



UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.

Incorporación No. 8727 - 15

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escuela de Ingeniería Civil

**ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN
PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO: ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL
KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.**

Tesis
que para obtener el título de
Ingeniero Civil
Presenta:

Armando Chapa Villagómez.

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:

- Doy gracias a Dios, por haberme dado tantas fuerzas para lograr este trabajo y terminar satisfactoriamente la carrera, por darme la dicha de vivir hasta este momento con todos mis seres queridos que me rodean.

A MIS PADRES:

- A mis Padres, Wenceslao Chapa Pérez y Martha Villagómez Gutiérrez, por haberme brindado todo el apoyo, cariño, amor y comprensión durante toda la carrera y hasta la fecha lo han seguido haciendo; por su gran sabiduría y buen ejemplo que me han enseñado en toda mi vida. Les doy las gracias de todo corazón a mis seres más queridos: mis padres.

A MIS HERMANOS:

- A mis hermanos Beto, Sandy, Lalo y Wens, les doy las gracias por haberme apoyado en todo el transcurso de mi carrera, por los grandes consejos que me brindaron y por la gran unión familiar que tenemos. ¡Gracias hermanos míos!

A MIS HIJOS:

- A mis hijos les doy las gracias por haberme dado una alegría en mi vida y de tener por quien vivir, gracias a ustedes hijos tengo mucha ilusión de seguir adelante superándome cada día como ahora lo estoy haciendo con este trabajo de tesis.

AL ING. ANASTASIO BLANCO SIMIANO:

- Al Ingeniero Blanco, director de la carrera de Ingeniería Civil le doy las gracias por toda la enseñanza que nos dio durante el transcurso de la carrera, porque nunca nos ha dejado caminar solos. Gracias por todo su apoyo.

A LA UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.:

- Gracias a la Universidad Don Vasco y a mis profesores, por todo el apoyo y oportunidad que me brindaron, por todos los conocimientos que me transmitieron para poder desarrollarme en el ámbito profesional.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

Antecedentes	1
Planteamiento del Problema	4
Objetivos	5
Pregunta de Investigación	5
Justificación	5
Delimitación	6

CAPÍTULO 1.- VÍAS TERRESTRES.

1.1. Antecedentes	8
1.2. Inventario de los Caminos	10
1.2.1. Aplicaciones de los inventarios en caminos	11
1.3. Elementos Usados en la Ingeniería de Tránsito para el Proyecto.....	11
1.3.1. El Problema del Tránsito	11
1.3.2. Soluciones al Problema del Tránsito	12
1.3.3. Elementos del tránsito	13
1.4. Velocidad	18
1.5. Volumen de tránsito	19
1.6. Densidad de tránsito	20
1.7. Derecho de vía	20

1.8. Capacidad y Nivel de Servicio de los Caminos	22
1.8.1. La capacidad y sus objetivos	23
1.8.2. Capacidad para condiciones de circulación continúa	24
1.8.3. Factores que afectan la capacidad y el volumen de servicio	24
1.8.3.1. Factores relativos al camino	25
1.8.3.2. Factores relativos al tránsito	26
1.9. Distancia de Visibilidad en los Caminos	26
1.10. Mecánica de Suelos	30
1.10.1. Tipos de suelos	32
1.10.2. Propiedades físicas de los suelos	33
1.10.3. Granulometría	35

CAPÍTULO 2.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UN CAMINO.

2.1. Alineamiento Vertical	38
2.2. Alineamiento horizontal	41
2.3. Sección transversal	42
2.4. Elementos constituyentes de un pavimento	50
2.4.1. Sub-base	50
2.4.2. Base Hidráulica	56
2.4.3. Carpetas Asfálticas	62
2.5. Materiales asfálticos	70
2.6. Compactación de los materiales en caminos	72
2.7. Controles de laboratorio necesarios	75

2.8. Programación de Obras	79
---	-----------

CAPÍTULO 3.- MARCO DE REFERENCIA

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	87
3.3.1. Macro y Microlocalización	88
3.3.2. Topografía Regional y de la Zona en Estudio	89
3.3.3. Geología Regional y de la Zona en Estudio	90
3.3.4. Hidrología Regional y de la Zona en Estudio	91
3.3.5. Uso de Suelo Regional y de la Zona en Estudio	93
3.4. Informe Fotográfico	94
3.4.2. Problemas de Drenaje Superficial	95
3.4.3. Estado Físico Actual	96
3.4.4. Vehículos que circulan por la vía	97
3.4.5. Obstáculos Especiales	98
3.5. Estudio de Transito	99
3.5.1. Tipo y Clasificación de los Vehículos	99
3.5.2. Aforo Vehicular	100
3.6. Alternativas de Solución	102
3.6.1. Planteamiento de Alternativas	102

3.6.2. Alternativas a usar	103
---	------------

CAPÍTULO 4.- METODOLOGÍA

4.1. Método Empleado	105
-----------------------------------	------------

4.1.1. Método Matemático	105
---------------------------------------	------------

4.1.2. Método Analítico	106
--------------------------------------	------------

4.2. Enfoque de la Investigación	107
---	------------

4.2.1. Alcance	107
-----------------------------	------------

4.3. Diseño de la Investigación	108
--	------------

4.3.1. Investigación Transeccional o Transversal	108
---	------------

4.4. Instrumentos de recopilación de Datos	109
---	------------

4.5. Descripción del Procedimiento de Investigación	111
--	------------

CAPÍTULO 5.- ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

5.1. Reciclado del Pavimento Para Sub-base	112
---	------------

5.2. Construcción de la Base Hidráulica	115
--	------------

5.2.1. Riego de Impregnación	117
---	------------

5.3. Construcción de la Superficie de Rodamiento	120
---	------------

5.3.1. Riego de Liga	120
-----------------------------------	------------

5.3.2. Construcción de la Carpeta Asfáltica	121
--	------------

5.3.3. Riego de Sello Premezclado	125
--	------------

5.4. Señalamiento horizontal	130
---	------------

5.4.1. Pintura para marcas en el pavimento	130
---	------------

5.4.2. Vialetas reflejantes	131
5.4.3. Indicadores de Alineamiento (Fantasmas)	131
5.4.4. Recubrimiento de Cunetas	132
5.5. Bancos de Material	134
5.6. Presupuesto y Programación de la Obra	140
5.7. Comparativa del Procedimiento de Construcción	165
CONCLUSIONES	167
BIBLIOGRAFÍA	171

ANEXOS

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.

De acuerdo con la página electrónica //es.encarta.msn.com, desde la antigüedad, la construcción de carreteras ha sido uno de los primeros signos de civilización avanzada. Cuando las ciudades de las primeras civilizaciones empezaron a aumentar de tamaño y densidad de población, la comunicación con otras regiones se tornó necesaria para hacer llegar suministros alimenticios o transportarlos a otros consumidores. Entre los primeros constructores de carreteras se encuentran los mesopotámicos, hacia el año 3500 a.C.; los chinos, que construyeron la Ruta de la Seda (la más larga del mundo) durante 2.000 años, y desarrollaron un sistema de carreteras en torno al siglo XI a.C., y los incas de Sudamérica, que construyeron una avanzada red de caminos que no pueden ser considerados estrictamente carreteras, ya que los incas no conocían la rueda. En el siglo I, el geógrafo griego Estrabón registró un sistema de carreteras que partían de la antigua Babilonia.

De las carreteras aún existentes, las más antiguas fueron construidas por los romanos. La vía Apia empezó a construirse alrededor del 312 a.C., y la vía Faminia hacia el 220 a.C. En la cumbre de su poder, el Imperio romano tenía un sistema de carreteras de unos 80.000 Km., consistente en 29 calzadas que partían de la ciudad de Roma, y una red que cubría todas las provincias conquistadas importantes, incluyendo Gran Bretaña. Las calzadas romanas tenían un espesor de 90 a 120 cm, y estaban compuestas por tres capas de piedras argamasadas cada vez más finas, con una capa de bloques de piedras encajadas en la parte superior. Según la ley

romana toda persona tenía derecho a usar las calzadas, pero los responsables del mantenimiento eran los habitantes del distrito por el que pasaba. Este sistema era eficaz para mantener las calzadas en buen estado mientras existiera una autoridad central que lo impusiera; durante la edad media (del siglo X al XV), con la ausencia de la autoridad central del Imperio romano, el sistema de calzadas nacionales empezó a desaparecer.

