva cantidad de material, el cual coloca sobre el material que se humedeció para que vuelva a pasar la pipa; esto se hace comúnmente en tres etapas, para después con la misma maquinaria, homogenizar la humedad. Cuando se llega a la humedad deseada se distribuye el material en toda la corona para formar la capa con el espesor suelto necesario, debiendo cuidar que no se separe el material fino del grueso. Ya extendido se compacta con un rodillo liso o de neumáticos, inclusive con una combinación de ambos hasta alcanzar el grado de compactación que marca el proyecto, y su espesor indicado.

Una vez alcanzada la compactación de proyecto, ésta se deja secar superficialmente, se barre para retirar cualquier tipo de basura y, materia suelta. Después de esto se le aplica un riego de emulsión asfáltica de fraguado lento o superestable mejor conocida como riego de impregnación. Este riego sirve para

impermeabilizar y estabilizar la base y le ayudará a protegerla de la intemperie cuando por algún motivo no se va a colocar una carpeta a corto plazo. La cantidad por aplicar variará de acuerdo con la abertura de poro que presente la base, para conocer cuál es la cantidad adecuada se recomienda efectuar “mosaicos” de prueba, los cuales variarán de 0.6 a 1.2 lts/m² de emulsión. La SCT recomienda que este asfalto penetre dentro de la base de 3 a 5 mm, no debiendo quedar charcos o natas de asfalto que puedan desestabilizar o alterar la capa superior. Se recomienda no aplicar esta capa cuando amenace una lluvia, o cuando la temperatura sea menor de 5°C o bien, cuando exista mucho viento. Ya que afectaría la calidad del riego. La base impregnada puede abrirse al tránsito con un tiempo de reposo de 24 horas como mínimo, pero si lo ordena la secretaría se abrirá antes, esta capa es recomendable que se cubra con un poreo de arena para evitar que los vehículos se lleven la película de asfalto recién colocada.

2.4.3. Carpetas Asfálticas.

Se cuenta con diferentes sistemas para aplicar este tipo de carpeta, aquí mencionaremos las más comunes: por el sistema de riegos, por el sistema de mezcla en el lugar y por medio de mezcla asfáltica en caliente elaborada en planta, y cualquiera de estas maneras se deben de cumplir con los siguientes requisitos: La vida útil debe cumplir por la indicada por la SCT, es decir, no se deben desplazar ni desintegrar por la acción del tránsito, deben de tener una buena resistencia al intemperismo y condiciones climatológicas, y soportar pequeñas deformaciones sin sufrir agrietamiento. Se debe de tener en cuenta y tomar la precaución de que el

espesor de la carpeta sea igual o mayor a los 3cm compactos y no es conveniente que los camellones sean de más de 5 km de longitud” (Mier, 1987: 318-319). Este mismo autor comenta que los materiales asfálticos más usados son cementos asfálticos, asfaltos rebajados de fraguado rápido o emulsiones de rompimiento rápido y aditivos.

Las carpetas asfálticas por el sistema de riegos se le aplica de uno, a tres riegos de materiales asfálticos, cubiertos con capas de materiales pétreos de diferentes tamaños, triturados y/o cribados, en la siguiente tabla se muestra la denominación de los materiales pétreos para carpetas por el sistema de riego:

| Denominación del material pétreo | Que pase por la malla de | Y se retenga en la malla de |
|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1 | 1" | 1/2" |
| 2 | 1/2" | 1/4" |
| 3-A | 3/8" | Núm. 8 |
| 3-B | 1/4" | Núm. 8 |
| 3-E | 3/8" | Núm. 4 |

La granulometría que debe cumplir los materiales pétreos para carpetas por el sistema de riegos es:

DENOMINACIÓN DEL MATERIAL PÉTREO

| MALLAS | CONDICIONES | 1 | 2 | 3-A | 3-B | 3-E |
|---------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 ¼" | Debe pasar | 100% | | | | |
| 1" | Debe pasar | 95% mín. | | | | |
| ¾" | Debe pasar | | 100% | | | |
| ½" | Debe pasar | | 95% mín. | 100% | | 100% |
| | Debe retenerse | | 95% mín. | | | |
| 3/8" | Debe pasar | | | 95% mín. | 100% | 95% mín. |
| ¼" | Debe pasar | | | | 95% mín. | |
| | Debe retenerse | | 95% mín. | | | |
| Núm. 4 | Debe retenerse | | | | | 95% mín. |
| Núm. 8 | Debe retenerse | | 100% | 95% mín. | 95% mín. | 100% |
| Núm. 40 | Debe retenerse | | | 100% | 100% | |

Carpetas de un riego: siguiendo con Mier, para realizar una carpeta de un riego primero se barre la superficie de la base impregnada, ya estando libre de cualquier partícula se realiza un riego de material asfáltico en una cantidad determinada por el laboratorio, cubriendo enseguida con material pétreo 3-A o 3-E en cantidad según proyecto y por último se rastrea y se plancha el material pétreo. Después de un tiempo de tres días se barre la superficie y se remueve el material que no se halla adherido al material asfáltico.

Carpetas de dos riegos: para este sistema se realizará primeramente el barrido de la base impregnada y sobre la base limpia se da un riego de material asfáltico, enseguida se cubre con material pétreo, se rastrea y plancha el material, enseguida se da un segundo riego de material asfáltico del tipo y cantidad fijada, cubriendo enseguida con material pétreo 3-B, el cual se rastrea y plancha. Después de un tiempo de tres días se barre la superficie y se remueve el material que no se halla adherido al material asfáltico. Las dosificaciones de material pétreo y asfáltico para carpetas de dos riegos es la siguiente:

| concepto | Denominación del material pétreo | |
|-------------------------------------|----------------------------------|------------|
| | 1er. Riego | 2º. Riego |
| I. Material pétreo | Número 2 | Número 3-B |
| 1)Granulometría | | |
| A)que pasa por la malla de | ½" | ¼" |
| B)que quede retenido en la malla de | ¼" | Número 8 |
| 2)dosificaciones (lts/m2) | 8 – 12 | 6 - 8 |
| II. Material Asfáltico | | |
| 1)Cemento asfáltico (lts/m2) | 0.6-1.1 | 0.8-1.1 |
| 2)FR-3 | 0.8-1.5 | 1.1-1.5 |
| 3)FR-4 | 0.8-1.4 | 1.0-1.4 |
| 4)Emulsión catiónica o aniónica | 0.8-1.0 | 1.0-1.5 |

Carpetas de tres riegos: Al igual que los casos anteriores se procede primeramente con el barrido de la base impregnada, y sobre la base limpia se da un riego de material asfáltico, posteriormente se cubre con material pétreo número 1, se rastrea y se realiza una pasada con el equipo de compactación, se continua con un segundo riego de material asfáltico del tipo y cantidad fijada, cubriendo enseguida con material pétreo número 2, el cual se rastrea y compacta, aplicando dos pasadas completas con el equipo; si se desea se podrá abrir el tramo para el libre tránsito siempre y cuando pase cuando menos seis horas por un tiempo no mayor de dos

semanas, seguidamente se le da una barrida a la carpeta para eliminar el material pétreo suelto, a continuación se da el 3er. Riego de material asfáltico cubriéndolo con material pétreo 3-B y procediendo a su compactación, por último a los tres días se barre la superficie recolectando el material pétreo que no se adhiero a la superficie.

Las dosificaciones para este sistema de tres riegos es el siguiente:

| | | | |
|-------------------------------------|------------|-----------|------------|
| I. Material pétreo | 1er. Riego | 2º. Riego | 3er. Riego |
| 1)Granulometría | Número 1 | Número 3 | 3-B |
| A)que pasa por la malla de | 1" | 1/2" | 1/4" |
| B)que quede retenido en la malla de | 1/2" | 1/4" | Núm. 8 |
| 2)dosificaciones (lts/m2) | 20 - 25 | 8 - 12 | 6 - 8 |
| II. Material Asfáltico | | | |
| 1)Cemento asfáltico (lts/m2) | 0.6-1.1 | 1.0-1.4 | 0.7-1.0 |
| 2)FR-3 | 0.8-1.5 | 1.3-1.9 | 0.9-1.3 |
| 3)FR-4 | 0.8-1.4 | 1.2-1.8 | 0.9-1.2 |
| 4)Emulsión catiónica o aniónica | 0.8-1.0 | 1.0-1.5 | 1.0-1.5 |

La compactación de estas carpetas se debe de realizar de las orillas hacia el centro en tangentes y del lado interior al exterior en las curvas. Para que una carpeta por el sistema de riegos se dé por terminada debe de cumplir con las siguientes tolerancias:

| | |
|---|-----------------|
| Ancho de la carpeta del eje a la orilla | + 5 centímetros |
| Pendiente transversal | + - ½ % |
| Profundidad de presiones observadas colocando una regla de tres metros de longitud paralela y normalmente al eje. | 1 cm. |

Carpetas Asfálticas de Mezcla en el Lugar.

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

Para la construcción carpetas de este tipo la base debe de estar debidamente terminada e impregnada, para posteriormente dar un riego de liga con petrolizadora en toda la superficie que llevara carpeta, como alternativa se puede emplear una motoconformadora para realizar la mezcla de los materiales pétreos y asfálticos este último debe de aplicarse con petrolizadora, es conveniente dar varios riegos sobre el material pétreo extendido, procediendo después de cada riego a mezclarlos para obtener un producto homogéneo. La mezcla elaborada con asfaltos rebajados se curará oreándola, se mezclara con la motoconformadora el tiempo suficiente para que se volatilice una parte del disolvente y se obtenga la relación disolvente-cemento asfáltico de la mezcla. Cuando se elabore con emulsiones de rompimiento medio o lento, se aplicará un riego de agua para dar la humedad fijada.

Para su compactación se empleara un compactador de llantas neumáticas a un mínimo del 95% de su peso volumétrico máximo, después se empleara una plancha lisa para borrar las huellas que dejen loa compactadores neumáticos. Cuando la carpeta esté terminada se realizara un riego de sello cuando esta resulte con mayor permeabilidad del 10% permitido.

Carpetas con mezcla asfáltica en caliente.

Este tipo de carpetas se elaboran en una planta estacionaria utilizando cementos asfálticos, estas plantas deben de constar de: un secador con inclinación ajustable colocado antes de las cribas clasificadoras, con una buena capacidad para secar un buen volumen de material pétreo igual o mayor que la capacidad de producción de concreto asfáltico de la planta. A lo que es la salida del secador debe de haber un pirógrafo para registrar automáticamente la temperatura del material

pétreo, cribas para clasificar el material pétreo por lo menos en tres tamaños con una capacidad suficiente para mantener las tolvas siempre con material pétreo disponible para la mezcla, tolvas para almacenar el material pétreo y protegerlo de la lluvia y el polvo con capacidad que asegure la operación de la planta cuando menos durante 15 minutos sin ser alimentadas y divididas en compartimientos para almacenar los materiales pétreos por tamaños, dispositivos que permitan dosificar los pétreos, de preferencia por peso, pudiendo hacer un ajuste de la mezcla en cualquier momento, para así mismo obtener la granulometría que indique el proyecto. Un equipo para calentar el cemento asfáltico, prov4isto de un termómetro con una graduación de 20 a 210 °C. Dispositivos para dosificar el cemento asfáltico con aproximación de +- 2%. Una mezcladora equipada con un dispositivo para el tiempo de mezclado. También se ocupa un recolector de polvo y un dispositivo para agregar finos.

La temperatura del material debe de andar entre 120 y 160 °C al momento de agregarle el cemento asfáltico y la mezcla al salir de la planta debe de tener una temperatura entre 120 y 150 °C

Para la aplicación de la mezcla la superficie deberá estar seca o ligeramente húmeda. La temperatura de la mezcla no deberá ser inferior a 110°C al comienzo del tendido y 85°C al término del proceso. Las mezclas deberán extenderse sobre superficies secas y previamente imprimadas. Sólo deberán colocarse y compactarse mezclas cuando la temperatura ambiental sea de por lo menos 10 °C, sin bruma ni lluvia. Cabe comentar que en caso aproximarse la lluvia, deberá suspenderse el tendido ya que esta puede alterar la temperatura de la carpeta.

*Tendido de carpeta asfáltica en caliente:



Posteriormente se pasa un rodillo tándem de dos ruedas de acero, de las orillas hacia el centro del camino en las tangentes y del interior al exterior en las curvas con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador. Durante la compactación las ruedas de las apisonadoras deberán mantenerse húmedas para evitar que se adhieran al material.



Después de haberse hecho las correcciones que fuesen necesarias y después de la compactación inicial, se procede a dar pasadas con el rodillo neumático.



La segunda compactación se considera preferible los rodillos neumáticos adecuados para alcanzar un mínimo de 95% del peso volumétrico máximo, que deben seguir a la compactación inicial tan de cerca como sea posible y mientras la mezcla está aún a una temperatura que permita alcanzar la máxima densidad.

Por último la compactación final debe realizarse con rodillos tándem de dos ruedas o tres, mientras que el material es aún suficientemente trabajable para permitir suprimir las huellas de los rodillos. La compactación de la mezcla debe terminarse a una temperatura mínima de 70 °C

2.5. Materiales asfálticos.

Son los materiales bituminosos con propiedades aglutinantes, sólidos, semisólidos o líquidos que son utilizados en estabilizaciones, riegos de impregnación, de liga y de sello, en la elaboración de carpetas asfálticas y morteros. Los materiales asfálticos son clasificados en cementos asfálticos, emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados.

Los cementos asfálticos son asfaltos que se obtienen del proceso de destilación del petróleo. Su viscosidad varía con la temperatura y entre sus componentes las resinas le producen adherencia con los materiales pétreos, al ser calentados se licúan lo que les permite cubrir todas las partículas del material pétreo.