Durante las tres primeras décadas del siglo XIX, dos ingenieros británicos, Thomas Telford y John Loudon McAdam, y un ingeniero de caminos francés, Pierre-Marie-Jérôme Trésaguet, perfeccionaron los métodos y técnicas de construcción de carreteras. El sistema de Telford implicaba cavar una zanja e instalar cimientos de roca pesada. Los cimientos se levantaban en el centro para que la carretera se inclinara hacia los bordes permitiendo el desagüe. La parte superior de la carretera consistía en una capa de 15 cm de piedra quebrada compacta.

Las variables más importantes a tener en cuenta en la ingeniería de caminos moderna son la inclinación de la tierra sobre la que se construye la carretera, la capacidad del pavimento para soportar la carga esperada, la predicción de la intensidad de uso de la carretera, la naturaleza del suelo que la sostiene y la composición y espesor de la estructura de pavimentación. El pavimento puede ser rígido (permitiendo poca latitud de flexión) o flexible. El pavimento flexible utiliza una mezcla de agregado grueso o fino (piedra machacada, grava y arena) con material bituminoso obtenido del asfalto o petróleo, y de los productos de la hulla. Esta mezcla es compacta, pero lo bastante plástica para absorber grandes golpes y soportar un elevado volumen de tráfico pesado. Los pavimentos rígidos se

construyen con una mezcla de cemento Portland y agregado grueso y fino. El espesor del pavimento puede variar de 15 a 45 cm, dependiendo del volumen de tráfico que deba soportar, y a veces se utiliza un refuerzo de acero para evitar la formación de grietas. Bajo el pavimento se emplea arena o grava fina como base para reforzarlo.

En cuanto a investigaciones hechas acerca de las vías terrestres, se encontró que en la Universidad Don Vasco A.C. se realizó una sola tesis sobre este tema llevando un título de: Procedimientos Constructivos De Terracerías Para La Autopista Morelia – Lázaro Cárdenas Del Subtramo Uruapan – Nueva Italia Del Km. 11+000 al 18+000 . Realizada por Ignacio Quintero Vizcarra – Rigoberto Cervantes Zamora en Marzo 1999, llevando los siguientes capítulos: marco general del Estado de Michoacán, antecedentes y descripción del proyecto, movimiento de tierras, procedimiento constructivo de terracerías, control de calidad de los materiales y mecanismo de supervisión externa.

En la página de Internet //catarina.udlap.mx, de la Universidad de las Américas Puebla, se encontró otra investigación de tesis teniendo como título: Propuesta de Reconstrucción del Camino San Luis Tehuiloyocan, realizada por Joaquín María De Uriarte Buergo en Abril 2005, investigándose lo referente a: Importancia de las vías terrestres , tipo de vehículo, señalamiento vial, características regionales, terracerías en caminos, pavimentos, bancos de materiales, diseño del pavimento, ejecución del proyecto, catálogo de conceptos.

Planteamiento del Problema.

El crecimiento de una red carretera y el uso de la misma obligan a otorgar una particular solución a su conservación, dentro de los programas de inversiones. Dentro de esto, algunos tramos deben ser reconstruidos requiriendo una verdadera modernización, como es el caso del tramo de Cuatro Caminos - Churumuco, éstas nuevas obras se incluyen en un plan de inversión por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) de Michoacán, siendo éste un importante enlace carretero y beneficio para el usuario de este poblado.

Estos caminos alimentadores pueden ser considerados como uno de los elementos de mayor relevancia, ya que a través de ellos es posible la comunicación permanente entre los centros de población con los polos regionales de desarrollo, centros de consumo y de producción en el medio rural, el acceso de amplios grupos de población campesina a servicios básicos de salud y educación, así como a mayores oportunidades de empleo y desarrollo general.

Con la ejecución de los programas de caminos se contribuye al desarrollo regional, al combate a la pobreza, a la generación de empleo, la descentralización, y a favorecer el desarrollo y consolidación de la comunicación terrestre en el medio rural, se atiende la modernización y construcción de estos caminos rurales y alimentadores estratégicos y prioritarios en coordinación con los Gobiernos Estatales y los Sectores Productivos, con el propósito de atender las demandas más sentidas de las comunidades y promover su desarrollo económico y social, según la página de Internet //uicdr.sct.gob.mx

Objetivos.

Objetivo General:

Realizar un buen procedimiento de construcción para un mejor desarrollo en la elaboración y construcción del pavimento en el camino Cuatro Caminos - Churumuco del tramo: Zicuirán – Churumuco.

Objetivos Particulares:

- 1.- Definir qué es una vía terrestre.
- 2.- Mejorar la calidad del camino logrando que éste cumpla con los requerimientos de este tipo de vialidades, para evitar así problemas a los usuarios de la vialidad.
- 3.- Llevar a cabo un buen control de calidad en el procedimiento constructivo para la elaboración del pavimento de esta carretera.

Pregunta de investigación:

¿Cuál es el procedimiento que se debe seguir para la construcción de un pavimento aprovechando el pavimento existente ?

¿Cuál es la ventaja que se tiene al llevar un control de calidad en la construcción del pavimento de una vía carretera ?

¿Para qué sirve la topografía en el proceso de construcción de un pavimento de una vía carretera?

Justificación.

En el presente trabajo se da a conocer el procedimiento constructivo de un pavimento de un tramo carretero, en el cual se destaca la importancia que tiene por todos los puntos a tratar, como es el seguimiento y buen control de calidad de la

obra, así como el buen manejo de la normatividad aplicada para caminos y carreteras. El propósito general para la modernización del camino antes mencionado es: el mejoramiento del pavimento de este tramo carretero para las localidades que son unidas por dicha vialidad, esto debido al crecimiento poblacional y a su vez, al aumento vehicular derivado de las actividades socio-económicas de la población.

Por lo que este trabajo beneficiará a la comunidad de Ingeniería Civil, estudiantes de Ingeniería Civil, la población del tramo carretero y en general quien consulte este trabajo o viaje por ese tramo carretero.

Delimitación.

Debido a la política seguida por el gobierno se les ha dado cada vez mayor importancia por parte de la SCT a las comunidades donde sus tramos carreteros se encuentran muy dañados.

También es importante señalar que últimamente se han venido haciendo estudios en tramos cortos para pavimentarlos comprendiendo la terracería y una base estabilizada con emulsiones asfálticas.

Este trabajo va relacionado directamente con el centro SCT de Michoacán, ya que esta dependencia lleva la supervisión de la construcción del tramo Cuatro Caminos – Churumuco con el origen en el entronque con la carretera federal Quiroga – Tepalcatepec y su procedimiento de construcción se llevará a cabo conforme a las normas y especificaciones de la SCT, Ya que se involucran las principales funciones que debe llevar a cabo todo Residente de Obra para un buen procedimiento de construcción, lo que debe saber para darle un buen seguimiento a cualquier obra relacionada con las carreteras, así como el control técnico, planeación y de calidad

total, por lo que este trabajo de investigación sólo estudiará lo relativo a la pavimentación mediante un reciclado del pavimento existente para usarlo en la estructura de la capa de sub-base, una base hidráulica nueva y una carpeta asfáltica en caliente del tramo: Zicuirán – Churumuco del Km. 42+300 a Km. 46+300, en lo que se refiere a su procedimiento constructivo.

CAPÍTULO 1

VÍAS TERRESTRES

En el presente capítulo se abordará lo relacionado con los antecedentes de los caminos, el inventario de los caminos tanto sus aplicaciones, los elementos usados en la ingeniería de tránsito para el proyecto y sus problemas y soluciones, la velocidad en el proyecto, el volumen de tránsito, la densidad de tránsito, el derecho de vía, la capacidad y nivel de servicio de los caminos tanto sus objetivos y sus factores que la afectan, la distancia de visibilidad y la mecánica de suelos siendo una de las ramas de la ingeniería más importantes.

1.1. Antecedentes.

Se entiende por vías terrestres a los caminos que se construyen para ayudar a toda la humanidad a transportarse de un lugar a otro a través de un vehículo, motocicleta, bicicleta, etc. En México se construye permitiendo su capacidad económica, una gran cantidad de caminos de todos tipos, desde los de cuota, de altas especificaciones, hasta los mas sencillos como son brechas. Este importante crecimiento de caminos constituye uno de los factores de desarrollo del país, iniciándose en 1925 con la creación de la Comisión Nacional de Caminos por la ley del 30 de marzo de este mismo año expedida por el presidente de la república , Gral. Plutarco Elías Calles, iniciándose la nueva construcción de caminos y mejoramiento de los existentes. Un nuevo organismo llegó y alcanzó un gran desarrollo en la construcción de caminos en el año de 1932 esta comisión pasó a depender de la

Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, convirtiéndose en Dirección Nacional de Caminos. En 1958 la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas se divide en dos: Secretaría de Obras Públicas y Secretaria de Comunicaciones y Transportes.

Los españoles al llegar a lo que es actualmente el territorio nacional, vieron que los pobladores desconocían el uso de la rueda en vehículos y tampoco disponían de animales de carga; pero contaban con una gran cantidad de caminos, veredas y senderos. Las primeras modificaciones a los caminos existentes, se realizaron por la gran necesidad que existía de comunicar el centro de la nueva España con los puertos marítimos para hacer llegar los productos al país, 7,605 y 19,920 kilómetros, variaron su estado de acuerdo con su importancia, siendo así una gran evolución de los caminos y el transporte. Según José Alfonso Mier S. 1987.

El desarrollo de este proyecto del Procedimiento de Construcción del pavimento en el Tramo: Zicuirán - Churumuco, tendrá una buena rehabilitación de la superficie de rodamiento teniendo una gran necesidad de la ejecución de este camino, siendo así que la población de Churumuco de Morelos, situada en las riveras del río Balsas y la presa "El Infiernillo", destaca por su actividad económica de la pesca, así como la agricultura, la ganadería , siendo el mayor punto de comercio en la zona, además de la extracción de cobre. Por tal motivo en años anteriores fue necesario la adecuación del camino que comunican las poblaciones de Zicuirán y Churumuco, teniendo sobre la terracería existente una capa de carpeta asfáltica de mínimo espesor muy deformada, en necesario un buen pavimento para dar confianza al tránsito vehicular, cabe señalar que la construcción de puentes, por el cruce de varios ríos sobre éste camino, que desembocan a la presa "El Infiernillo ", quedarán

pendientes por la falta de recursos, aún por la creciente demanda del transporte liviano y pesado que circula en la actualidad por el camino, se requiere la rehabilitación y restauración de ésta vía, así como la construcción de los puentes intermedios entre estas localidades. Con estos trabajos se complementará la red carretera que conectará a la Cd. de Huetamo, dando una mayor afluencia vehicular por la gran demanda del comercio existente en la zona oriente, con la poniente y centro del estado de Michoacán.

1.2. Inventario de los Caminos.

Para obtener un inventario de un camino existente se pueden seguir varios procedimientos como es, recorriendo el camino en un vehículo e ir anotando la información necesaria que pueda obtenerse a simple vista, hasta realizarlo por medios tipográficos mas exactos, así se dará la información sobre el camino. El primer método no llena los requisitos y el de por medios topográficos suele ser costoso y lento. Existe un método llamado: METODO EDÓGRAFO-GIRÓSCOPO-BAROMÉTRICO.- “éste método cumple con los requisitos de precisión, rapidez y economía, hace lo que es el levantamiento odógrafo-giroscópico de la planta del camino, el dibujo del perfil por medio de un sistema barométrico y anexando el levantamiento directo de los aspectos del camino que se consideren importantes”. (Mier, 1987: 5)

Los datos que se deben de obtener para un inventario son: la planta del camino, perfil, itinerario, configuración del terreno por donde se cruza, características de la superficie de rodamiento, sección transversal, alineamiento horizontal y vertical, visibilidad, señalamiento, obras de drenaje, cruces y entronques con otras vías,

características de los poblados por donde pasa el camino, uso de la tierra a los lados del camino y algunos mas datos que se consideren importantes.

1.2.1. Aplicaciones de los inventarios en caminos.

De acuerdo con Alfonso Mier (1987), una de las aplicaciones para el inventario es la obtención de la capacidad de los caminos que integran la red, esta capacidad queda determinada por factores que comprenden las características geométricas del camino y el tránsito que circula por él. Las principales características que influyen en su capacidad son su sección transversal, comprendiendo ancho de carriles, distancia a obstáculos laterales, ancho de los acotamientos, alineamiento horizontal, vertical y distancia de visibilidad de rebase.

Otra importante aplicación consiste en la posibilidad de señalar las obras necesarias y sus prioridades en los programas de reconstrucción, conservación y construcción.

1.3. Elementos Usados en la Ingeniería de Tránsito para el Proyecto.

“La ingeniería de tránsito es una de las ramas más importantes para la ingeniería y se dedica al estudio del movimiento de las personas, los vehículos en las calles y los caminos, con el propósito de hacerlo mas rápido, seguro, libre y eficaz”.

(Mier, 1987: 21)

1.3.1. El Problema del Tránsito.

Este problema se da en la gran cantidad que existen de vehículos modernos y los caminos antiguos en que tienen que circular. Muchos de los caminos actuales

son nadamas mejoramientos de las rutas ya existentes de las civilizaciones más antiguas y otros fueron diseñados para vehículos de hace 40 años y no cumplen las necesidades de vehículos modernos.

Los principales factores que afectan el problema del tránsito son: que existen varios tipos de vehículos en el mismo camino como automóviles, camiones, bicicletas, vehículos de tracción animal, etc.; vías inadecuadas con trazos urbanos muy antiguos, las calles y los caminos demasiados angostos y muy fuertes pendientes, banquetas insuficientes; existen calles y caminos proyectados sin especificación alguna, falta de educación vial y ausencia de reglamentos y leyes de tránsito que se ajusten a las necesidades del usuario.

1.3.2. Soluciones al Problema del Tránsito.

De acuerdo con Alfonso Mier (1987), existen tres tipos de soluciones que se le pueden dar al problema del tránsito:

Solución Integral: consiste en realizar un tipo nuevo de camino que sea de gran utilidad para el vehículo moderno dentro de un tiempo previsto. Proyectarse ciudades con nuevos trazos, caminos donde se puede circular con seguridad de acuerdo a los nuevos vehículos y proyecciones de la carretera. En ciudades actuales es casi imposible estas soluciones ya que se tendría que prescindir de todo lo existente.

Solución parcial de alto costo: se trata de solucionar los cambios necesarios en caminos actuales haciendo ciertas modificaciones que se requiere de inversiones fuertes, tales como darle mas ancho a las calles, construcciones rotatorias y pasos a desnivel, mas construcciones de estacionamientos, sistemas de control automático en semaforización, etc.

Solución parcial de bajo costo: consiste en darle solución y aprovechar al máximo lo ya existente con un gran mínimo de obras y un máximo de regulación al tránsito: se deben dictar leyes y reglamentos adaptados a las necesidades del tránsito, realizar campañas de educación vial, realizar varios cambios de circulación en calles , proyectos de semáforos y señalamientos, etc.

Para que se realice un tránsito seguro y muy eficiente deben de existir tres elementos fundamentales: La ingeniería de tránsito, la educación vial y la legislación y vigilancia policíaca.

1.3.3. Elementos del tránsito.

Continuando con Mier, los elementos que constituyen el tránsito son tres: el usuario, el vehículo y el camino.

El usuario.- se constituye como usuario de los caminos y las calles ya sea como conductor o como peatón. El conductor se considera como medio humano que controla el movimiento del vehículo, siendo una gran responsabilidad de él su buen manejo y el peatón se tiene que adaptar a las condiciones existentes y se caracteriza por su elasticidad de movimientos, se dice que el peatón en mas del 25% es víctima, el 65% de los casos es culpable y el 80% de los atropellados no saben conducir.

El vehículo.- existe un promedio de ocupación de los vehículos que es de 2.9 personas por automóvil y de 24 pasajeros por autobús, este estudio fue realizado por la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas en distintos lugares de la red de carreteras federales. El vehículo se ha convertido en una herramienta de primera necesidad.