N-CMT-4-05-001/00

Se necesita tener una temperatura adecuada para su aplicación y se utiliza en la elaboración de carpetas de mezcla en caliente, en morteros y estabilizaciones, así también es un elemento base para la elaboración de emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados.

| NORMAS | | N.CMT.4.05.001/00 |
|---|--|---|
| TABLA 2.- Clasificación de los cementos asfálticos según su viscosidad dinámica a 60°C | | |
| Clasificación | Viscosidad a 60°C Pa*s (P(1)) | Usos más comunes |
| AC-5 | 50 ± 10 (500 ± 100) | <ul style="list-style-type: none"> • En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 1 en la figura 1. • En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen para riegos de impregnación, de liga y poreo con arena, así como en estabilizaciones. |
| AC-10 | 100 ± 20 (1000 ± 200) | <ul style="list-style-type: none"> • En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 2 en la figura 1. • En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zona 1 en la figura 1. |
| AC-20 | 200 ± 40 (2000 ± 400) | <ul style="list-style-type: none"> • En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 3 en la figura 1. • En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zona 1 en la figura 1. |
| AC-30 | 300 ± 60 (3000 ± 600) | <ul style="list-style-type: none"> • En la elaboración de carpetas de mezcla en caliente dentro de las regiones indicadas como Zona 4 en la figura 1. • En la elaboración de emulsiones asfálticas que se utilicen en carpetas y morteros de mezcla en frío, así como en carpetas por el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zonas 3 y 4 en la figura 1. • En la elaboración de asfaltos rebajados en general, para utilizarse en carpetas de mezcla en frío, así como en riegos de impregnación. |



FIGURA 1.- Regiones geográficas para la utilización de asfaltos clasificados según su viscosidad dinámica a 60°C. (Ver Tabla 2)

Emulsiones asfálticas

Están formadas por dos fases no miscibles en los que la fase continua de la emulsión está formada por agua y la discontinua por pequeños glóbulos de cemento asfáltico. Se llaman emulsiones asfálticas aniónicas cuando el agente emulsificante confiere polaridad electronegativa a los glóbulos y las emulsiones catiónicas cuando les confiere polaridad electropositiva, para su aplicación se necesita agua y son utilizadas en la elaboración de carpetas con mezcla en frío, morteros, riegos y estabilizaciones.

Las emulsiones pueden ser de los siguientes tipos:

Emulsiones de rompimiento rápido: Se emplea para riegos de liga y carpetas por el sistema de riegos.

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

Emulsiones de rompimiento lento: Se emplean para la elaboración de mezclas en frío en planta y para estabilizaciones asfálticas.

Emulsiones superestables: se emplean principalmente en estabilizaciones de materiales y trabajos de recuperación de pavimentos.

NORMAS N-CMT-4-05-001-1/00
Clasificación de las emulsiones asfálticas

| Clasificación | Contenido de cemento asfáltico en masa % | Tipo | Polaridad |
|----------------------|---|--------------------|------------------|
| EAR-55 | 55 | Rompimiento rápido | Aniónica |
| EAR-60 | 60 | | |
| EAM-60 | 60 | Rompimiento medio | |
| EAM65 | 65 | | |
| EAL-55 | 55 | Rompimiento lento | |
| EAL-60 | 60 | | |
| EAI-60 | 60 | Para impregnación | |
| ECR-60 | 60 | Rompimiento rápido | Cationica |
| ECR-65 | 65 | | |
| ECR-70 | 70 | | |
| ECM-65 | 65 | Rompimiento medio | |
| ECL-65 | 65 | Rompimiento lento | |
| ECI-60 | 60 | Para impregnación | |
| ECS-60 | 60 | Sobre estabilizada | |

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

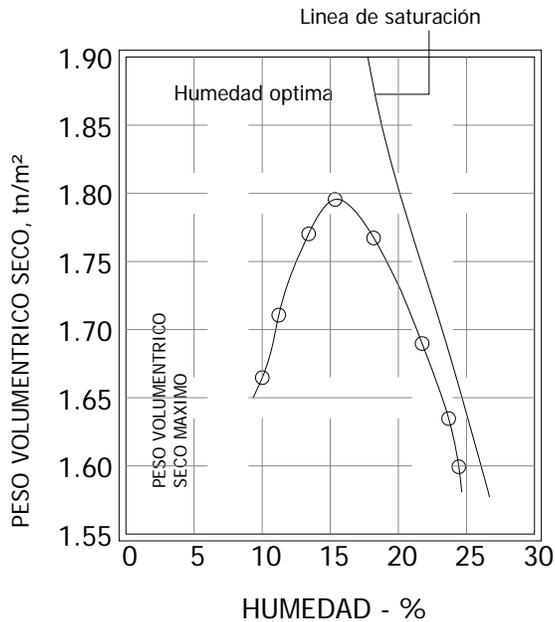
Para transportar los materiales asfálticos se utilizan auto-tanques y estos deben contar con equipo adecuado para calentar el producto cuando se requiera, debiendo ser herméticos y con tapa segura para así mismo evitar fugas y contaminaciones. Los riegos de asfalto se deben de realizar por medio de equipos llamados "petrolizadoras" y estas a su vez deben contar con el siguiente equipo: un equipo de calentamiento para tener la temperatura adecuada, una bomba que produzca la presión para obtener una dispersión uniforme en todas las espesas de la barra, un tacómetro para regular la velocidad y poder regular una dosificación controlada y uniforme en todo el tramo deseado; termómetro y todo lo necesario para una buena operación.

Nunca se deberá de aplicar materiales asfálticos cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5 °C, ni cuando se presente amenaza de lluvia o cuando el viento impida la aplicación del material.

2.6. Compactación de los materiales en caminos.

“La compactación es un proceso donde se busca mejorar las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo – deformación: siendo así que se pretende obtener un suelo estructurado que tenga un comportamiento mecánico adecuado durante toda su vida útil del camino” (Mier, 1987: 337).

Este autor menciona que es sencillo controlar la compactación de un material determinando el peso volumétrico seco de los materiales compactados. El contenido de agua es un factor de gran importancia en la compactación ya que existe un contenido óptimo que produce el máximo peso volumétrico seco, en la curva de compactación se puede apreciar un máximo absoluto: el peso volumétrico seco correspondiente al máximo absoluto recibe el nombre de peso volumétrico seco máximo y la humedad con la que tal máximo se consigue se le llama humedad óptima como se ve en la figura siguiente en la que también aparece la curva correspondiente al 100% de saturación del suelo.



Curva de compactación típica

Se puede lograr la compactación adecuada en campo de cuatro maneras diferentes de aplicar la energía de compactación:

1.- Por amasado: los compactadores por amasado son los rodillos pata de cabra, estos suelen tener su peso sobre la pequeña superficie del conjunto de puntas de forma variada, ejerciendo presiones estáticas muy fuertes en los puntos que penetran en el suelo, llegando un momento de que ya no se produce ninguna compactación adicional; la superficie queda distorsionada pero se compacta bajo la siguiente capa que es tendida. La acción del rodillo hace progresar la compactación de la capa de suelo de abajo hacia arriba; en las primeras pasadas las protuberancias y una parte del tambor penetran en el suelo, lo que hace que la mayor presión se ejerza en el lecho inferior de la capa compactada, siempre y cuando el espesor de la capa por compactar no debe ser mucho mayor que la longitud del vástago, a esta acción se le llama acción de amasado. Los rodillos más comunes tienen vástagos de 20 a 25cm de longitud y son usados para compactar capas de suelo suelto de 30cm

aproximados. Este tipo de rodillo tiene buenos resultados en los terraplenes de suelos finos; buena distribución uniforme de la energía de compactación en cada capa y una buena liga entre capas sucesivas.

Existe un rodillo de rejillas que ha sido utilizado en materiales que requieren disgregación, ha dado buenos resultados en las arcillas homogéneas o mezclas de arena, limos y arcillas

El rodillo segmentado se ha utilizado también en materiales que requieren disgregación, pero en si su uso se ha venido dando en suelos como arcillas no muy plásticas.

2.- Compactadores por presión: la compactación por presión se realiza por medio de compactadores de rodillos lisos y neumáticos, los lisos se dividen en remolcados y autopropulsados, los remolcados están formados por dos tambores al que se sujetan los ejes; su peso anda entre 14 y 20 ton. Los autopropulsados están formados por una rueda delantera y una o dos traseras y su peso varía entre 3 y 13 ton., se usan primordialmente en la compactación de la subrasante, de bases hidráulicas y de carpetas asfálticas.

Los compactadores de neumáticos su fundamental acción tiene lugar por la presión que se da a la capa de suelo suelto, produciendo también un efecto de amasado, el rodillo aplica básicamente la misma presión desde la primera pasada siendo dicha presión casi igual a la de inflado de la llanta. Estos rodillos se usan principalmente en la compactación de suelos arenosos con finos poco plásticos y en limos poco plásticos.

3.- compactadores por impacto: esta compactación se realiza por medio de pizones o bailarinas cuya función se hace en áreas pequeñas, su empleo se realiza principalmente en zanjas, desplante de cimentaciones, alcantarillas o en estribos de

los puentes y donde no pueden usarse equipos de mayor dimensiones por razones de espacios o de un peso excesivo.

4.- Compactadores por vibración: en estos compactadores la ventaja es que la vibración tiene la capacidad de compactar capas de mayores espesores que las que es común con otros equipos, con estos rodillos pueden compactarse hasta capas de 1.2 m usando rodillos muy pesados. Se tienen también una combinación de rodillos la unidad vibrante se acopla a un equipo liso o la combinación de rodillos lisos con neumáticos llamados duopactor teniendo la opción de compactar diferentes tipos de materiales.

Uno de los requisitos recomendables para tener una buena compactación es conocer bien los materiales por compactar haciendo de este conocimiento con un buen recorrido por la línea del camino y realizando muestreos y analizar los bancos de materiales que se emplearan para la construcción del camino, debiendo hacer las pruebas de laboratorio necesarias como es la humedad natural del suelo en el campo, las curvas de compactación, las características de expansión y contracción por secado del suelo.

2.7. Controles de laboratorio necesarios.

De acuerdo a las bases de licitación de la SCT la verificación de calidad durante la construcción de un camino es el conjunto de actividades que permiten corroborar que los conceptos de obra cumplan con las especificaciones del proyecto, ratificar la aceptación, rechazo o corrección de cada uno, y comprobar el cumplimiento del programa detallado de control de calidad, así como tener una buena verificación de los materiales y equipos de instalación permanente que se utilicen en su ejecución, comparándolas con las especificadas en el proyecto y determinar

oportunamente si el proceso de producción o el procedimiento de construcción se está realizando correctamente o debe ser corregido. Dichas actividades comprenden principalmente el muestreo, las pruebas de campo y laboratorio, así como los análisis estadísticos de sus resultados, entre otras.

Para poder iniciar la obra es necesario contar en el campo con un programa de control de calidad que sea técnicamente factible y aceptable desde el punto de vista de su realización física, así como comprobable en todas y cada una de las actividades programadas; que incluya la forma y los medios a utilizar para evaluar la calidad de los materiales correspondientes a todos los conceptos de obra terminada y de sus acabados, así como de los equipos de instalación permanente que vayan a formar parte integral de la obra. Este programa ha de ser congruente con el programa de ejecución de los trabajos. El personal de control de calidad con el que se debe contar en la obras es un jefe de control de calidad que conozca los aspectos relacionados con el tipo de obra de que se trate, así como con el proyecto de la misma y que previamente sea aceptado por la Secretaría. El Jefe de Control de Calidad debe coordinar todos los trabajos para la correcta ejecución del control de calidad, analizar estadísticamente los resultados que se obtengan. Un jefe de verificación de calidad, que conozca ampliamente todos los aspectos relacionados con el tipo de obra de que se trate, así como con el proyecto de la misma y que previamente sea aceptado por la Secretaría. El Jefe de Verificación de Calidad debe coordinar todos los trabajos necesarios para la correcta ejecución de la verificación de calidad, analizar conjuntamente y en forma estadística los resultados que se obtengan del control de calidad y de la propia verificación.

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

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

Se tendrán que elaborar informes diarios a como se vaya avanzando la obra, al término de cada día, que presenten los resultados de las mediciones y pruebas ejecutadas durante el día, señalando aquellos que, en su caso, no cumplan con las especificaciones del proyecto y/o que muestren desviaciones en el proceso de producción o procedimiento de construcción, se deberán corregir de inmediato para no afectar la calidad, así como las posibles causas de falla y las recomendaciones para corregirlas. En cada informe diario se incluirán además el nombre de la obra, el número y la fecha del informe, y el nombre del laboratorista que haya realizado las

pruebas, así como el nombre y la firma del Jefe del Control de Calidad, quien lo entregará al Residente o al Superintendente.

Otro informe será el mensual, elaborados al término de cada mes, que contengan como mínimo la descripción de los trabajos de control de calidad ejecutados en el periodo del que se informe; las cartas de control de las mediciones y pruebas realizadas, y los resultados de otros análisis estadísticos efectuados, para cada material, frente y concepto de obra; el dictamen que certifique que la obra ha sido ejecutada de acuerdo con las características de los materiales, de los equipos de instalación permanente, de los acabados y las tolerancias geométricas, especificadas en el proyecto. Como apéndices se incluirán un informe fotográfico que muestre los aspectos más relevantes del control de calidad y las copias de todos los informes diarios elaborados en ese periodo. Los informes mensuales serán firmados por el Jefe de Control de Calidad y por el Residente o el Superintendente, en cuyo caso el contratista los entregará al Supervisor y así mismo poder cobrar las estimaciones correspondientes.

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

apéndice se incluirá un informe fotográfico que muestre los aspectos más relevantes de la obra terminada. El informe final debe ser firmado por el Jefe de Control de Calidad y por el Residente o el Superintendente, en cuyo caso el Contratista de Obra lo entregará al Supervisor junto con su estimación de cierre.

Para lo que es el muestreo de materiales asfálticos consiste en obtener una porción representativa del volumen de material asfáltico en estudio. Se realiza en materiales almacenados en uno o varios depósitos, o durante las maniobras de carga, descarga o aplicación. Los materiales asfálticos sólidos o semisólidos se calientan solamente lo indispensable para facilitar su muestreo para la ejecución del muestreo. El equipo a emplear ha de estar en condiciones óptimas para su uso, limpio, completo en todas sus partes y sin desgaste. Consiste fundamentalmente en un muestreador, formado por un recipiente metálico o de vidrio, convenientemente lastrado y provisto de un tapón o corcho que pueda retirarse desde el exterior mediante una cadena o cordel. El recipiente ha de estar sujeto al extremo de una varilla metálica o de madera, o bien a otro cordel, de tal forma que estando tapado y con la boca hacia arriba pueda sumergirse hasta la profundidad deseada.

2.8. Programación de Obras.

Un programa de obra ayuda a la administración de la obra ya que como su nombre lo indica nos ayuda a programar tiempos para suministro de materiales. Casi siempre está en forma de gráfica de barras, este programa cuenta para una obra cualquiera las operaciones, la cantidad, la unidad y el tiempo de construcción de cada concepto de obra, también muestra las fechas de inicio y terminación de cada

concepto y de toda la obra en general. Es necesario insertar un espacio para indicar la cantidad real de trabajo terminado de cada concepto en un tiempo dado, con esto se puede ver en fin de semana o de mes si se realiza un buen adelanto real de la obra y ver si la construcción de la obra va de acuerdo al proyecto.