Las características geométricas de los vehículos están dadas por su radio de giro. Debido a la variedad de vehículos y transformación que surgen con el tiempo no es posible tomar para el proyecto de los caminos uno en especial, deben tomarse las características promedio de los vehículos tomando en cuenta futuras tendencias para que los caminos sigan sirviendo en las próximas generaciones.

El camino.- un camino es la vía por donde se transita habitualmente. Los caminos son clasificados como:

Clasificación de transitabilidad.-

———— Camino pavimentado: es cuando sobre la base hidráulica se ha construido totalmente el pavimento diseñado para el tipo de estructura.

— — — Camino revestido: es cuando sobre la subrasante se ha colocado una o varias capas de material según las necesidades del camino.

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

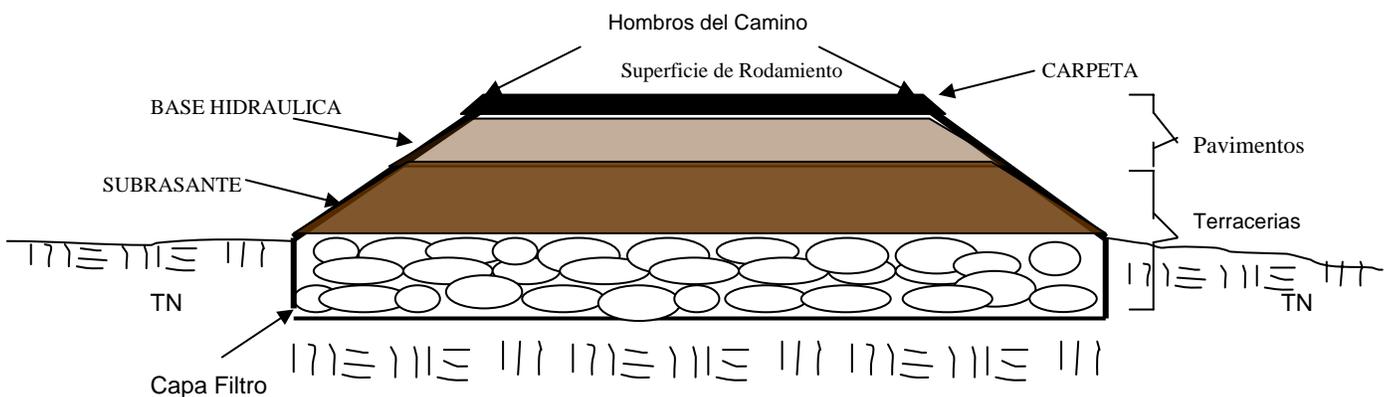


FIG. 1.- SECCIÓN TIPO DE UN CAMINO

De acuerdo a las normas técnicas utilizadas para el desarrollo del proyecto y construcción, los diferentes tipos de caminos los podemos clasificar de la siguiente manera:

TIPO “A”

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

TIPO “B”

Los caminos tipo “B” son 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”

Dentro de estos existen las llamadas brechas, y los caminos revestidos. Entendiendo por brechas a aquellas vías de comunicación improvisadas, habilitadas por los propios usuarios y no cuentan con obras de drenaje solo son transitables en algunos meses del año.

FIG. 2.- "SECCIÓN EN TERRAPLEN" DE UN CAMINO

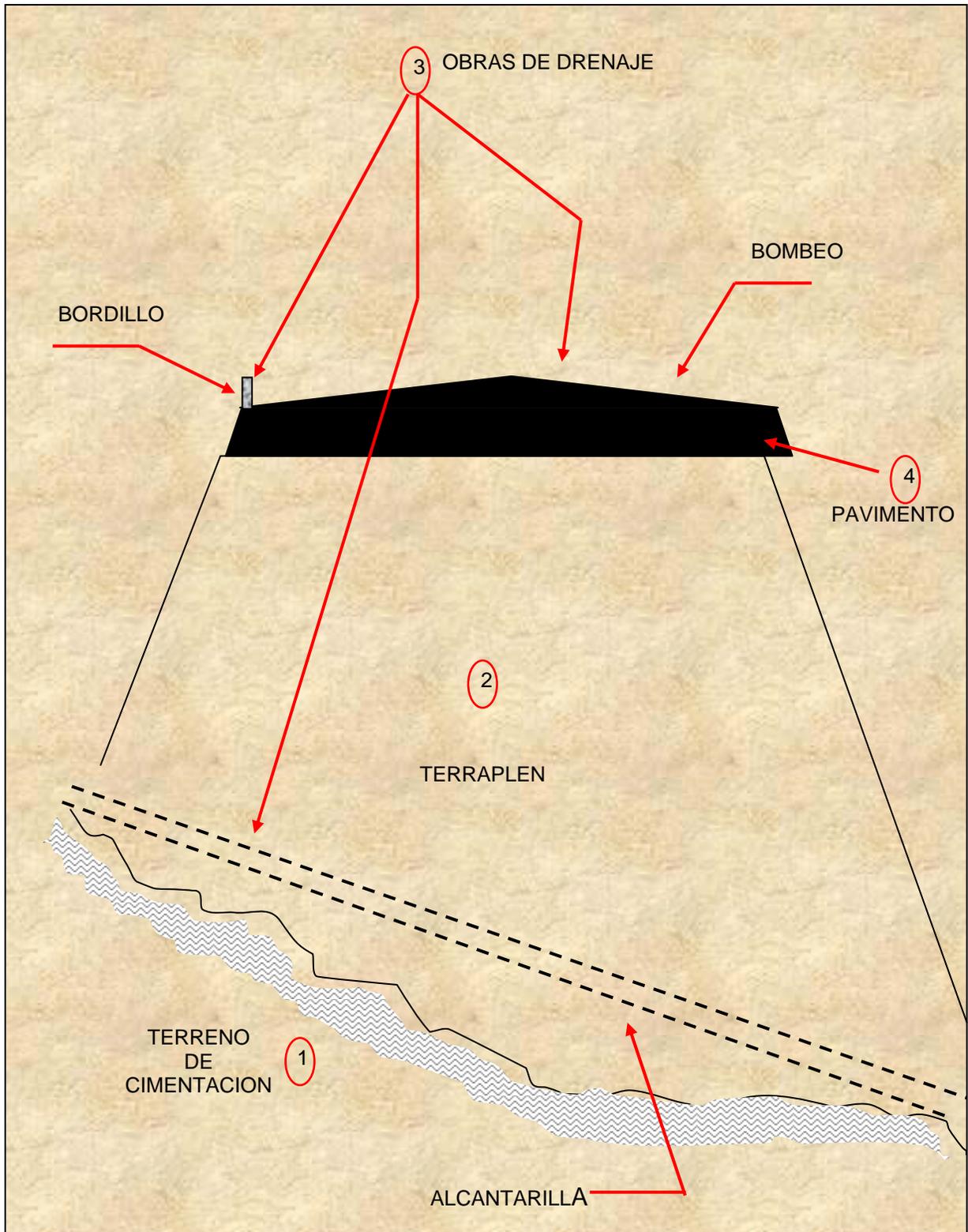
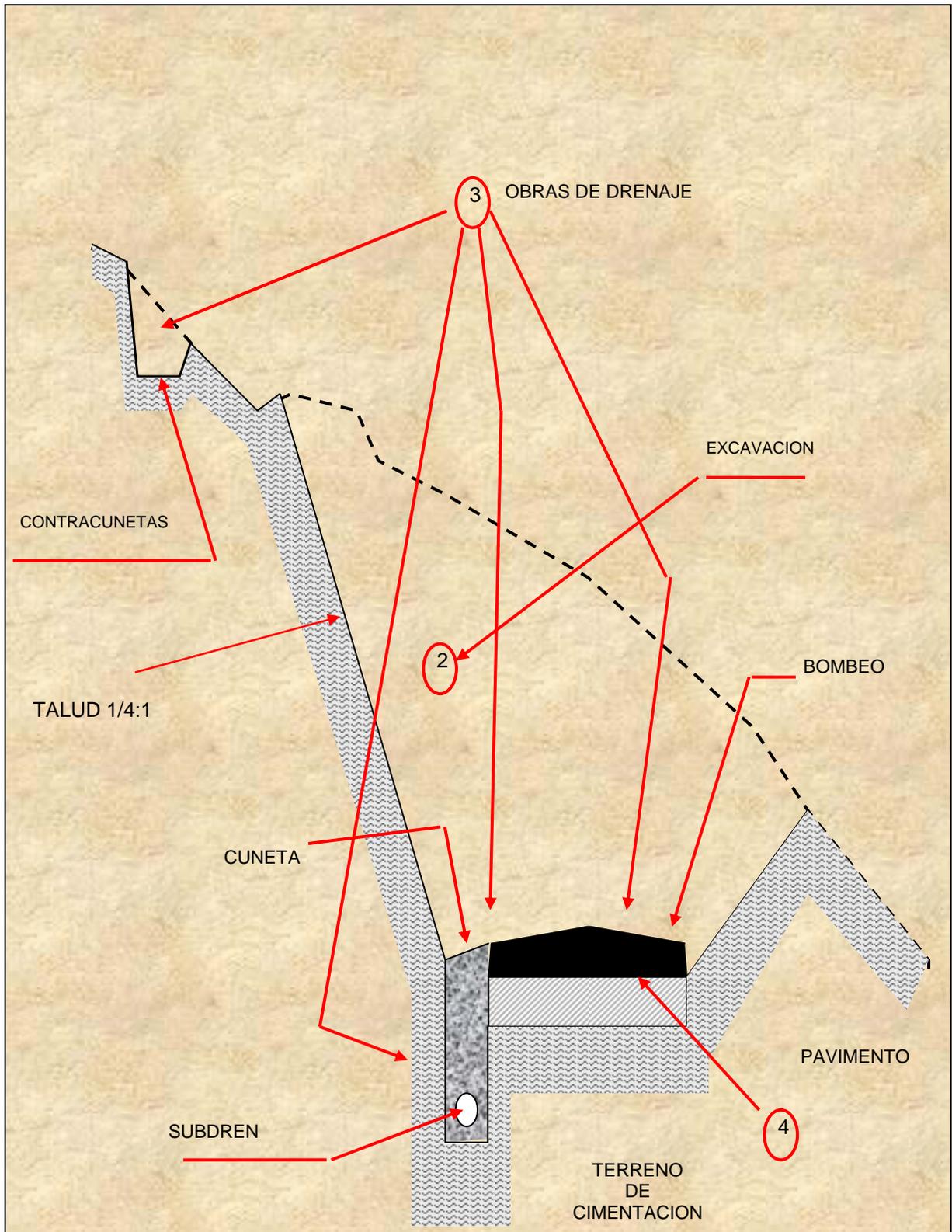


FIG. 3.- "SECCIÓN EN CORTE"
EN CAMINOS



1.4. Velocidad.

Siguiendo con Mier, la velocidad es fundamental para la proyección de un camino, ya que de ésta depende la seguridad de las personas y mercancías que viajan por él. Existen cuatro tipos de velocidad en los proyectos de caminos que son: de proyecto, de operación, de punto y efectiva.

Velocidad de proyecto.- Es la velocidad máxima que da seguridad al usuario que transita por esta vía, debe de tener una secuencia a las condiciones del terreno y tipo de camino. La buena determinación de la velocidad de un camino esta dada por la topografía de la región, tipo de camino, por la gran cantidad de tránsito y por el uso de la tierra.

Velocidad de operación.- Es la velocidad real de los vehículos que transitan por el camino, manteniéndose esta velocidad en un tramo a lo largo del camino, se determina dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo. Este tipo de velocidad es afectada al momento que el tránsito aumenta ya que debido a esto los conductores ya no pueden circular a la velocidad deseada, se ven afectados por las interferencias del gran volumen de tránsito.

Velocidad de punto.- Es la velocidad que lleva un vehículo cuando pasa por un punto dado. Esta velocidad se puede medir mediante el Enoscopio, este aparato funciona colocado horizontalmente viendo los vehículos que pasan por una marca pintada enfrente del observador, quién hace andar un cronómetro cuando el vehículo circula enfrente de él, midiendo el tiempo que tarda en pasar por una segunda marca que se ve a través del Endoscopio.

Velocidad efectiva.- Es la velocidad promedio de un vehículo a una cierta distancia del camino, se obtiene dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo realizado, incluyendo cualquier inconveniente en el trayecto del camino.

1.5. Volumen de tránsito.

“Es el número de vehículos que pasan por un tramo de una carretera en un tiempo determinado, estos tiempos más usuales son la hora y el día” (Manual SCT, 1974: 96-97). Para conocer los volúmenes de tránsito en los diferentes tramos carreteros se utilizan los datos obtenidos de los estudios de origen y destino, aforos por muestreo y los aforos continuos en estaciones permanentes.

Estudios de origen y destino.- Aquí el principal objetivo es conocer el movimiento de los vehículos de acuerdo a los puntos de partida y términos de los viajes. El más apropiado es de entrevistar al conductor, ya que se obtienen los datos en forma directa y rápida el origen, destino y algún punto intermedio del viaje de cada vehículo entrevistado. Se registra lo que es las rutas diferentes de los vehículos, los pasajeros o productos que transportan en cada sentido de la carretera, así como las longitudes de su destino, de acuerdo al manual de proyecto geométrico SCT (1974).

Muestreos de tránsito.- El gran crecimiento del tránsito en los tramos carreteros ha influido a que se instalen estaciones de aforo en toda la red captando el tránsito que circula por cada tramo y así mismo registren un tránsito promedio diario con base a una semana, lo cual se tendría un tránsito promedio anual.

Los contadores de los vehículos se realiza por contadores manuales o electromecánicos registrando el volumen del tránsito clasificándolos en vehículos ligeros, autobuses y vehículos pesados.

Estaciones maestras.- Para complementar los estudios de muestreo se han instalado estaciones permanentes en toda la red carretera con contadores automáticos, cuya función es contar el tránsito de todo el año. En la Secretaría de Obras Públicas se han utilizado dos tipos de contadores el neumático que cada 24 horas detecta el número de ejes que circulan por la vía y los eléctricos que estos registran en lapsos de una hora el número de vehículos que circulan por la estación.

En las casetas de cobro, la dependencia de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos, funcionan como estaciones maestras, registran el número de vehículos, así como su composición en forma continua. Manual de proyecto geométrico de carreteras por la SCT 1974.

1.6. Densidad de tránsito.

La densidad se puede definir como “el número de vehículos que se encuentran en una cierta longitud del camino en un instante dado” (Mier, 1987: 54-55). No se debe confundir la densidad con el volumen de tránsito ya que el volumen expresa el número de vehículos que circulan en un tiempo determinado, de tal forma que cuando un camino se encuentra totalmente lleno el volumen llega a ser cero por lo tanto la densidad es muy alta.

1.7. Derecho de vía.

De acuerdo con Alfonso Mier (1987), se llama derecho de vía a las distancias laterales de terreno de un ancho suficiente para alojar una vía de comunicación, siendo parte integrante de la misma. Para caminos en México se ha dado un derecho de vía de 40 metros como mínimo, 20 metros de cada lado pariendo el centro de la

carretera hacia sus extremos, habiendo excepciones en pasos por zonas urbanas o tratándose de autopistas o brechas muy reducidas se puede variar el ancho para este tipo de casos.

Adquisición del derecho de vía.- Es importante comprender y conocer los aspectos legales y los conocimientos de este problema, así como los reglamentos para adquirir la propiedad del derecho de vía y los factores legales que controlan los costos de la propiedad y liquidaciones de los daños. Es conveniente comenzar con este trámite mucho antes de la construcción del camino ya que es muy lento el trámite.

Procedimientos para adquirir la propiedad.- Para adquirir esta propiedad del derecho de vía varía en México de acuerdo al tipo de camino ya sea federal, del estado o municipal. Para los caminos federales se sigue por el artículo de la ley de vías generales de comunicación, esta ley establece que:

ARTICULO 1º. Son vías generales de comunicación:

- Cuando los caminos se entronquen con vías de países extranjeros.
- Cuando se intersecten dos o mas entidades federativas.
- Cuando se construyan por la federación o simplemente la mayor parte.

ARTICULO 2º. Son partes integrantes de las vías de comunicación:

- Las obras, construcciones, servicios auxiliares y dependencias y accesorios de las mismas.
- Los terrenos y aguas que se ocupen para el derecho de vía y todos los servicios que se ocupen, todo esto lo fijara la secretaría según sea el caso federal o del estado.