La base para la construcción de los programas de obra, son los rendimientos de los precios unitarios aplicados a las cantidades de obra de los planos con base en los procedimientos constructivos derivados de las especificaciones.

Entonces el programa debe representar la idealización de la secuencia lógica coherente de las actividades necesarias para la realización de los proyectos de construcción y para llegar a esto, se recomienda el siguiente esquema:

| Concepto o Actividad | Unidad | Cantidad | Rendimiento | Duración |
|-----------------------------|---------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| | | | | |

Para la construcción del diagrama de Gantt usando este esquema se deben utilizar los rendimientos de los precios unitarios del concepto o actividad de que se trate, con lo cual se logra correlacionar el costo con el tiempo de ejecución y así se logra tener una conciencia clara del comportamiento del proceso de construcción.

Una vez elaborado el plan de trabajo para la realización de un proyecto, es necesario incorporar los recursos suficientes para hacerlo factible. Estos recursos deberán determinarse para cada una de las actividades que integran el plan. La

incorporación de los recursos es parte de la programación. Es importante señalar que dentro del análisis de la programación, se deben destacar las actividades críticas que influyen directamente en el avance de la construcción.

Conociendo el tiempo óptimo y el tiempo normal de ejecución estamos en condiciones de analizar el presupuesto, como es sabido el presupuesto de un proyecto consta de tres elementos, los conceptos, la cantidad y los precios unitarios y si se sabe que la base de los precios unitarios son los rendimientos entonces el análisis se debe centrar en éstos.

Para el análisis de los rendimientos se recomienda la utilización de la siguiente fórmula:

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\text{COSTO MÁXIMO} - \text{COSTO NORMAL}}{\text{DURACIÓN NORMAL} - \text{DURACIÓN MÁXIMA}} = \$/\text{TIEMPO OPTIMO}$$

Como se puede observar, la fórmula es objetiva para el análisis de los presupuestos y definir si el presupuesto realmente refleja el comportamiento real de la obra respecto al tiempo de ejecución y características particulares de la construcción.

Preparación de un programa de obra.

Antes de todo se tiene que dividir el proyecto en sus respectivos conceptos de obra, se determinaran los volúmenes a construir y para cada cantidad de trabajo se tendrá que estimar su tiempo o rapidez de trabajo, es necesario a este tiempo determinado, descontarle una cantidad de tiempo apropiada para tiempos no considerables como las lluvias y algún mal tiempo.

Al tener la rapidez con la que debe llevarse a cabo la construcción de la obra se debe de tener en cuenta la economía de la obra. Debe de tenerse el numero de obreros y cuadrillas para el tipo de trabajo y así mismo tener sus respectivos rendimientos para en base a eso realizar el programa de mano de obra, la maquinaria se tendrá que estudiar de una buena manera para poder sacar sus rendimientos de cada máquina para cada concepto de obra y ver qué tipo de equipo es el más apropiado para ese mismo concepto, así mismo elaborar el programa de maquinaria de obra. Es importante tener en cuenta los materiales que se emplearan en la obra ya que se deberá de escoger materiales de buena calidad y los correctos para cada tipo de construcción, elaborando un programa de los materiales de la obra. Así mismo se tendrá que contar con un personal técnico y administrativo de tal obra que se realizara un programa necesario para este personal.

Diagrama de Gantt

Este diagrama es una representación gráfica de información relacionada con la programación de cualquier obra. "En su forma típica, las actividades a realizar u otros elementos del proyecto se enlistan hacia abajo en el lado izquierdo de la gráfica, las

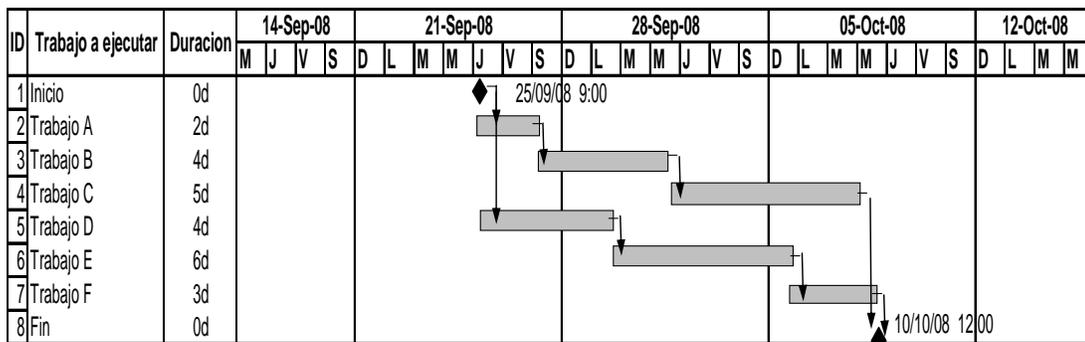
fechas se muestran en la parte superior, y las duraciones de las actividades se muestran como barras sujetas al tiempo considerado”.

Este método fue desarrollado en 1917 por Henry Gantt.

Principales características:

- Muestra las actividades que se van a ejecutar de proyecto bajo la forma de barras proporcionales al tiempo.
- Su eje horizontal corresponde al *tiempo*, mientras que el vertical a las *actividades*.
- Son simples de preparar y fáciles de comprender.
- Por sí sola, es una herramienta insuficiente para la planificación y control ya que no necesariamente muestra la secuencia lógica de las actividades.

Forma típica de un diagrama de Gantt



Pretende medir. Lo que puede afectar la validez cuantitativa es la improvisación, utilizar instrumentos hechos en el extranjero y que no han sido validados para nuestro contexto.

CAPÍTULO 3

RESUMEN EJECUTIVO DE MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN

Es importante mencionar datos sobre el tramo en construcción, que servirán para localizar la obra. Este capítulo se enfocara en presentarnos dichos datos, de igual forma se presentarán generalidades del proyecto, el entorno geográfico e informe fotográfico, estudio de transito y las posibles alternativas de solución; concluyendo con la solución más adecuada, única para el buen funcionamiento y comportamiento del tramo objeto de esta investigación.

3.1. Generalidades.

El desarrollo de esta investigación se enfoca en el proceso de construcción de la carretera Purépero - Caurio de Guadalupe del estado de Michoacán delimitado por el kilómetro 0+000 al 14+740.

3.1.1 Objetivo.

Rehabilitar el pavimento existente mediante un buen procedimiento constructivo, cumpliendo los lineamientos y normas de vialidad, así como establecer un buen control de calidad, y poder brindar la seguridad y comodidad al usuario que transita por tan importante vía de comunicación.

3.1.2 Alcance del proyecto.

Se da a conocer el procedimiento empleado para el mejoramiento del tramo antes mencionado, el cual es de gran importancia para esta región, por estar ambas

poblaciones en proceso de crecimiento constante, gracias a las actividades agrícolas, ganadero y manufacturero que se realizan en dicha región. El mejoramiento de este camino es necesario ya que la superficie esta en mal estado y en cada temporada de lluvias se agrava más el problema. Por lo que se procederá a un mejoramiento de la estructura del pavimento, mediante un buen control de calidad establecido, y el correcto manejo de las normas aplicadas a los caminos.

3.2 Resumen ejecutivo.

Dentro de este trabajo de rehabilitación del pavimento se realizó una visita de obra al tramo correspondiente y se recopilaron los datos necesarios para poder ofrecer una crítica objetiva real, y presentar la problemática de forma veraz, se aprecia que la superficie de rodamiento ya presenta deformaciones severas y cuenta con un desgaste avanzado, en cuanto a las estructuras que ya están construidas y del entorno geográfico y de más datos del lugar. Por tanto se elaboraron los estudios necesarios tales como topográfico, impacto ambiental, geología, y aforo vehicular que es la representación real del tránsito del camino. Se realizo un estudio fotográfico para apreciar los estudios antes mencionados.

Se realizaron sondeos mediante pozos a cielo abierto y así obtener la calidad de la carpeta, la base y la sub-base actual al realizar dichos estudios se encontró que la carpeta cuenta con un espesor de 3 a 2.5cm, la base cuenta con 25cm y la sub-base con 20cm se localizaron bancos de materiales cercanos analizando muestras en cada uno y verificando que cumplan con las normas de calidad para ser aplicadas a cada capa por restablecer, a si mismo verificar que los bancos a explotar no tengan problema alguno de impacto ambiental o ecológico.

3.3 Entorno geográfico.

El estado Michoacán limita con los estados del lado norte como Jalisco y Guanajuato, por el noreste con Querétaro, al este con el estado de México, al sureste y sur con el estado de Guerrero, al oeste con Colima y parte de Jalisco y al suroeste con el Océano Pacífico. Teniendo como capital la ciudad de Morelia.

3.3.1 Macro y micro localización.

MACRO LOCALIZACIÓN



Ubicación del camino, pudiéndose apreciar el camino Purépero – Caurio de Guadalupe

MICRO LOCALIZACIÓN



Ubicación de la zona del tramo, pudiéndose apreciar las ciudades más importantes y la capital Morelia

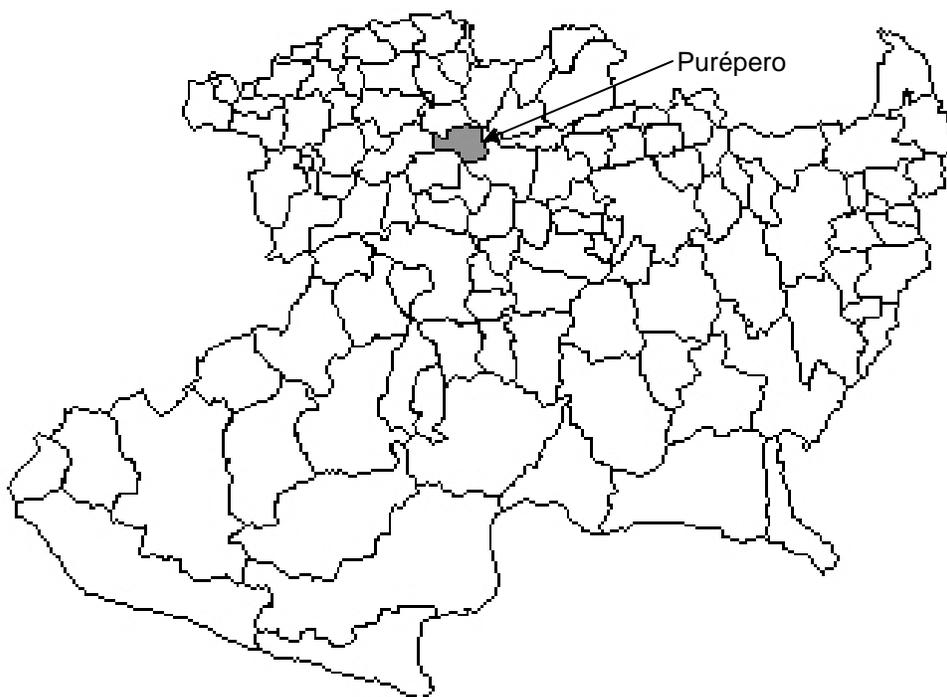


Localización del estado de Michoacán
www.sagarpa.gob.mx/dlg/michoacan/ganaderia/htm

3.3.2 Topografía Regional y de la zona en estudio.

La localidad de Purépero se encuentra localizada al noreste del Estado de Michoacán y sus coordenadas son las siguientes: 19° 54' de latitud noreste, 102° 00' de longitud Oeste y una altura de 2,020 metros sobre el nivel del mar. Dicha localidad es limitada al Norte con Tlazazalca, al Este con Zacapu, al Sur con Chilchota y al Oeste con Tangancícuaro. La capital de estado se encuentra a 113 kilómetros con respecto a dicha localidad.

Su relieve está constituido por el sistema volcánico transversal, el cual lo constituye la sierra de Purépero, los cerros de la Alberca, del cobre y de los Pérez.



Localización de Purépero Michoacán.
www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/michoacan/mpios/16070a.htm

3.3.3 Hidrológica Regional y de la Zona en estudio

La hidrografía de Purépero se constituye por los arroyos de Tlazazalca, así como los manantiales de agua fría de la Alberca y las Lajas. En cuanto al clima de esta localidad, es templado con lluvias en verano y su precipitación pluvial anual de 1,400 milímetros, en cuanto a su temperatura es demasiado variado oscila desde los 6° hasta los 45 °C. Su principal ecosistema se compone de por los bosques mixtos donde predominan especies como los pinos y encinos, en cuanto su fauna se conforma por animales como lo son los armadillos, cacomixtle, zorrillo, coyote y liebre.

3.3.4 Uso del Suelo Regional y de la zona en estudio.

Las características del suelo de este municipio datan de los periodos cenozoico, cuaternario, terciario y mioceno los cuales corresponden principalmente al de tipo podzólico, en cuanto al uso del suelo es principalmente ganadero y en menor proporción forestal y ganadero.

Las principales vías de comunicación son, la de Morelia – Zacapu – Carapan – Purépero. Además se encuentra a 23 kilómetros de la Autopista de Occidente México – Guadalajara.

Cuenta con telefonía automatizada domiciliar, caseta de teléfono público, cobertura de telefonía celular, entre otros servicios que sirven de comunicación y comodidad para los usuarios.

La actividad económica de este municipio, parte principalmente de la industria ya que cuentan con 7 fábricas de calzado fino y de trabajo, 3 de lácteos y alimentos balanceados, así como textiles y prendas de vestir, talles de torno, talleres para elaboración de muebles y de curtiduría.

Además de los pobladores cuentan con ingresos de la ganadería y la agricultura, estos ingresos no son muy significativos ya que lo que se cultiva y lo que se produce es muy poco. En cuanto a lo que se cultiva en la zona es principalmente, Maíz, repollo, tomate de hoja, frijol, alfalfa, janamargo y trigo, además se tiene cierta presencia de hurtas de aguacate. En cuanto a la ganadería se cría principalmente ganado porcino, bovino, caprino, ovino, caballar, aves de corral y la apicultura.

3.4. Informe fotográfico.

En las siguientes imágenes se muestran las condiciones reales del tramo en estudio y la vegetación:



Paisaje de la región



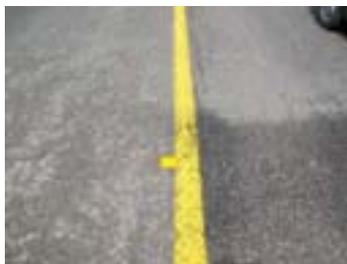
Cultivo de col



Parcela de maíz



Baches



Desgaste sobre la superficie



Hundimientos



Alcantarilla, con vegetación



Cuneta



Alcantarilla, con azolvé



Vegetación sobre hombros del camino



Lavadero afectado por la vegetación



Vehículos que circulan por el tramo

3. 5 Estudios de tránsito.