Todos los trámites y pagos de alguna afectación que se tengan que efectuar se realizarán en la Dirección General de Asuntos Jurídicos en el departamento de derecho de vía, siempre y cuando se presente toda la documentación que compruebe la propiedad afectada y valuando la misma con precios unitarios ya dados por la secretaría.

Cuando es un camino de ingresos tripartita, lo que establece la cooperación de los beneficiados no se realizara ningún pago por la adquisición del derecho de vía, se hará con cargo al presupuesto. Este problema lo deberá realizar el interesado de la construcción del camino, mediante la cesión de derechos de los terrenos donde pasará el camino.

1.8. Capacidad y Nivel de Servicio de los Caminos.

Siguiendo con Alfonso Mier, la capacidad de un camino es el número de vehículos máximo que circula por la vía bajo condiciones del tránsito que circula por el camino en un lapso de tiempo dado. Se da un tiempo específico bien definido siendo la capacidad el máximo volumen de tránsito que circula en ese lapso de tiempo. Las condiciones de un camino son primordialmente los alineamientos vertical y horizontal, el número y ancho de los carriles. No se pueden cambiar estas condiciones solo que se modifique el camino con una reconstrucción, siendo que las condiciones del tránsito esas si pueden cambiar durante el transcurso del día. También se ve afectada la capacidad por unos factores ambientales como lluvia, neblina, frío, calor, etc. Siendo así estos factores no se toman en cuenta para el análisis de la capacidad.

El nivel de servicio “es una medida cualitativa del efecto de varios factores como es la velocidad, el tiempo de recorrido, interrupciones del tránsito, seguridad, comodidad y libertad de manejo, costos de operación, etc. Que determinan condiciones de operación que ocurren en un camino cuando se presentan volúmenes diferentes de tránsito”. (Mier; 1987:60-61)

Un camino puede funcionar a muchos niveles de servicio, dependiendo del número de vehículos y del tránsito y velocidades en que circulan. Un volumen de servicio corresponde a un nivel de servicio.

Los caminos por lo regular tienen diferentes características geométricas, alineamientos y pendientes distintas según la topografía del camino, de tal manera que dependiendo de estas características se afecta la operación de vehículos pesados y por consiguiente la capacidad del camino de la siguiente forma:

En caminos de terreno plano los vehículos pesados se mantienen a una velocidad parecida que los ligeros, en terrenos de lomerío las características del camino hacen que los vehículos pesados disminuyan su velocidad mas lentos que los vehículos ligeros y los caminos en terreno montañoso con mas razón los vehículos pesados van con velocidades muy lentas en toda la longitud del tramo.

1.8.1. La capacidad y sus objetivos.

La capacidad da solución a dos problemas en la ingeniería de caminos siendo uno de ellos que cuando es una obra nueva, un proyecto de reciente creación la capacidad del camino influye en las características geométricas del camino nuevo, permitiendo obtener un volumen de tránsito igual al volumen horario de proyecto. La otra solución es que cuando se requiera conocer las condiciones de operación de un

camino ya existente se podrá determinar el nivel de servicio del tramo y una fecha cercana cuando se saturará el mismo.

1.8.2. Capacidad para condiciones de circulación continua.

Los volúmenes ya registrados máximos junto con los análisis de las características del tránsito, sirven de guía para tener rangos de la capacidad en diferentes tipos de caminos. Cuando las características de un camino son diferentes también la capacidad del camino difiere siendo que depende uno de otro. Las condiciones ideales de un camino son: la circulación continua, solamente circular vehículos ligeros, los anchos de cada carril del camino de 3.65 m con adecuados acotamientos en 1.8 m sobre la calzada sin obstáculos, un alineamiento horizontal y vertical bien estructurado y bien estipulado para las velocidades de proyecto con adecuada visibilidad de rebase, según Alfonso Mier (1987).

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

Cuando los caminos son ideales para lo que fueron diseñados la capacidad y el volumen de servicio son máximos y siendo que cuando un camino no se elabora en buenas condiciones esta capacidad y el volumen de servicio se ve afectada. Por lo general en los caminos se aplican factores de ajuste en la capacidad y volumen de servicio que son en dos categorías distintas siendo la primera:

1.8.3.1. Factores relativos al camino.

-Obstáculos laterales: cualquier obstáculo que se encuentre a 1.8 m sobre el acotamiento del camino se reduciría el ancho, en la tabla siguiente se muestran como influyen los obstáculos en ambos lados del camino.

Distancia de la orilla del pavimento a la obstrucción (m)	Ancho efectivo de 2 carriles de 3.65 m (m)	Capacidad de los 2 carriles de 3.65 m (% de capacidad)
1.8	7.3	100
1.2	6.6	92
0.6	6	83
0.00	5.10	72

-Ancho de Carriles: el ancho ideal de un camino es de 3.65 m siendo menor este ancho tendría una capacidad menor en circulación continua.

-Acotamientos: los acotamientos del camino son muy necesarios ya que alguna obstrucción de algún vehículo descompuesto reduciría la capacidad del camino y mas aún si el ancho del carril es menor a 3.65 m, no habiendo acotamiento el vehículo descompuesto obstruiría el camino ya que los demás vehículos tendrían que circular en un solo carril y velocidades menores a las del proyecto, siendo así los acotamientos de gran importancia en un camino.

-Condiciones de la superficie de rodamiento: para que un camino este en sus condiciones de buen funcionamiento y capacidad del mismo la superficie debe de estar en buenas condiciones sin deformaciones ni baches en el tramo, siendo así se tendría una mala capacidad del camino.

-Carriles Auxiliares: estos carriles 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, ya que la velocidad puede variar 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: las pendientes afectan en gran medida los volúmenes de servicio, lo que es la distancia de visibilidad de rebase la reduce en caminos de dos carriles, se reducen o aumentan las distancias de frenado en diferentes pendientes, siendo esto que hay espacios mas cortos entre los vehículos que suben pendientes y aumentan el espacio entre vehículos que descienden.

1.8.3.2. Factores relativos al tránsito.

Los factores que afectan al tránsito y que intervienen en la capacidad y volumen de servicio son principalmente los camiones, autobuses, distribución por carriles, variación en el volumen de tránsito y interrupciones del mismo.

1.9. Distancia de Visibilidad en los Caminos.

De acuerdo con el manual de la SCT (1974), a una cierta distancia que el conductor ve sobre la carretera al ir conduciendo, siempre y cuando las condiciones climatológicas se lo permitan se le llama distancia de visibilidad. Se consideran en los caminos dos distancias de visibilidad que son:

-distancia de visibilidad de parada: es la distancia mínima en cualquier punto de la carretera que un conductor lleva, ya sea a la velocidad de proyecto o menor que al encontrarse con algún objeto pueda detener el vehículo antes de tocar al mismo. Esta distancia esta formada por la suma de dos distancias: la distancia que recorre el vehículo desde el momento que el conductor ve al objeto sobre la carretera hasta que pone su pie en el pedal de frenado y la distancia que recorre el vehículo durante el lapso de la aplicación de frenado, a la primera se le llama distancia de reacción y a la segunda distancia de frenado.

Expresándose de la siguiente manera:

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

D_p = distancia de visibilidad de parada.

d = distancia de reacción.

d' = distancia de frenado.

La distancia de reacción se calcula mediante la fórmula: $d = Kvt$ 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:

$$\underline{\frac{1}{2} mV^2 = Wfd' + Wpd}$$
 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 ($g = 9.81 \text{ m/seg}^2$).

d' = distancia de frenado.

-distancia de visibilidad de rebase: una carretera tiene distancia de visibilidad de rebase cuando en un tramo se tenga esta visibilidad para proceder con el rebase de otro vehículo y que esta distancia sea considerable para adelantársele al vehículo de rebase sin peligro alguno de interceptarse con un tercer vehículo que circule en sentido contrario y se vea afectada esta maniobra. En pendientes fuertes la distancia de visibilidad de rebase es menor que en un tramo de terreno plano, siendo que el vehículo tiene la posibilidad de un mayor aceleramiento y reducirse el tiempo de rebase sin peligro alguno. Existen algunas hipótesis para la visibilidad de rebase, según la AASHO, siendo:

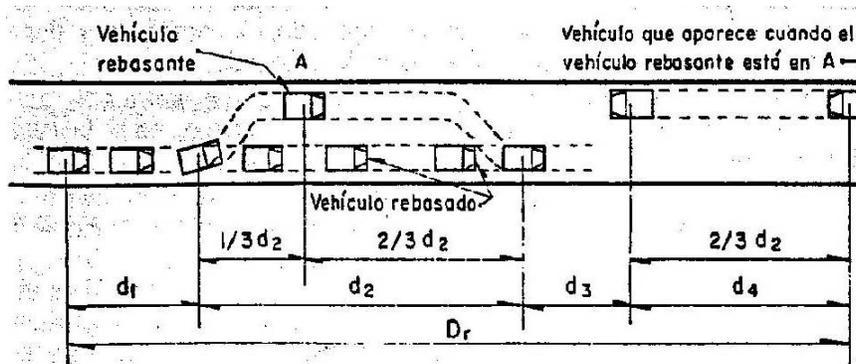
- El vehículo que va a ser rebasado va a una velocidad uniforme.
- El vehículo que va a rebasar logra alcanzar al vehículo que va ser rebasado y comienza a hacer las maniobras a la misma velocidad.
- El vehículo que va a rebasar acelera durante la maniobra y su velocidad media durante el rebase en el carril contrario sería de 15 KPH mas que el vehículo que se esta 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 demasiado elevada para las condiciones aquí en México.

Llegando a una expresión según la SCT como sigue: $D_r = 4.5v$ en la que:

D_r = distancia de visibilidad de rebase (m).

v = velocidad de proyecto (kph).



- d1 - Distancia recorrida durante el tiempo de reacción y durante la aceleración inicial hasta el punto en donde el vehículo rebasante invade el carril izquierdo.
- d2 - Distancia recorrida por el vehículo rebasante desde que invade el carril izquierdo hasta que regresa a su carril.
- d3 - Distancia entre el vehículo rebasante al terminar su maniobra y el vehículo que viene en sentido opuesto.
- d4 - Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto.

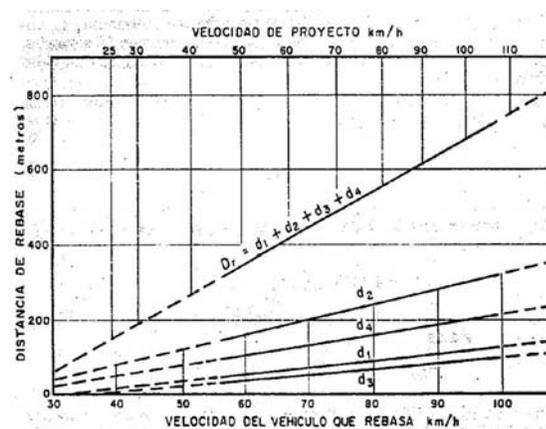


FIGURA 5.21. MANIOBRA DE REBASE SEGÚN AASHO

FIG.4.- MANIOBRA DE REBASE SEGÚN AASHO

Generalmente es antieconómico tener en un camino longitudes pronunciadas con una visibilidad efectiva en todo el tramo para un buen rebase con seguridad, se debe de ajustar según la topografía del camino, en caminos con volúmenes altos de tránsito es necesario que los tramos de rebase sean largos y frecuentes y donde hay volúmenes medianos y pequeños no son tan indispensables. En caminos de muy bajas especificaciones y pendientes fuertes es necesario realizar en tramos donde resulte muy necesario carril auxiliar para alojar los vehículos pesados mientras que los ligeros van ascendiendo.

1.10. Mecánica de Suelos.

La mecánica de suelos es una de las ramas de la ingeniería civil, que tiene por objeto el estudio de una serie de métodos que conducen directa e indirectamente al conocimiento del suelo y problemas de ingeniería que trata con sedimentos de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o descomposición química de las rocas.

En los diferentes terrenos sobre los cuales se van a construir estructuras de índole variable por diversas razones el hombre ha estudiado durante siglos el suelo donde vive presentando teorías sobre las presiones del mismo y sobre métodos para determinar la capacidad de carga para diversos tipos de cimentaciones sin embargo se puede decir que quien organizó conceptos y los hizo crecer hasta formar una rama de la ingeniería civil es el doctor Karl Terzaghi desde 1925, según la página electrónica de Internet //documentos.arq.com.mx

Las propiedades de los suelos que afectan principalmente el comportamiento de cualquier obra civil son:

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

-Resistencia al corte: se puede medir la resistencia de un material por el esfuerzo cortante máximo que puede soportar el material y el esfuerzo límite es el que causa la falla en el suelo por fractura o por flujo plástico.

-Permeabilidad: es la capacidad que un material tiene para permitir que el agua fluya sin alterar su estructura interna.

Se entiende que un suelo es un material que está formado por partículas minerales producidas por la descomposición de las rocas y vacíos, se pueden distinguir un suelo con una roca ya que el suelo se puede disgregar manualmente o empleando agua si es necesario, mientras que las rocas se demuestran todo lo contrario.

Lo que da lugar a la alteración de las rocas para formarse los suelos son:

-Desintegración Mecánica: la congelación de agua haciendo un efecto de cuña al aumentar el volumen del agua, los cambios de temperatura, efectos de los organismos como son las raíces, los esfuerzos tectónicos, efectos abrasivos del agua y viento, efectos telúricos como son sismos y terremotos, efectos de la gravedad siendo taludes, derrumbes, etc.

-Descomposición Química: ocurre cuando el agua influye y otras sustancias naturales, lo que genera suelos finos. Algunos suelos se producen al reaccionar diferentes minerales de unas rocas como el ácido carbónico producido por el agua y

el bióxido de carbono natural del aire, las rocas ígneas y silíceas contienen feldespato, propio del granito, produciendo suelos arcillosos, los materiales formados por hidróxidos de fierro son dados por el intemperismo en rocas que contienen minerales de fierro, en general en regiones con alta humedad existen suelos finos limosos o arcillosos.

1.10.1. Tipos de suelos.

*Suelos Residuales.- Estos suelos se encuentran en el sitio donde fueron formados, estos suelos son casi siempre buenos para resistir una edificación habiendo excepciones de que hubiera filtraciones de agua ocasionando huecos en los suelos o un alto grado de intemperismo.

*Suelos Transportados.- Estos suelos son formados por la alteración de las rocas removidas por cualquier movimiento de sismo, corrientes de agua, viento, gravedad, etc. y son depositadas en lugares diferentes al de su origen, estos suelos se dividen en:

*Suelos Aluviales.- Aquí el principal factor de este tipo de suelo es el agua, se forman depósitos de suelos gruesos y finos según sea la corriente del agua y su velocidad, cuando el agua tiene una cierta velocidad se forman depósitos de gravas, los cantos rodados o arenas en los lechos de los ríos. Los depósitos de suelos finos se forman ya cuando el agua pierde su velocidad.

*Suelos Lacustres.- Estos suelos también suelen ser por acarreo de corrientes pero ya casi sin velocidad como pueden ser en lagos, formándose depósitos finísimos, en estos suelos es muy difícil cualquier cimentación ya que poseen una estructura muy abierta, lo recomendable en este tipo de suelos es una

cimentación por medio de pilotes asentándose en un suelo de roca sólida o algún estrato resistente.

*Suelos Eólicos.- Son los suelos que han sido arrastrados por el viento y posteriormente depositados, se encuentran lo que son las Dunas y los Loess. Las Dunas se forman en estado suelto que se encuentran bien o poco compactas por la lluvia. Los Loess son sedimentos de origen eólico que son formados por polvos de arcillas y limos donde hay vegetación, estos suelos son malos cuando aumentan su humedad sufren hundimientos, por lo que es recomendable antes de construir sobre este suelo provocar su hundimiento removiendo y compactando con máquinas adecuadas presentando una buena resistencia.

*Depósitos de pie de monte.- Son formados directamente por la gravedad, son constituidos por fragmentos de roca, materiales finos como limos y arcillas, gravas, arenas una característica es su heterogeneidad y su baja compacidad, de acuerdo con Carlos Arias (1986).