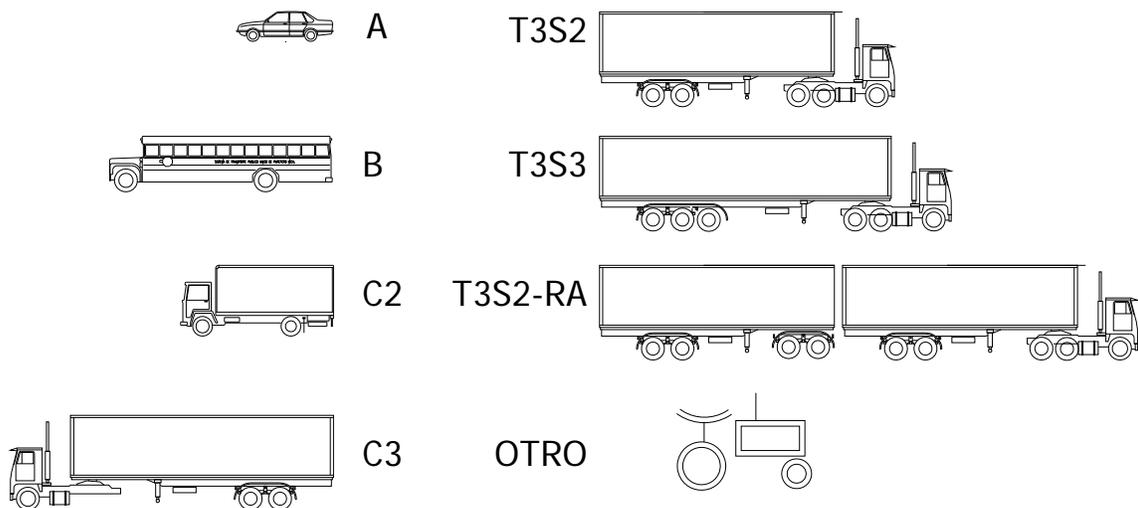
El tránsito en un camino juega un papel importante ya que si no se tiene un estudio de tránsito que sea confiable se tendrán problemas a futuro como lo es el congestionamiento.

3.5.1 Tipo y Clasificación de los vehículos.

Los Vehículos se clasifican de la siguiente manera:

- a) Vehículos ligeros menores de 3 toneladas “A”
- b) Transporte público de pasajeros..... “B”
- c) Vehículos pesados, mayor de 3 toneladas, con dos ejes “C2”
- d) Vehículos pesados, mayor de 3 toneladas, con tres ejes “C3”
- e) Vehículos pesados, mayor de 3 toneladas, con dos ejes y
remolque de 2 ejes “T3S2”
- f) Vehículos pesados, mayor de 3 toneladas, con dos ejes y
remolque de 3 ejes “T3S3”
- g) Vehículos pesados, mayor de 3 toneladas, con dos ejes y
remolque de 4 ejes “T3S4”

En el caso particular del tramo en estudio, forma parte de un camino tipo c el cual comunica a Purépero y Caurio de Guadalupe, por tal motivo el camino tiene poco tránsito. El volumen de tránsito que se tiene en la zona de estudio es de 32 vehículos en una hora.



En el caso particular del tramo en estudio, forma parte de un camino tipo c el cual comunica a Purépero y Caurio de Guadalupe, por tal motivo el camino tiene poco tránsito. En dicho camino se encontró con vehículos de tipo A carros y camionetas de igual forma camiones de carga como C₂, C₃. Se considera en el tránsito la circulación de remolques, maquinaria agrícola, bicicletas y motocicletas.

Los vehículos de tipo A, son los que tienen mayor circulación por el camino ya que los pobladores de diferentes localidades aledañas a la población de Purépero se trasladan con la finalidad de trabajar en el ramo de la industria. Para el campo existe poca movilización ya que solo en la temporada de cosecha es cuando transitan vehículos de tipo C₂ Y C₃.

El volumen de tránsito que se tiene en la zona de estudio es de 32 vehículos en una hora, de los cuales el 18.76 % son de tipo A (Carros) mientras que el 71.86 % corresponde a los de tipo A (Camionetas), para los vehículos de carga tipo C₂, le corresponde un 6.25 % y para los de tipo C₃, solo un 3.13 %.

3.6 Alternativas de solución.

Para este tema se abordaran algunas soluciones a la reconstrucción del tramo de Purépero a Caurio de Guadalupe de acuerdo a los estudios ya realizados en el tramo en estudio; analizando los sondeos para verificar la estratigrafía de la estructura y el estado actual de la superficie de rodamiento, las deformaciones de la carpeta, etc.

3.6.1 Planteamiento y Alternativas.

Como se mencionó anteriormente los tipos de fallas presentadas en el tramo son deformaciones de la carpeta sobre ruedas teniendo desprendimientos del material pétreo, dicha falla es causada por la mezcla excedida de asfalto con temperatura inferior a la requerida, y un material pétreo húmedo, otra falla es el agrietamiento por el cual se infiltra el agua a la estructura, existen asentamientos irregulares de grandes longitudes, tanto longitudinales como transversales; este tipo de falla estructural es causa de la baja resistencia al esfuerzo cortante de la terracería se puede comentar que la vida útil de la carpeta ha llegado a su límite, por lo cual se debe levantar la carpeta actual y sustituirla por una nueva, al igual que las terracerías.

De acuerdo a la problemática anterior, se determina la solución de la siguiente forma:

Las capas de base y sub-base existentes deben de ser reconstruidas con materiales de préstamo, compactado dando el espesor marcado por la SCT. Y finalmente la carpeta debe ser aplicada dando un espesor de 5cm y aplicada a la temperatura adecuada.

3.6.2 Alternativas a usar.

La alternativa a emplear tendrá una inversión justa por la necesidad del camino y el buen beneficio para la comunidad. En cuestión de impacto ambiental selecciono, una alternativa de menor daño al ecologista de la zona, ya que no se atacaran bancos de material en exceso.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

La elaboración del capítulo 4 da a conocer la metodología utilizada en la tesis.

Mencionando los siguientes puntos:

Método empleado.

Enfoque de la investigación.

Alcance.

Diseño de la investigación

Instrumentos de la recopilación de datos.

Descripción del proceso de investigación.

En la elaboración de esta investigación se recurrió a un enfoque mixto, el cual contempla aspectos del método cuantitativo y cualitativo, por lo cual el problema se aborda desde las dos perspectivas aunque cabe señalar que se privilegia el cuantitativo.

Representa una investigación descriptiva cuyo objetivo principal es “describir un fenómeno, en donde la observación es el elemento básico.” (HERNANDEZ, 1998; 65).

Para la descripción se utilizaron distintas técnicas tales como la observación sistemática, la observación participante, encuestas, entrevistas, test, etc.

4.1- Método empleado.

En esta investigación se utilizó el método matemático cuantitativo, debido a que en el proceso constructivo del tramo Purepero – Caurio de Guadalupe, se utilizan constantemente cálculos para diferentes situaciones.

4.1.1. Método Matemático.

Este método se refiere al trabajar con números y una serie de cálculos para llegar a un resultado y de esta manera tener una comparativa para así obtener nociones derivadas de, importancia, valor económico y capacidad.

El método de las matemáticas es el genético que indica el origen del objeto, el número entero es originado por la adición indefinida de la unidad a sí misma.

“En cualquier investigación que asisten números de relaciones constantes, variedad de hipótesis, diversidad de comprobaciones y éstas se tomen en cuenta para afirmar o negar algo, se está aplicando el método cuantitativo”. (Mendiente; 2005:48,49).

4.1.2. Método Analítico.

Se empleó el método matemático pero se apoya con el método analítico que es la observación y el examen de hechos, realizando así un análisis de datos; entendiendo por análisis la descomposición de un todo en sus elementos.

Según Jurado Rojas (2005), este método distingue los elementos de un fenómeno y permite revisar cada uno de ellos por separado, como lo realiza la química, la física y la biología, para luego a partir de él y experimentación de varios números establecer leyes universales.

Al llevar a cabo una investigación analítica, se tiene que cubrir sistemáticamente fases de manera continúa que son:

1. Observación.
2. Descripción.
3. Descomposición del fenómeno.
4. Enumeración de sus partes.
5. Ordenación.
6. Clasificación.

4.2- Enfoque de la investigación.

“La investigación cuantitativa ofrece la posibilidad de generalizar los resultados más ampliamente, otorga control sobre los fenómenos y un punto de vista de conteo y magnitudes de éstos. Asimismo brinda una gran posibilidad de réplica y un enfoque sobre puntos específicos de tales fenómenos, además de que facilita la comparación entre estudios similares”. (Sampieri; 2004,83).

La presente investigación se enfocó a una investigación cuantitativa que es en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables, de acuerdo con la cita anterior este tipo de investigación ofrece una generalización de los resultados, también otorga un control sobre los fenómenos y un punto de vista de conteo y magnitudes de éstos. Brinda una posibilidad de réplica y un enfoque en puntos específicos y facilita la comparación entre estudios similares.

En el presente trabajo de tesis se lleva a cabo el procedimiento de construcción de un camino ya ejecutado, se está partiendo de un proyecto ya realizado y se realizó

una comparativa de resultados entre el trabajo real ejecutado contra el proyecto originalmente contratado, siendo este por el cual se está empleando La investigación cuantitativa para analizar así la comparativa de resultados y especificar las soluciones adecuadas de resultados finales.

4.2.1- Alcance.

Una vez definida la investigación y revisada literatura es necesario visualizar el alcance del estudio a efectuar. El alcance en el presente trabajo es descriptivo y de acuerdo con Sampieri (2004) buscan especificar las propiedades y las características de un fenómeno de análisis, estos también pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a los que se refieren.

Cabe mencionar que el alcance de la investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes del fenómeno que se analice por ejemplo en el presente trabajo de tesis es necesario partir de un proyecto ya realizado, investigarlo y ejecutarlo de acuerdo a las normas y especificaciones dadas.

En el estudio descriptivo se recolecta la información de manera independiente y conjunta sobre todos los conceptos a estudiar y necesarios del tema de investigación, se selecciona una serie de cuestiones y posteriormente se describen.

En esta clase de estudios primeramente se visualizo y posteriormente se recolectaron los datos, después de recolectar estos, la descripción puede ser más o

menos profunda, aunque en cualquier caso se basa en la medición de uno de los atributos del fenómeno descrito.

4.3.1- Investigación Transeccional o Transversal.

Siguiendo con Sampieri (2004), la investigación transversal recolecta datos en un solo momento, en un tiempo único. Analiza y describe variables al mismo tiempo que identifica su incidencia e interrelación en determinado momento, es decir, pareciera como tomar una fotografía de algo que sucediera.

La medición bajo el enfoque cuantitativo, sucede en un momento único, a su vez los diseños transeccionales se dividen en tres partes: exploratorios, descriptivos y correlacionales.

4.4. Instrumentos de recopilación de Datos.

En la recopilación de datos se realiza una observación cuantitativa ya que según Sampieri (2004), es común que se anexen varios tipos de cuestionarios al mismo tiempo, las pruebas necesarias y la recolección de contenidos para el análisis estadístico.

Mientras que en investigaciones cualitativas se usan entrevistas, observaciones, y documentos para así tener apreciaciones sobre los variables contextos y las personas.

Recolectar dichos datos implica:

- 1.- Elegir uno o varios métodos disponibles, tanto cualitativos como cuantitativos, dependiendo del tipo de estudio, de su planteamiento y de los alcances de la investigación.

2.- Aplicar los instrumentos necesarios.

3.- Las mediciones que se obtuvieron y los datos obtenidos se tienen que preparar adecuadamente para ser analizados correctamente.

- Para el enfoque cuantitativo, el recolectar datos equivale a medir; y el medir es el proceso de vincular los conceptos con indicadores empíricos, mediante una clasificación, siempre se miden las variables contenidas en las hipótesis.
- Para toda recolección de datos debe de existir una confiabilidad y una validez; siendo que la confiabilidad cuantitativa se refiere al grado de que la aplicación repetida de un instrumento de medición al mismo sujeto, de resultados iguales, y la validez cuantitativa se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que se
- Está claro que no existe medición perfecta, pero en sí el error que se percate se reduce a límites tolerables.
- La confiabilidad cuantitativa que se tiene se determina calculando un coeficiente de confiabilidad, estos varían entre 0 y 1, siendo que 0=nula confiabilidad y 1=total confiabilidad.
- La evidencia sobre la validez de criterio (cuantitativa) se obtiene comparando los resultados de aplicar el instrumento de medición contra los resultados de un criterio externo.
- Para elaborar un instrumento de medición se siguen los siguientes pasos:
 1. Se enlistan las variables a medir.
 2. Revisar sus definiciones conceptuales y operacionales.

3. Elegir uno ya desarrollado o se construye uno propio.
4. Indicar niveles de medición de las variables (nominal, ordinal, por intervalos y de razón).
5. Indicar cómo se habrán de codificar los datos.
6. Aplicar prueba piloto.
7. Construir su versión definitiva.

Dentro del presente trabajo de tesis y de acuerdo al tema tratado es imprescindible la utilización de unos programas computacionales para el correcto funcionamiento del tramo carretero propuesto, los programas a utilizar son el Autocad para la cuestión de los volúmenes de proyecto y el Neodata para analizar el presupuesto y programación de la obra.

4.5. Descripción del Procedimiento de Investigación.

En la presente investigación se estudio el proceso de desarrolló partiendo principalmente de la ubicación del tramo carretero estudiado para así verificar si se contaba con el proyecto de construcción.

Posteriormente fue preciso recurrir a la investigación documental para recopilar la información teórica que justificara y explicara la revisión de dicho proyecto. Así mismo, fue necesario establecer el encuadre metodológico para definir el alcance e instrumentos de recopilación de datos. También, se realizó la captura de datos usando el programa computacional Autocad, civil cat, Neodata, y se complemento con la teoría recabada, haciendo un análisis detallado del proyecto hasta establecer

conclusiones que tuvieran como finalidad el cumplimiento del objetivo general y preguntas de investigación de dicha tesis.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El presente capítulo describe el procedimiento constructivo del tramo en cuestión, arrancando con las terracerías, la conformación de la base hidráulica, riego de impregnación, riego de liga, la carpeta, riego de sello, guarniciones, señalamiento, el costo y programa de actividades de la obra.

5.1. Procedimiento constructivo de las terracerías.

Los cortes y terraplenes se construirán de acuerdo a los datos de construcción del proyecto geométrico. Cuando la sección de construcción se apoye en forma parcial o total fuera del camino actual, se procederá a efectuar el despalme necesario para eliminar el material que contenga materia orgánica, compactando la superficie descubierta al 90% del Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.) AASHTO estándar, en un espesor de 15 centímetros. Fig 5.0

En los casos que se requiere ampliar la sección, se procederá a la construcción de un Escalón de Liga, mismo que se deberá construir de acuerdo a lo indicado en la sección de construcción correspondiente, recomendándose que se realice por capas no mayores de 30 centímetros compactos al 90 % del Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.) AASHTO estándar, en un espesor de 15 centímetros.

La superficie descubierta de las cajas que se ejecuten para el Escalón de Liga, se deberá compactar al 90% del Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.) AASHTO estándar, en un espesor de 15 centímetros.

Se perfilará la superficie actual del camino y se construirá una capa de Sub-Yacente de 30 centímetros de espesor en los terraplenes y de 20 centímetros en los cortes, compactándose al 90 % del Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.) AASHTO estándar.

Realizando los trabajos anteriores se procederá a la construcción de la capa de sub-rasante en un espesor de 30 cms. compactos al 95% del P.V.S.M. A.A.S.H.T.O., estándar, para la construcción de dicha capa se recomienda utilizar el material del banco “Tepetate del Aga” ubicado en el Km. 6+300 atrás desviación izquierda 300 metros, en donde se aceptaran como tamaño máximo al material de 3” (76 mm) a finos. La ejecución de los trabajos cumplirá con lo indicado en las Normas de Construcción e Instalaciones Vigentes de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, así como la calidad de los materiales, con lo estipulado por la propia Secretaría en sus normas actuales



Foto 5.0 Corte con Excavadora

5.2. Procedimiento constructivo de la Sub- Base Hidráulica.

Se deberá construir de un espesor de 20 centímetros compactos al 95% del P.V.S.M. A.A.S.H.T.O., Modificada, para lo cual se recomienda utilizar material pétreo de banco al cual se le dará tratamiento para producir el material a tamaño máximo de 2" (51 mm) a finos., como a continuación se describe.

El suministro de los materiales al lugar de los trabajos se realizará en camiones tipo volteo, colocándose en estaciones de 20 m., posteriormente se abrirá el material y se le aplicará humedad para poder extenderlo con maquina motoconformadora, verificando siempre que los niveles cumplan con lo establecido en proyecto, por lo que se tendrá equipo y brigada de topografía de planta en el tramo. Una vez que se tenga extendida la capa de material, se procederá a compactarse con vibrocompactador de rodillo liso hasta lograr el grado de compactación solicitado en las especificaciones de la dependencia que será 95% de su P.V.S.M, todo lo anterior apegado a la norma vigente N-CTR-CAR-1-04-002/00 de la SCT., Se ilustra a continuación el tendido y la compactación de esta capa.



Foto 5.1 Tendido de sub-base



Foto 5.2 Compactación de sub-base

5.2.1 Procedimiento constructivo de la Base Hidráulica.

La elaboración de la base hidráulica, que es la capa de materiales pétreos que se construyen sobre la sub-base, cuya finalidad es proporcionar un apoyo uniforme a la carpeta asfáltica, soportar las cargas que estas le transmiten aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos a la capa inmediata inferior, proporcionar a la estructura de pavimento la rigidez para evitar deformaciones, drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua subterránea.

En caminos de este tipo se construye la base de acuerdo a la norma N-CTR-CAR-1-04-002/00 de la SCT, Se realizaron varias pruebas de laboratorio de algunos bancos de material como se verán más adelante, para la elaboración de la base hidráulica, cumpliendo con las especificaciones requeridas para esta capa. Primeramente se checará que ya se encuentre la capa de sub-base debidamente compactada y nivelada dentro de las tolerancias, se construirá sobre la sub-base la capa de base con un espesor de 20cm., con tamaño máximo de treinta y ocho (38) mm (1 ½”), se va a utilizar material seleccionado de una mezcla de río GW gravas bien graduadas y SM arenas limosas, se adicionará 30% de material triturado del banco cerrito colorado, teniendo como resultado un material para base de buena calidad para ser usado en este tramo carretero, el material se cargara con un cargador frontal y se acarrea del banco hacia el tramo en camiones tipo torton de 14m³, descargándose el material sobre la sub-base en volúmenes necesarios para cumplir con el proyecto, por estación de 20m en tramos donde en un turno se pueda tender, conformar y compactar, este material se acamellonará en las orillas y en las curvas en la parte exterior y posteriormente se tenderá con una motoconformadora, como se ve en la foto 5.1; se le incorporará agua suficiente por medio de riegos hasta alcanzar su humedad

óptima necesaria para su compactación, siendo que el material acamellonado se abre parcialmente y se humedece con una cantidad de agua cercana a la óptima, el agua se distribuye en varias pasadas, se hace un primer riego y la motoconformadora abre una nueva cantidad de material, el cual coloca sobre el húmedo para que vuelva a pasar la pipa; esto se hace en tres etapas, ya llegando a la humedad necesaria se distribuye el material en toda la corona para formar la capa de base con el espesor suelto de proyecto, teniendo cuidado que no se separe el material fino del grueso, se cuidara su uniformidad en granulometría y contenido de agua evitando la clasificación, se le dará la compactación al 100% con respecto al P.V.S.M. de la prueba AASHTO modificada, realizando la compactación con un rodillo vibratorio como se ve en la foto 5.2; en las tangentes de las orillas hacia el centro, y en las curvas de la parte interior de la curva hacia la parte exterior con un traslape de la mitad del ancho del compactador en cada pasada. Teniendo por terminada la construcción de la base hidráulica como se muestra en la foto 5.3



Foto 5.3 Tendido de base



Foto 5.4 Compactación de base



Foto 5.4 Compactación de base

5.2.2 Procedimiento de construcción para el Riego de Impregnación.

Posteriormente se dará un riego de impregnación, que es la aplicación de un material asfáltico, sobre una capa de material pétreo como la base del pavimento, con objeto de impermeabilizarla y favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica. El material que se utilizará para el riego va a ser emulsión de rompimiento lento para impregnación, de acuerdo a la norma N-CTR-CAR-1-04-004/00, este concepto puede omitirse siempre y cuando el espesor de la carpeta sea mayor o igual a 10cm., por lo que en este caso el espesor es de 7cm si es necesario su riego de impregnación.

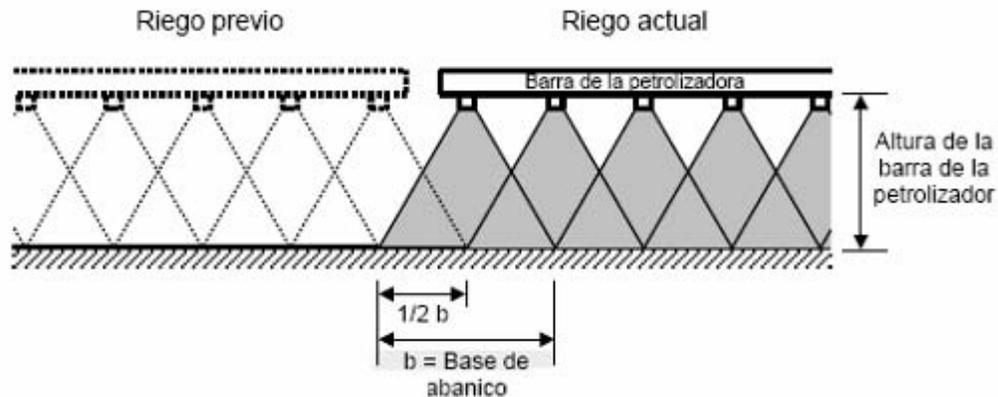
Sobre toda la base hidráulica, una vez terminada y aceptada la capa de base hidráulica, antes de que se deteriore ésta o pierda humedad por evaporación, con la finalidad de protegerla, se aplicará el riego de impregnación, para lo cual deberá estar previamente humedecida (de forma ligera), barrida y sin materias extrañas polvo, grasa ó encharcamientos, sin irregularidades y reparados los baches que hubieran existido, como enseguida se ve en la foto 5.4, se protegerán las estructuras que se pudieran manchar con el producto asfáltico.

De forma uniforme se esparcirá la emulsión asfáltica tipo ECI-60 con un contenido de cemento asfáltico de sesenta por ciento 60% aproximadamente, de acuerdo a las normas N-CMT-4-05-001/00, se hará el riego con una petrolizadora equipada con odómetro, medidores de presión, medidores adecuados para el volumen aplicado y su termómetro teniendo la emulsión a una temperatura constante de 60° C dentro del tanque y teniendo un flujo uniforme del material asfáltico sobre la base a impregnar; la cantidad de emulsión aplicada la variaremos entre 1.2 a 1.5 lts./m², dependiendo de la temperatura ambiente y la textura por impregnar.

El riego de impregnación no se aplicará sobre superficies con agua, cuando exista amenaza de lluvia ó esté lloviendo, cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del asfalto sea uniforme y cuando la temperatura de la superficie por impregnar, esté por debajo de los 15°C.

Se deberá de ajustar la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico de manera uniforme, de tal manera que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla, cubra hasta la mitad de la base del abanico de la boquilla contigua (cubrimiento doble)

CUBRIMIENTO DOBLE



La penetración del riego de impregnación sobre la base hidráulica tendrá una penetración de (4) milímetros, siendo que por la necesidad del camino y del usuario que transita por la vía es necesaria la circulación de los vehículos, por tal razón se realizará un poreo de arena fina después de haber fraguado la emulsión a razón de 3 a 5 lts/m²



Foto 5.6 Riego de impregnación

5.3. Construcción de la superficie de rodamiento.

En este apartado se tratará la elaboración de la superficie de rodamiento mediante un concreto asfáltico por el sistema de mezcla en frío elaborada en el lugar.

5.3.1. Procedimiento de construcción para el Riego de Liga.

El riego de liga se realizará de acuerdo a la norma N-CTR-CAR-1-04-005/00, mencionando que el riego de liga es la aplicación de un material asfáltico sobre una capa de pavimento, con objeto de lograr una buena adherencia con otra capa de mezcla asfáltica que es construida encima, se utilizara emulsión de rompimiento rápido, la carpeta tendrá un espesor de 5cm por consecuencia en necesario el riego de liga, si la carpeta fuera de 10cm el espesor o mayor se podría omitir el riego de liga.

El riego de liga se aplicará una vez fraguado el riego de impregnación que nos servirá para que exista una adherencia adecuada entre el suelo de la base y la carpeta, se realizará el riego de liga con una petrolizadora equipada con odómetro, medidores de presión, medidores adecuados para el volumen aplicado y su termómetro teniendo la emulsión a una temperatura constante de 60° C dentro del tanque y teniendo un flujo uniforme del material asfáltico. Se aplicara uniformemente el riego con emulsión asfáltica de rompimiento rápido tipo ECR-60 con un contenido de cemento asfáltico de sesenta por ciento 60% en una cantidad aproximada de 0.5 lts/m², como se ve en la foto 5.5; El riego no lo aplicaremos sobre superficies con agua, cuando exista amenaza de lluvia ó esté lloviendo, cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del asfalto sea uniforme y cuando la temperatura de la superficie por impregnar, esté por debajo de los 15°C.

Se ajustará la altura de la barra de la petrolizadora para aplicar el material asfáltico de manera uniforme, de tal manera que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla, cubra hasta la mitad de la base del abanico de la boquilla contigua (cubrimiento doble), la superficie cubierta por el riego de liga,

permanecerá cerrada a cualquier tipo de tránsito hasta que se construya la carpeta asfáltica.



FOTO 5.7 Colocación de Riego de Liga

5.3.2. Procedimiento de construcción para la Carpeta Asfáltica en el lugar.

Se construirá una carpeta asfáltica de un espesor de 5 cms. Compactos al 95% de su P.V.S.M., siendo el tipo de mezcla en el lugar. Para la construcción de la carpeta asfáltica se recomienda utilizar material del banco, al cual se le dará tratamiento de cribado para producir el material a tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ (19.1 mm.) a finos.

Para la elaboración de la carpeta asfáltica se recomienda utilizar emulsión asfáltica elaborada con cemento asfáltico de rompimiento medio o lento, la que presente mejor afinidad con el material pétreo.

El diseño de la mezcla así como el contenido óptimo para la construcción de la carpeta asfáltica, se determinara con oportunidad por el Laboratorio de la empresa y avalado por el Dentó. De Control de Calidad de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Publicas, una vez que se tenga el material debidamente producido para la carpeta asfáltica.

Previamente a la construcción de la carpeta asfáltica se barrera la superficie de la capa de base hidráulica. Antes de tender la carpeta asfáltica se aplicara un riego de liga con emulsión asfáltica elaborada con cemento asfáltico AC-5 de rompimiento rápido en proporción de 0.6 lts./m2.

El producto asfáltico deberá ser del tipo mencionado en la cláusula 076-D del libro 3, parte 01, titulo 03, mismo que deberá cumplir con las normas de calidad establecidas en el inciso 011-B,04.f del libro 4, parte 01, titulo 03 y para su aplicación con la cláusula 080-F del libro 3, parte 01, titulo 03. No se tenderá carpeta asfáltica sobre charcos de agua, ni se programará tendido cuando exista amenaza de lluvia, tampoco cuando la temperatura ambiente este por debajo de los quince grados centígrados (15° C).

En las siguientes fotos 5.6, 5.7 y 5.8 se ilustra el procedimiento llevado a cabo:



FOTO 5.8 Suministro de Carpeta



FOTO 5.9 Tendido de Carpeta



FOTO 5.10 Compactación de Carpeta

5.3.3. Procedimiento de construcción para el Riego de Sello Premezclado.

Sobre la carpeta se agrega un riego de sello, el cual se recomienda su aplicación aún cuando el valor de la permeabilidad de la carpeta asfáltica fuera menor de diez (10) ya que la finalidad de la aplicación del riego de sello va más allá del abatimiento de la permeabilidad, el cual consiste en una emulsión, la cual se cubre con un material pétreo del tipo 3-A, esto se compacta para que penetre en la carpeta y con ello evitar que se introduzca el agua en ella, además protege del desgaste y proporciona una superficie de rodamiento antiderrapante, antireflejante y como protección en general del pavimento construido.

Para la ejecución del riego de sello premezclado, en términos generales, se procederá de acuerdo con las etapas siguientes:

A.- Tratamiento del Material Pétreo Premezclado.

Al material pétreo se le dará un tratamiento previo de premezclado con emulsión asfáltica de rompimiento rápido tipo ECR-60, diluida como se indica a continuación:

- 1) El material pétreo a tratar será lavado para eliminar cualquier contaminante que cause algún problema, colocado en una plataforma de trabajo, y deberá estar en condiciones tales que no se contamine con las maniobras de premezclado.
- 2) La emulsión asfáltica tipo ECR-60 ó la que recomiende el fabricante, se diluirá con agua en proporción en volumen, de cuarenta por ciento (40%) de emulsión y sesenta por ciento (60%) de agua, se cuidara que sea a la emulsión a quien se le incorpore el agua y no en forma inversa; el agua a utilizar estará exenta de contaminantes. Antes de aplicar el material pétreo la disolución obtenida deberá tener una consistencia homogénea.
- 3) Con un cargador frontal se depositará el sello en la tolva de la mezcladora y sobre el material pétreo se aplicará la disolución de emulsión - agua previamente calentada a una temperatura entre treinta (30) y cuarenta grados centígrados (40° C), en proporción aproximada de 140 lts./m³ de material pétreo, cuidando que el residuo asfáltico de la mezcla sea de 2.5% en peso ó el que en su momento sea determinado por el laboratorio del control de calidad; se observara que el mezclado se haga de manera que se obtenga un producto homogéneo.
- 4) El mezclado se realiza en forma rápida, antes de que ocurra el rompimiento de la emulsión.

La aplicación del riego de sello premezclado se realizará de acuerdo a lo que se menciona en las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.), de lo cual a continuación se mencionan los pasos a seguir.

B.- Colocación del Riego de Sello Premezclado.

- 1) Antes de aplicar el riego de sello, la superficie por tratar estará seca y se barrera para dejarla exenta de materias extrañas y polvo.
- 2) Se dará el riego con emulsión asfáltica de rompimiento rápido modificada con polímeros, utilizando una petrolizadora con todo el sistema de calentamiento y riego del mismo, se comenzara el riego de la emulsión en una cantidad de uno punto dos (1.2) lts./m².
- 3) Aplicando el riego de emulsión enseguida a una cierta distancia vendrá una maquina esparcidora de sello que cubrirá con una capa del material pétreo tipo 3-A, premezclado, en cantidad que podrá variar de diez (10) a doce (12) lts./m². Se contará con una cuadrilla para abrir las compuertas del esparcidor e ir haciendo los detalles con cepillos de raíz, dejando así la superficie exenta de ondulaciones, bordos y depresiones.
- 4) Los materiales pétreos, tendidos y rastreados, se plancharán inmediatamente con rodillo liso metálico tipo tándem con peso comprendido entre 4,500 y 7,000 kg.; únicamente para acomodar las partículas del material, teniendo especial cuidado para no fracturarles por exceso de planchado, para lo cual pasara dos (2) veces por cada punto de la superficie por tratar.
- 5) A continuación se plancharán con compactador de llantas neumáticas con peso comprendido entre cinco mil (5,000) y siete mil (7,000) kilogramos. Los compactadores de llantas neumáticas se pasaran el tiempo necesario para asegurar que el máximo del material pétreo se adhiera al material asfáltico.



FOTO 5.11 Colocación del Sello Premezclado

En la etapa de aplicación del riego de sello no se permitirá el paso de vehículos, se hará el trabajo por una ala de la carretera y se dará el paso al tránsito en forma alternada, ya terminando las pasadas con el neumático se podrá circular por el tramo en cuestión, pasando un tiempo aproximado de 2 horas se procederá un barrido de la superficie para dejar el tramo sellado sin partículas sueltas y evitar posibles accidentes, como se ve en la foto 5.10 el tramo debidamente sellado y barrido.



FOTO 5.12 Tramo Sellado y Barrido

No se deberá aplicar la emulsión asfáltica con temperatura ambiente igual o menor de 15° C, ni cuando exista amenaza de lluvia o soplen vientos fuertes. La emulsión asfáltica se aplicara con temperatura mínima de cincuenta grados centígrados (50° C) y cuando la temperatura ambiente sea superior a quince grados centígrados (15° C) pero igual o menor de veinte grados centígrados (20° C) se calentará de sesenta (60) a setenta grados centígrados (70° C), así como aumentar el número de pasadas del compactador de neumáticos.

5.4. Señalamiento horizontal y vertical.

Con el fin de mantener la seguridad del usuario que circulará por este camino, se realizaran algunos trabajos correspondientes a lo que es pintado de rayas laterales y centrales sobre la superficie de rodamiento, vialetas, indicadores de alineamiento (fantasmas); así también como señales restrictivas, informativas y preventivas que complementan el proyecto, se muestra una señal preventiva en curva, fig 5.11



FOTO 5.13 Señal Preventiva

5.4.1. Proceso constructivo de guarniciones.

La elaboración de las guarniciones será con concreto hidráulico de una resistencia $f^c=200\text{kg/cm}^2$ tamaño máximo de agregado de $\frac{3}{4}$ " y revenimiento de 10 a 12cm, la mezcla de los materiales se realizará con revolvedora de un saco y se colocarán cimbras de manera alternada; fig 5.12, para lograr la llamada junta fría y así evitar fracturas del concreto, es importante mencionar que las cunetas y contracunetas son indispensables para el buen drenado del agua pluvial en un camino y así mantener contribuir con la seguridad necesaria para el usuario.



FOTO 5.14 Construcción de cunetas

5.4.2. Proceso del Balizamiento.

Este concepto se realiza con una camioneta pintarraya, que consta de dos tanques, uno para la pintura amarilla y el otro para la blanca, además cuenta con otro tanque más pequeño para la microesfera. Ya teniendo la superficie preparada, bien barrida en todo el ancho y acotamientos, con el fin de eliminar el polvo y materias extrañas que puedan afectar la adherencia con la pintura, enseguida se trazaran sobre el pavimento las marcas del señalamiento, con la calidad y frecuencia para guiar a la

pintarraya, procediendo de inmediato a la aplicación de la pintura, al mismo tiempo se le adiciona la microesfera para tener un buen reflejo por la noche; siendo una pintura de buena calidad teniendo una viscosidad de 67 a 75 unidades krebs a 25 °C, secado al tacto en unos 5 min. Y secado duro de 20 a 30 min.

El ancho de la raya será de 15 cm. y la proporción que tendremos para la microesfera es de 700gm por litro de pintura.

5.4.3. Vialetas reflejantes.

Las vialetas son dispositivos que tienen elementos retrorreflejantes, de tal manera que al incidir en ellos la luz de los faros de los vehículos se refleja un haz luminoso, con el fin de incrementar la visibilidad de las marcas durante la noche y en condiciones climáticas adversas; tendrán dimensiones de 10 x 10 x 2cm con reflejantes de una y dos caras, las de una sola cara van en las orillas de la carretera y las de dos caras irán por el centro; se procede con el pegado de las vialetas con pegamento epóxico tipo A y B, teniendo una separación de las vialetas de 15m.

La zona donde se pegaran las vialetas debe de estar limpia, para el buen funcionamiento del pegamento de las mismas, teniendo una duración de las vialetas de cuando menos tres años, como se muestra en la siguiente foto 5.13:



FOTO 5.15 Vialetas colocadas

5.5. Generación de Presupuesto y Programa de Actividades.

A continuación se presenta el presupuesto integrado con el análisis de los precios unitarios, costos indirectos, formato de cálculo de la utilidad y los cargos adicionales de la obra. Indicando también el programa de actividades por partidas de la obra en cuestión:



RELACION DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESION DE
PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPOSICION

OBRA: CAMINO CAURIO DE GUADALUPE -
PUREPERO DEL TRAMO: DEL KM 0+000 AL 14+740

| N° | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | | IMPORTE EN PESOS |
|--------------------------------|--|------------|--------|---|-------------|-------------------------|
| | | | | CON LETRA | CON NUMERO | |
| 1 | A1.1 TRAZO Y NIVELACIÓN INDICANDO EJES DE REFERENCIA | 147,282.15 | M2 | PESOS 69 /100 M.N. | \$ 0.69 | \$ 101,624.68 |
| 2 | A1.2 DESMONTE DE TERRENO POR MEDIOS MECANICOS | 13,504.35 | M3 | UN PESOS 77 /100 M.N. | \$ 1.77 | \$ 23,902.70 |
| 3 | A2.3 EXCAVACION, AMPLIACION, CORTE Y DESPERDICIO POR MEDIOS MECANICOS | 82,603.44 | M3 | CINCO PESOS 33 /100 M.N. | \$ 5.33 | \$ 440,276.34 |
| 4 | A2.4 COMPACTACIÓN DE TERRENO NATURAL AL 95% PROCTOR POR MEDIOS MECANICOS | 34,404.90 | M2 | CUATRO PESOS 71 /100 M.N. | \$ 4.71 | \$ 162,047.08 |
| 5 | A3.5 FORMACION, COMPACTACION DE TERRAPLENES 95% PROCTOR | 37,090.95 | M3 | OCHENTA Y SIETE PESOS 55 /100 M.N. | \$ 87.55 | \$ 3,247,312.67 |
| 6 | A3.6 SUB-BASE HIDRAULICA FORMADA CON MATERIAL SELECCIONADO MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTADO AL 95%DE P.U.O.T. INCLUYE EL MATERIAL DE PRESTAMO DE BANCO. LAS REGALIAS Y EL ACARREO DEL BANCO DE PRESTAMO AL SITIO PARA SU TENDIDO | 19,525.89 | M3 | OCHENTA Y SEIS PESOS 85 /100 M.N. | \$ 86.85 | \$ 1,695,823.55 |
| 7 | A4.7 BASE HIDRAULICA FORMADA CON MATERIAL SELECCIONADO MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTADO AL 100% DE P.U.O.T. INCLUYE EL MATERIAL DE PRESTAMO DE BANCO. LAS REGALIAS Y EL ACARREO DEL BANCO DE PRESTAMO AL SITIO PARA SU TENDIDO | 13,585.86 | M3 | CIENTO CUARENTA Y TRES PESOS 58 /100 M.N. | \$ 143.58 | \$ 1,950,657.78 |
| 8 | A4.8 RIEGO DE IMPREGNACION CON EMULSION ASFALTICA PARA INCLUYE LA RENA PARA EL POREO Y SU POSTERIOR BARRIDO | 55,047.84 | LT | OCHO PESOS 74 /100 M.N. | \$ 8.74 | \$ 481,118.12 |
| 9 | A5.9 RIEGO DE LIGA CON EMULSION ASFALTICA TIPO RR-2K, A RAZON DE 0.5LTS/M2, INCLUYE :EQUIPO, MATERIALES Y DESPERDICIOS. P.U.O.T. | 20,642.94 | LT | TRES PESOS 62 /100 M.N. | \$ 3.62 | \$ 74,727.44 |
| 10 | A5.10 CARPETA ASFÁLTICA POR EL SISTEMA DE MEZCLA EN EL LUGAR DE 5CMS DE ESPESOR COMPACTOS AL 95% DE SU P.V.M.S. CON EMULSION ASFALTICA ELABORADA CON CEMENTO ASFALTICO AC-20 DE ROMPIMIENTO MEDIO A RAZON DE 1.2 LTS/M2 | 3,810.99 | M3 | DOS MIL VEINTISEIS PESOS 4 /100 M.N. | \$ 2,026.04 | \$ 7,721,218.18 |
| 11 | A5.11 RIEGO DE SELLO, CON MATERIAL PEREO 3A Y EMULSION ASFALTICA TIPO RR-2K, A RAZON DE 148Lts/ M3, INCLUYE EQUIPO MATERIALES ACARREOS DE DESPERDICIOS, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA P.U.O.T. | 1,239.00 | M3 | DOSCIENTOS CATORCE PESOS PESOS 34 /100 M.N. | \$ 214.34 | \$ 265,567.26 |
| TOTAL DE LA PROPOSICION | | | | | | \$ 16,164,275.80 |

UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

DANIEL AYALA

FIRMA

Hoja No. 1



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

LICITACION No.

TRAZO Y NIVELACIÓN INDICANDO EJES DE REFERENCIA

| CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|----------------------------|--|----------|-----------------|----------------|
| Mano de Obra | | | | |
| 01-0520 | CADENERO | JOR | 0.00 | \$ 205.83 |
| MO0020 | TOPOGRAFO | jor | 0.00 | \$ 447.68 |
| Suma Mano de Obra = | | | | \$ 0.54 |
| Herramienta | | | | |
| 00-0001 | HERRAMIENTA MENOR | (%)mo | 0.04 | \$ 0.54 |
| Suma Herramienta = | | | | \$ 0.02 |
| Equipo | | | | |
| EQ001 | TRANSITO ELECTRONICO MARCA SOKKIA MOD. SET3 | hora | 0.00 | \$ 27.51 |
| Suma Equipo = | | | | \$ 0.07 |
| Costo Directo | | | | \$ 0.63 |
| Indirectos | | | % 1.93 | \$ 0.01 |
| Indirectos de Campo | | | % 0.65 | \$ 0.00 |
| Subtotal | | | | \$ 0.64 |
| Financiamiento | | | % 0.42 | \$ 0.00 |
| Subtotal | | | | \$ 0.64 |
| Utilidad | | | % 7.54 | \$ 0.05 |
| Retencion de Ley | | | % 0.50 | \$ 0.00 |
| | | | PRECIO | |
| | | | UNITARIO | \$ 0.69 |



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

LICITACION No.

DOCUMENTO

DESMONTE DE TERRENO POR MEDIOS MECANICOS

| CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---------------------|---|----------|----------------------------|----------------|
| Mano de Obra | | | | |
| 00-0010 | PEON | JOR | 0.00 | \$ 205.83 |
| | Suma Mano de Obra = | | | \$ 0.21 |
| Herramienta | | | | |
| 00-0001 | HERRAMIENTA MENOR | (%)mo | 0.04 | \$ 0.21 |
| | Suma Herramienta = | | | \$ 0.01 |
| Equipo | | | | |
| 03-4510 | TRACTOR DE CADENAS CATERPILLAR D8L MOTOR DIESEL DE 335 H.P. | Hora | 0.00 | \$ 683.23 |
| | Suma Equipo = | | | \$ 1.37 |
| | Costo Directo | | | \$ 1.59 |
| | Indirectos | % 1.93 | | \$ 0.03 |
| | Indirectos de Campo | % 0.65 | | \$ 0.01 |
| | Subtotal | | | \$ 1.63 |
| | Financiamiento | % 0.42 | | \$ 0.01 |
| | Subtotal | | | \$ 1.64 |
| | Utilidad | % 7.54 | | \$ 0.12 |
| | Retencion de Ley | % 0.50 | | \$ 0.01 |
| | | | PRECIO UNITARIO | \$ 1.77 |



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

LICITACION No.

DOCUMENTO

EXCAVACION, AMPLIACION, CORTE Y DESPERDICIO POR MEDIOS MECANICOS

| CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---------------------|---|----------|----------------------------|----------------|
| Mano de Obra | | | | |
| 00-0010 | PEON | JOR | 0.00 | \$ 205.83 |
| | Suma Mano de Obra = | | | \$ 0.21 |
| Herramienta | | | | |
| 00-0001 | HERRAMIENTA MENOR | (%)mo | 0.04 | \$ 0.21 |
| | Suma Herramienta = | | | \$ 0.01 |
| Equipo | | | | |
| 03-4510 | TRACTOR DE CADENAS CATERPILLAR D8L MOTOR DIESEL DE 335 H.P. | Hora | 0.01 | \$ 683.23 |
| EXCAVA | EXCAVADORA KOBELCO DE ORUGAS DE 138 H.P. MOD. SK220LC | hora | 0.00 | \$ 653.42 |
| | Suma Equipo = | | | \$ 4.58 |
| | Costo Directo | | | \$ 4.80 |
| | Indirectos | % 1.93 | | \$ 0.09 |
| | Indirectos de Campo | % 0.65 | | \$ 0.03 |
| | Subtotal | | | \$ 4.92 |
| | Financiamiento | % 0.42 | | \$ 0.02 |
| | Subtotal | | | \$ 4.94 |
| | Utilidad | % 7.54 | | \$ 0.37 |
| | Retencion de Ley | % 0.50 | | \$ 0.02 |
| | | | PRECIO UNITARIO | \$ 5.33 |



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

LICITACION No.

DOCUMENTO

COMPACTACIÓN DE TERRENO NATURAL AL 95% PROCTOR POR MEDIOS MECANICOS

| CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE | |
|-------------------|---|----------|--------|----------------------------|---------|
| Materiales | | | | | |
| 0303-40 | AGUA PARA CONSTRUCCION TRANSPORTADA EN PIPA | M3 | 0.03 | \$ 8.25 | \$ 0.25 |
| | Suma Materiales = | | | | \$ 0.25 |
| Equipo | | | | | |
| 03-5050 | RODILLO VIBRATORIO HUBER CT 1014 DE 14 TONS. 73 H.P. | hr | 0.01 | \$ 361.38 | \$ 3.98 |
| | Suma Equipo = | | | | \$ 3.98 |
| | Costo Directo | | | | \$ 4.23 |
| | Indirectos | | % 1.93 | | \$ 0.08 |
| | Indirectos de Campo | | % 0.65 | | \$ 0.03 |
| | Subtotal | | | | \$ 4.34 |
| | Financiamiento | | % 0.42 | | \$ 0.02 |
| | Subtotal | | | | \$ 4.36 |
| | Utilidad | | % 7.54 | | \$ 0.33 |
| | Retencion de Ley | | % 0.50 | | \$ 0.02 |
| | | | | PRECIO UNITARIO | \$ 4.71 |



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

LICITACION No.

DOCUMENTO

FORMACION, COMPACTACION DE TERRAPLENES 95% PROCTOR

| CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE | |
|-------------------|---|----------|--------|----------------------------|-----------------|
| Materiales | | | | | |
| 0303-40 | AGUA PARA CONSTRUCCION TRANSPORTADA EN PIPA | M3 | 0.20 | \$ 8.25 | \$ 1.65 |
| 0303-00 | TEZONTLE | M3 | 0.81 | \$ 71.20 | \$ 57.67 |
| MAT005 | CEMENTANTE | M3 | 0.26 | \$ 63.20 | \$ 16.43 |
| | Suma Materiales = | | | | \$ 75.75 |
| Equipo | | | | | |
| 03-4680 | RETROEXCAVADORA CASE 38SR | Hora | 0.00 | \$ 255.09 | \$ 0.64 |
| 03-4560 | MOTONIVELADORA CATERPILLAR 120G, MOTOR DIESEL DE 125 H.P. | Hora | 0.00 | \$ 329.43 | \$ 1.02 |
| 03-4960 | COMPACTADOR VIBRATORIO CATERPILLAR CS533 | Hora | 0.00 | \$ 310.94 | \$ 1.27 |
| | Suma Equipo = | | | | \$ 2.93 |
| | Costo Directo | | | | \$ 78.68 |
| | Indirectos | | % 1.93 | | \$ 1.52 |
| | Indirectos de Campo | | % 0.65 | | \$ 0.51 |
| | Subtotal | | | | \$ 80.71 |
| | Financiamiento | | % 0.42 | | \$ 0.34 |
| | Subtotal | | | | \$ 81.05 |
| | Utilidad | | % 7.54 | | \$ 6.11 |
| | Retencion de Ley | | % 0.50 | | \$ 0.39 |
| | | | | PRECIO UNITARIO | \$ 87.55 |



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

LICITACION No.

DOCUMENTO

SUB-BASE HIDRAULICA FORMADA CON MATERIAL SELECCIONADO MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTADO AL 95%DE P.U.O.T. INCLUYE EL MATERIAL DE PRESTAMO DE BANCO. LAS REGALIAS Y EL ACARREO DEL BANCO DE PRESTAMO AL SITIO PARA SU TENDIDO

| CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE | |
|-------------------|---|----------|--------|----------------------------|-----------------|
| Materiales | | | | | |
| 0303-40 | AGUA PARA CONSTRUCCION TRANSPORTADA EN PIPA | M3 | 0.20 | \$ 8.25 | \$ 1.65 |
| 0303-00 | TEZONTLE | M3 | 0.81 | \$ 71.20 | \$ 57.67 |
| MAT005 | CEMENTANTE | M3 | 0.26 | \$ 63.20 | \$ 16.43 |
| | Suma Materiales = | | | | \$ 75.75 |
| Equipo | | | | | |
| 03-4560 | MOTONIVELADORA CATERPILLAR 120G, MOTOR DIESEL DE 125 H.P. | Hora | 0.00 | \$ 329.43 | \$ 1.02 |
| 03-4960 | COMPACTADOR VIBRATORIO CATERPILLAR CS533 | Hora | 0.00 | \$ 310.94 | \$ 1.27 |
| | Suma Equipo = | | | | \$ 2.29 |
| | Costo Directo | | | | \$ 78.04 |
| | Indirectos | | % 1.93 | | \$ 1.51 |
| | Indirectos de Campo | | % 0.65 | | \$ 0.51 |
| | Subtotal | | | | \$ 80.06 |
| | Financiamiento | | % 0.42 | | \$ 0.34 |
| | Subtotal | | | | \$ 80.40 |
| | Utilidad | | % 7.54 | | \$ 6.06 |
| | Retencion de Ley | | % 0.50 | | \$ 0.39 |
| | | | | PRECIO UNITARIO | \$ 86.85 |



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

LICITACION No.

DOCUMENTO

BASE HIDRAULICA FORMADA CON MATERIAL SELECCIONADO MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTADO AL 100% DE P.U.O.T. INCLUYE EL MATERIAL DE PRESTAMO DE BANCO. LAS REGALIAS Y EL ACARREO DEL BANCO DE PRESTAMO AL SITIO PARA SU TENDIDO

| CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE | |
|-------------------|---|----------|--------|----------------------------|------------------|
| Materiales | | | | | |
| 0303-40 | AGUA PARA CONSTRUCCION TRANSPORTADA EN PIPA | M3 | 0.10 | \$ 8.25 | \$ 0.83 |
| MAT010 | GRAVA-ARENA TRITURADA | M3 | 1.30 | \$ 95.00 | \$ 123.50 |
| | Suma Materiales = | | | | \$ 124.33 |
| Equipo | | | | | |
| 03-4680 | RETROEXCAVADORA CASE 38SR | Hora | 0.01 | \$ 255.09 | \$ 1.79 |
| 03-4560 | MOTONIVELADORA CATERPILLAR 120G, MOTOR DIESEL DE 125 H.P. | Hora | 0.00 | \$ 329.43 | \$ 1.28 |
| 03-4960 | COMPACTADOR VIBRATORIO CATERPILLAR CS533 | Hora | 0.01 | \$ 310.94 | \$ 1.62 |
| | Suma Equipo = | | | | \$ 4.69 |
| | Costo Directo | | | | \$ 129.02 |
| | Indirectos | | % 1.93 | | \$ 2.49 |
| | Indirectos de Campo | | % 0.65 | | \$ 0.84 |
| | Subtotal | | | | \$ 132.35 |
| | Financiamiento | | % 0.42 | | \$ 0.56 |
| | Subtotal | | | | \$ 132.91 |
| | Utilidad | | % 7.54 | | \$ 10.02 |
| | Retencion de Ley | | % 0.50 | | \$ 0.65 |
| | | | | PRECIO UNITARIO | \$ 143.58 |



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

LICITACION No.

DOCUMENTO

RIEGO DE IMPREGNACION CON EMULSION ASFALTICA PARA INCLUYE LA RENA PARA EL POREO Y SU POSTERIOR BARRIDO

| CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE | |
|-------------------|--|----------|--------|----------------------------|----------------|
| Materiales | | | | | |
| 0303-40 | AGUA PARA CONSTRUCCION TRANSPORTADA EN PIPA | M3 | 0.05 | \$ 8.25 | \$ 0.41 |
| MAT007 | EMULSION ASF. RR-2K | LT | 1.60 | \$ 4.60 | \$ 7.36 |
| | Suma Materiales = | | | | \$ 7.77 |
| Equipo | | | | | |
| 03-4420 | CAMION PETROLIZADORA FAMSA DE 6000 LTS MOTOR DIESEL 130 H.P. | Hora | 0.00 | \$ 263.37 | \$ 0.09 |
| | Suma Equipo = | | | | \$ 0.09 |
| | Costo Directo | | | | \$ 7.86 |
| | Indirectos | | % 1.93 | | \$ 0.15 |
| | Indirectos de Campo | | % 0.65 | | \$ 0.05 |
| | Subtotal | | | | \$ 8.06 |
| | Financiamiento | | % 0.42 | | \$ 0.03 |
| | Subtotal | | | | \$ 8.09 |
| | Utilidad | | % 7.54 | | \$ 0.61 |
| | Retencion de Ley | | % 0.50 | | \$ 0.04 |
| | | | | PRECIO UNITARIO | \$ 8.74 |



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

LICITACION No.

DOCUMENTO

RIEGO DE LIGA CON EMULSION ASFALTICA TIPO RR-2K, A RAZON DE 0.5LTS/M2, INCLUYE :EQUIPO, MATERIALES Y DESPERDICIOS. P.U.O.T.

| CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE | |
|-------------------|--|----------|--------|----------------------------|----------------|
| Materiales | | | | | |
| 0303-40 | AGUA PARA CONSTRUCCION TRANSPORTADA EN PIPA | M3 | 0.05 | \$ 8.25 | \$ 0.41 |
| MAT007 | EMULSION ASF. RR-2K | LT | 0.60 | \$ 4.60 | \$ 2.76 |
| | Suma Materiales = | | | | \$ 3.17 |
| Equipo | | | | | |
| 03-4420 | CAMION PETROLIZADORA FAMSA DE 6000 LTS MOTOR DIESEL 130 H.P. | Hora | 0.00 | \$ 263.37 | \$ 0.09 |
| | Suma Equipo = | | | | \$ 0.09 |
| | Costo Directo | | | | \$ 3.26 |
| | Indirectos | | % 1.93 | | \$ 0.06 |
| | Indirectos de Campo | | % 0.65 | | \$ 0.02 |
| | Subtotal | | | | \$ 3.34 |
| | Financiamiento | | % 0.42 | | \$ 0.01 |
| | Subtotal | | | | \$ 3.35 |
| | Utilidad | | % 7.54 | | \$ 0.25 |
| | Retencion de Ley | | % 0.50 | | \$ 0.02 |
| | | | | PRECIO UNITARIO | \$ 3.62 |



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

LICITACION No.

DOCUMENTO

CARPETA ASFÁLTICA POR EL SISTEMA DE MEZCLA EN EL LUGAR DE 5CMS DE ESPESOR COMPACTOS AL 95% DE SU P.V.M.S. CON EMULSION ASFALTICA ELABORADA CON CEMENTO ASFALTICO DE ROMPIMIENTO MEDIO A RAZON DE 148 LTS/M3

| CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE | |
|-------------------|---|----------|--------|----------------------------|-------------|
| Materiales | | | | | |
| MAT013 | MEZCLA ASFALTICA PRODUCIDA EN EL LUGAR | M3 | 1.20 | \$ 1,500.00 | \$ 1,800.00 |
| | Suma Materiales = | | | | \$ 1,800.00 |
| Equipo | | | | | |
| 03-4400 | CAMION DE VOLTEO FAMSA DE 7 M3 MOTOR DIESEL 140 H.P. | Hora | 0.03 | \$ 221.73 | \$ 6.65 |
| 03-4960 | COMPACTADOR VIBRATORIO CATERPILLAR CS533 | Hora | 0.00 | \$ 310.94 | \$ 0.31 |
| 03-5000 | COMPACTADOR DE LLANTAS NEUMATICAS DUO-PACTOR 30 TON 105 H.P. CON TAMBORES DE CUCHILLAS DE 1.28 M | Hora | 0.02 | \$ 265.72 | \$ 5.85 |
| 03-4850 | MOTOCONFORMADORA CAT P-800 H.P. | Hora | 0.01 | \$ 435.98 | \$ 5.67 |
| 03-4390 | BARREDORA AUTOPROPULSADA | Hora | 0.01 | \$ 226.11 | \$ 2.24 |
| | Suma Equipo = | | | | \$ 20.72 |
| | Costo Directo | | | | \$ 1,820.72 |
| | Indirectos | | % 1.93 | | \$ 35.14 |
| | Indirectos de Campo | | % 0.65 | | \$ 11.83 |
| | Subtotal | | | | \$ 1,867.69 |
| | Financiamiento | | % 0.42 | | \$ 7.84 |
| | Subtotal | | | | \$ 1,875.53 |
| | Utilidad | | % 7.54 | | \$ 141.41 |
| | Retencion de Ley | | % 0.50 | | \$ 9.10 |
| | | | | PRECIO UNITARIO | \$ 2,026.04 |



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

LICITACION No.

DOCUMENTO

RIEGO DE SELLO, CON MATERIAL PEREO 3A Y EMULSION ASFALTICA TIPO RR-2K, A RAZON DE 1.2 Lts/ M2, INCLUYE EQUIPO MATERIALES ACARREOS DE DESPERDICIOS, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA P.U.O.T.

| CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE | |
|---------------------|--|----------|--------|------------------------|-----------|
| Materiales | | | | | |
| MAT007 | EMULSION ASF. RR-2K | LT | 1.30 | \$ 4.60 | \$ 5.98 |
| MAT008 | MATERIAL PETREO 3A | M3 | 1.30 | \$ 125.00 | \$ 162.50 |
| | Suma Materiales = | | | | \$ 168.48 |
| Mano de Obra | | | | | |
| 01-1000 | CABO | JOR | 0.00 | \$ 337.64 | \$ 0.68 |
| 00-0010 | PEON | JOR | 0.01 | \$ 205.83 | \$ 2.06 |
| | Suma Mano de Obra = | | | | \$ 2.74 |
| Equipo | | | | | |
| 03-4420 | CAMION PETROLIZADORA FAMSA DE 6000 LTS MOTOR DIESEL 130 H.P. | Hora | 0.01 | \$ 263.37 | \$ 2.37 |
| 03-4400 | CAMION DE VOLTEO FAMSA DE 7 M3 MOTOR DIESEL 140 H.P. | Hora | 0.06 | \$ 221.73 | \$ 13.30 |
| 03-4680 | RETROEXCAVADORA CASE 38SR | Hora | 0.01 | \$ 255.09 | \$ 1.79 |
| 03-5000 | COMPACTADOR DE LLANTAS NEUMATICAS DUO-PACTOR 30 TON 105 H.P. CON TAMBORES DE CUCHILLAS DE 1.28 M | Hora | 0.01 | \$ 265.72 | \$ 2.13 |
| 03-4390 | BARREDORA AUTOPROPULSADA | Hora | 0.01 | \$ 226.11 | \$ 1.81 |
| | Suma Equipo = | | | | \$ 21.40 |
| | Costo Directo | | | | \$ 192.62 |
| | Indirectos | | % 1.93 | | \$ 3.72 |
| | Indirectos de Campo | | % 0.65 | | \$ 1.25 |
| | Subtotal | | | | \$ 197.59 |
| | Financiamiento | | % 0.42 | | \$ 0.83 |
| | Subtotal | | | | \$ 198.42 |
| | Utilidad | | % 7.54 | | \$ 14.96 |
| | Retencion de Ley | | % 0.50 | | \$ 0.96 |
| | | | | PRECIO UNITARIO | \$ 214.34 |

| | | | |
|--|--------------------------------------|-------------------------------------|--|
| | LICITACION No.: | FECHA DE INICIO: 01/11/2008 |  |
| | PARA: OBRA: CAMINO CAURIO DE | FECHA DE TERMINO: 19/05/2009 | |
| | GUADALUPE - PUREPERO DEL | PLAZO DE EJECUCION DE LOS | |
| | TRAMO: DEL KM 0+000 AL 14+740 | SERVICIOS: | |

ANALISIS DE COTOS INDIRECTOS

| CONCEPTO | IMPORTES POR ADMINISTRACION | |
|--|-----------------------------|---------------------|
| | OFICINA | CAMPO |
| HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES | | |
| Personal Directivo | \$ 68,400.00 | \$ 0.00 |
| Personal Técnico | \$ 27,000.00 | \$ 88,000.00 |
| Personal Administrativo | \$ 21,600.00 | \$ 0.00 |
| Personal de Tránsito | \$ 3,384.00 | \$ 0.00 |
| Cuota Patronal del IMSS (del 1 al 4) | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| Prestaciones que obliga la ley | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| Pasajes y Viáticos | \$ 11,700.00 | \$ 0.00 |
| Consultores y Asesores | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| (SUBTOTALES) \$= | \$ 132,084.00 | \$ 88,000.00 |
| DEPRECIACION, MANTENIMIENTO Y RENTAS | | |
| Edificios y Locales | \$ 3,420.00 | \$ 0.00 |
| Locales de Mantenimiento y Guarda | \$ 2,160.00 | \$ 0.00 |
| Instalaciones Generales | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| Bodegas | \$ 4,500.00 | \$ 0.00 |
| Muebles y Enseres | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| Depreciación o Renta y Operación de Vehículos | \$ 2,340.00 | \$ 0.00 |
| Campamentos | \$ 9,000.00 | \$ 0.00 |
| (SUBTOTALES) \$= | \$ 21,420.00 | \$ 0.00 |
| SERVICIOS | | |
| Consultores, Asesores, Servicios y Laboratorios | \$ 27,000.00 | \$ 0.00 |
| Estudio e Investigación | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| (SUBTOTALES) \$= | \$ 27,000.00 | \$ 0.00 |
| FLETES Y ACARREOS | | |
| De campamentos | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| De Equipo de Construcción | \$ 27,000.00 | \$ 0.00 |
| De Plantas y Elementos para Instalaciones | \$ 36,000.00 | \$ 0.00 |
| De Mobiliario | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| (SUBTOTALES) \$= | \$ 63,000.00 | \$ 0.00 |
| GASTOS DE OFICINA | | |
| Papelería y Útiles de Escritorio | \$ 1,440.00 | \$ 0.00 |
| Correos, Teléfonos, Telégrafos, Radio | \$ 3,060.00 | \$ 0.00 |
| Situación de Fondos | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| Copias y Duplicados | \$ 720.00 | \$ 0.00 |
| Luz, Gas y Otros Consumos | \$ 3,600.00 | \$ 0.00 |
| Gastos de Concursos | \$ 11,700.00 | \$ 0.00 |
| (SUBTOTALES) \$= | \$ 20,520.00 | \$ 0.00 |
| TRABAJOS PREVIOS AUXILIARES | | |
| Construcción y Conservación de Caminos de Acceso | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| Montajes y Desmantelamiento de Equipo | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| (SUBTOTALES) \$= | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| SEGUROS Y FIANZAS | | |
| Primas por Seguros | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| Primas por Fianzas | \$ 11,700.00 | \$ 5,480.00 |
| (SUBTOTALES) \$= | \$ 11,700.00 | \$ 5,480.00 |
| COSTO TOTAL DE INDIRECTOS \$= | \$ 275,724.00 | \$ 93,480.00 |
| PORCENTAJE DE INDIRECTOS | 1.93% | 0.65% |

UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

JUAN DANIEL AYALA MATA

| | | | |
|--|---|-------------------------------------|--|
| | LICITACION No.: | FECHA DE INICIO: 01/11/2008 |  |
| | PARA: OBRA: CAMINO CAURIO DE GUADALUPE - PUREPERODEL TRAMO: DEL KM 0+000 AL 14+740 | FECHA DE TERMINO: 19/05/2009 | |

DETERMINACION DEL CARGO POR UTILIDAD

DE ACUERDO AL OFICIO CIRCULAR DEL MIERCOLES 19 DE ENERO DE 1994, EL CARGO POR UTILIDAD SE CALCULARA DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE EXPRESION:

$$\text{CARGO POR UTILIDAD} = \text{_____} \% (\text{C.D.} + \text{C.I.} + \text{C.F.})$$

$$\% (\text{ \$ } 14,289,970.69 + \text{ \$ } 368,681.24 + \text{ \$ } 61,566.34)$$

AL IMPORTE RESULTANTE, SE LE DEBERA ADICIONAR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS DE ACUERDO A LO SEÑALADO EN EL OFICIO CIRCULAR DEL 13 DE JUNIO DE 1994:

| | | |
|---|----|---------------|
| Datos básicos | | |
| Costo Directo | \$ | 14,289,970.69 |
| Mano de obra sin prestaciones | \$ | 274,771.08 |
| % de utilidad neta propuesta | \$ | 7.00 |
| Cálculos | | |
| Indirectos | \$ | 368,681.24 |
| Financiamiento | \$ | 61,566.34 |
| Costo directo + indirectos +financiamiento | \$ | 14,720,218.27 |
| Utilidad neta | \$ | 1,030,415.28 |
| Otras aportaciones | | |
| SUBTOTAL | \$ | 15,750,633.55 |
| Aportaciones por concepto de servicio, vigilancia | \$ | 0.00 |
| Inspección y control (SECODAM) | \$ | 79,148.91 |
| Total de utilidad | \$ | 1,109,564.19 |
| | | |
| % de utilidad total | | 7.54 |

UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

JUAN DANIEL AYALA MATA



Obra: OBRA: CAMINO CAURIO DE GUADALUPE - PUREPERODEL TRAMO: DEL KM 0+000 AL 14+740

PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

| Clave | Descripción | Unidad | Cantidad | DEL | 01/11/2008 | 01/12/2008 | 01/01/2009 | 01/02/2009 | 01/03/2009 | 01/04/2009 | 01/05/2009 |
|-------|---|--------|------------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | | | AL | 30/11/2008 | 31/12/2008 | 31/01/2009 | 28/02/2009 | 31/03/2009 | 30/04/2009 | 31/05/2009 |
| A1.1 | TRAZO Y NIVELACIÓN INDICANDO EJES DE REFERENCIA | M2 | 147,282.15 | | 35,412.10 | 40,241.02 | 39,436.20 | 32,192.82 | | | |
| A1.2 | DESMONTE DE TERRENO POR MEDIOS MECANICOS | M3 | 13,504.35 | | 7,716.77 | 5,787.58 | | | | | |
| A2.3 | EXCAVACION, AMPLIACION, CORTE Y DESPERDICIO POR MEDIOS MECANICOS | M3 | 82,603.44 | | | 57.14% | 42.86% | | | | |
| A2.4 | COMPACTACIÓN DE TERRENO NATURAL AL 95% PROCTOR POR MEDIOS MECANICOS | M2 | 34,404.90 | | | 12,385.76 | 22,019.14 | | | | |
| A3.5 | FORMACION, COMPACTACION DE TERRAPLENES 95% PROCTOR | M3 | 37,090.95 | | | 29,805.23 | 7,285.72 | | | | |
| A3.6 | SUB-BASE HIDRAULICA FORMADA CON MATERIAL SELECCIONADO MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTADO AL 95%DE P.U.O.T. INCLUYE EL MATERIAL DE PRESTAMO DE BANCO. LAS REGALIAS Y EL ACARREO DEL BANCO DE PRESTAMO AL SITIO PARA SU TENDIDO | M3 | 19,525.89 | | | | 9,569.30 | 9,956.59 | | | |

UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

JUAN DANIEL AYALA MATA



Obra: OBRA: CAMINO CAURIO DE GUADALUPE - PUREPERODEL TRAMO: DEL KM 0+000 AL 14+740

PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

| Clave | Descripción | Unidad | Cantidad | DEL | 01/11/2008 | 01/12/2008 | 01/01/2009 | 01/02/2009 | 01/03/2009 | 01/04/2009 | 01/05/2009 |
|-------|---|--------|-----------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | | | AL | 30/11/2008 | 31/12/2008 | 31/01/2009 | 28/02/2009 | 31/03/2009 | 30/04/2009 | 31/05/2009 |
| A4.7 | BASE HIDRAULICA FORMADA CON MATERIAL SELECCIONADO MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTADO AL 100% DE P.U.O.T. INCLUYE EL MATERIAL DE PRESTAMO DE BANCO, LAS REGALIAS Y EL ACARREO DEL BANCO DE PRESTAMO AL SITIO PARA SU TENDIDO | M3 | 13,585.86 | | | | 1,674.97 | 8,188.74 | 3,722.15 | | |
| A4.8 | RIEGO DE IMPREGNACION CON EMULSION ASFALTICA PARA INCLUYE LA RENA PARA EL POREO Y SU POSTERIOR BARRIDO | LT | 55,047.84 | | | | | | 48,816.01 | 6,231.83 | |
| A5.9 | RIEGO DE LIGA CON EMULSION ASFALTICA TIPO RR-2K, A RAZON DE 0.5LTS/M2, INCLUYE EQUIPO, MATERIALES Y DESPERDICIOS, P.U.O.T. | LT | 20,642.94 | | | | | | 6,518.82 | 14,124.12 | |
| A5.10 | CARPETA ASFÁLTICA POR EL SISTEMA DE MEZCLA EN EL LUGAR DE SCMS DE ESPESOR COMPACTOS AL 95% DE SU P.V.M.S. CON EMULSION ASFALTICA ELABORADA CON CEMENTO ASFALTICO DE ROMPIMIENTO MEDIO A RAZON DE 148 LTS/M3 | M3 | 3,810.99 | | | | | | | 2,056.72 | 1,754.27 |
| A5.11 | RIEGO DE SELLO, CON MATERIAL PEREO 3A Y EMULSION ASFALTICA TIPO RR-2K, A RAZON DE 1.2 LtS/ M2, INCLUYE EQUIPO MATERIALES ACARREOS DE DESPERDICIOS, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA P.U.O.T. | M3 | 1,239.00 | | | | | | | 525.00 | 714.00 |

UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

JUAN DANIEL AYALA MATA

BIBLIOGRAFÍA

- **Arias Rivera G. Carlos (1984)**

Cuaderno de Comportamiento de Suelos.

Fac. Ingeniería UNAM.

- **Alfonso Mier S. José (1987)**

Introducción a la Ingeniería de Caminos.

UMSNH.

- **Hernández Sampieri, Roberto y Cols. (2004)**

Metodología de la Investigación.

Ed. Mc Graw Hill. México.

- **Jurado Rojas, Yolanda. (2005)**

Técnicas de Investigación Documental.

Ed. Thomson. México.

- **Mendieta Alatorre, Angeles (2005)**

Métodos de Investigación y manual académico.

Ed. Porrúa, México.

- **Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (1974)**

Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN:

[//www.arqhys.com/construccion/subbase-construccion.html](http://www.arqhys.com/construccion/subbase-construccion.html)

Bases de Licitación (SCT)

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/de_u_jm/

[//www.coinbio.org/SubprMICH2003/RevFntsAgua-LInOjoAgua.pdf](http://www.coinbio.org/SubprMICH2003/RevFntsAgua-LInOjoAgua.pdf)

[//www.construaprende.com/t/07/T7pag04.php](http://www.construaprende.com/t/07/T7pag04.php)

<http://documentos.arq.com.mx/Detalles/2356.html>

[//www.emexico.gob.mx/work/EMM_1/Michoacan/Mpios/16029a.htm](http://www.emexico.gob.mx/work/EMM_1/Michoacan/Mpios/16029a.htm)

http://es.encarta.msn.com/encyclopedia_761552383/Carretera.html

[//www.inafed.gob.mx/work/resources/LocalContent/16072/1/municipio_region_minera.pdf](http://www.inafed.gob.mx/work/resources/LocalContent/16072/1/municipio_region_minera.pdf)

http://www.michoacan-travel.com/fiprotur/imagen/mapa_michoacan.gif

Normativa Para la Infraestructura del Transporte (Normativa SCT)

<http://www.oeidrus->

portal.gob.mx/oeidrus_mic/seidrus/publicaciones/Rasgos/Estado%20de%20Michoac

[an.pdf](#)

Programa Satelital Google Heart

<http://uicdr.sct.gob.mx/index.php?id=440>