1.10.2. Propiedades físicas de los suelos.

-Estructura de los suelos gruesos: la estructura de un suelo se le conoce como la ubicación, arreglo y orientación, los suelos pueden ser gruesos o finos según:

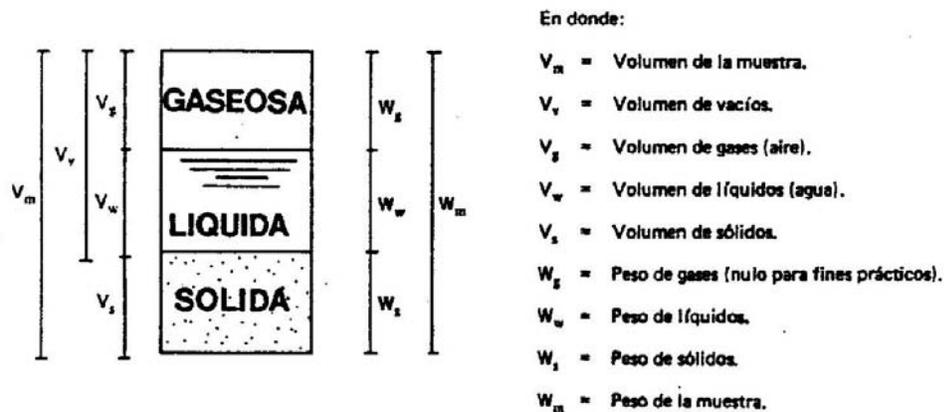
7.6 cm > Suelos gruesos > 0.074mm (malla no. 200) > Suelos finos

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)	Chicharo 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 cuando las partículas se apoyan una de la otra en forma continua, las fuerzas que hay entre el contacto de las partículas se deben a la gravedad, o sea que se deben al peso propio” (Arias, 1986: 3-4). En general el agua sobre suelos gruesos es favorable se disminuye la resistencia al corte y aumenta su compresibilidad. Un factor importante es la compacidad del suelo por lo que un suelo compacto es más útil que uno suelto.

-Estructura de los suelos finos: aquí se incluyen las fuerzas electromagnéticas de partículas y las de origen molecular, estos suelos son pequeñísimos ya que no pueden ser observadas las partículas que los forman a simple vista.

-Propiedades volumétricas y gravimétricas: un suelo observándose se define como un sistema de partículas y sus espacios libres pueden estar parcial o totalmente llenos de agua teniendo tres fases en juego: sólida, líquida y gaseosa, se establecen relaciones entre los pesos y volúmenes de las fases, como se acostumbra a idealizar a una muestra de suelo de la siguiente forma:



De acuerdo con Arias Rivera (1986), un suelo que esta formado por la fase sólida y líquida se le llama suelo saturado, otro que se forma por las fases sólida y gaseosa es un suelo seco y uno que esta integrado por las tres fases se le denomina suelo parcialmente saturado.

1.10.3. 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 forman un suelo” (Arias, 1986: 32-33).

Este análisis granulométrico por lo regular se realiza en suelos gruesos, o sea los que se encuentran entre 0.074 y 76.2mm , los suelos bien graduados tienen mejor comportamiento que los suelos con granulometría uniforme, ya que en el suelo bien graduado los huecos que existen entre las partículas de mayor tamaño las ocupan otras de menor tamaño y así sucesivamente lo que no sucede en el suelo uniforme y disminuye su capacidad de carga.

En la mecánica de suelos existe lo que es la plasticidad que se conoce como la capacidad de un material por lo cual es capaz de soportar deformaciones sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable, ni grietas.

Existen varios antecedentes dentro de la mecánica de suelos de que haya una clasificación de suelos que norme un criterio para el proyectista respecto a sus cualidades y propiedades mecánicas, 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). de acuerdo con Arias Rivera (1986).

Es muy importante en la construcción de un camino el estudio de los suelos ya que se conocen las propiedades del suelo y si es un suelo bueno para la construcción del camino, o que mejorías se le tienen que aplicar al suelo para que cumpla con las especificaciones requeridas y se realice en base al tipo de suelos un buen diseño de terracerías y pavimentos.

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UN CAMINO

En el presente capítulo se abordará lo que es el alineamiento vertical y horizontal, sección transversal, los elementos que constituyen un pavimento, como también se estudiarán los materiales asfálticos y controles de laboratorio necesarios para un camino ya que el sistema de caminos y calles en México está compuesto predominantemente por pavimentos flexibles con carpeta asfáltica, los cuales requieren de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar su buen comportamiento a lo largo de su vida útil. La acción combinada del tránsito y los escurrimientos pluviales producen daños que pueden variar desde la destrucción parcial o total de la superficie de rodamiento, hasta el deterioro de las capas subyacentes con la consecuente pérdida de la capacidad estructural del pavimento.

2.1. Alineamiento Vertical.

De acuerdo con el Manual de Proyecto Geométrico de 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, está influido por la consideración del terreno, el costo y la seguridad.

En el perfil longitudinal de un camino, la subrasante es la línea de referencia que define el alineamiento vertical. El trazo de la subrasante depende de la

topografía, del tipo de camino, de la zona donde se va a realizar la obra y algunos factores más.

Tangentes.

Las tangentes se caracterizan 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.- Es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea subrasante para dominar un desnivel determinado, en función de 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. Sirve de norma reguladora a la serie de pendientes que se deban proyectar para ajustarse en lo posible al terreno.

Pendiente máxima.- Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Queda determinada por el volumen y composición del tránsito previsto y la configuración del terreno.

La pendiente máxima se empleará, cuando convenga desde 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.

La 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 ocasiones la longitud de los cortes y la precipitación pluvial en la zona podrá llevar a aumentar esa pendiente mínima.

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.

Los elementos que intervienen para la determinación de la longitud crítica de una tangente son fundamentalmente el vehículo de proyecto, la configuración del terreno, el volumen y la composición del tránsito.

Curvas verticales.

Son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso graduable la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida.

Debe dar por 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.

El alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino. Los elementos que integran al alineamiento horizontal son las tangentes, las curvas circulares y curvas de transición.

Tangentes.

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se le representa como PI, y al ángulo de deflexión formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se le representa por Δ . La longitud de una tangente es la distancia entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. La longitud máxima de una tangente está condicionada por la seguridad. Las tangentes largas son causa potencial de accidentes, ya que causa somnolencia al conductor, por tal motivo es conveniente limitar la longitud de las tangentes, proyectando en su lugar alineamientos ondulados con curvas de gran radio.

Curvas circulares.

Las curvas circulares están constituidas por los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas; las curvas circulares pueden ser simples o compuestas, según se trate de un solo arco de círculo o de dos o más sucesivos, de diferente radio.

-Curvas circulares simples: Es cuando dos tangentes están unidas entre si por una sola curva circular, ésta se denomina curva simple. Las curvas pueden ser hacia la izquierda o a la derecha en sentido del cadenamiento del camino.

-Curvas circulares compuestas: Son las 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.

En la construcción de los caminos deben de evitarse este tipo de curvas, porque se pone en riesgo al usuario ya que introducen cambios de curvatura peligrosos, en intersecciones se pueden emplear siempre y cuando la relación entre dos radios consecutivos no sobrepase la cantidad de 2.0 y se resuelva satisfactoriamente la transición de la sobreelevación.

Curvas de transición.

“Es cuando un vehículo pasa de una tangente a una curva circular, se debe de hacer en forma gradual, tanto por lo que se refiere al cambio de dirección como a la sobreelevación y ampliación necesarias, para realizar este cambio gradual se usan las curvas de transición. Definiéndose las curvas de transición como a la que liga una tangente con una curva circular, teniendo como característica principal, que en su longitud se efectúa, de manera continua, 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.

De acuerdo con el Manual de la SCT (1974), en un punto cualquiera de un camino la sección transversal es un corte vertical normal al alineamiento horizontal.

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.

Corona: Es la superficie del camino terminado que queda comprendida entre los hombros del camino, o sean las aristas superiores de los taludes del terraplén y/o las interiores de las cunetas. Los elementos que definen la corona son la rasante, la pendiente transversal, la calzada y los acotamientos.

a) Rasante.- Es la línea obtenida 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. Según su relación con los elementos del alineamiento horizontal se presentan tres casos:

1.- Bombeo.

2.- Sobreelevación.

3.- Transición del bombeo a la sobreelevación.

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

2.- Sobreelevación: La sobreelevación 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 expresión para calcular la sobreelevación necesaria en una curva circular es:

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

En donde:

S: Sobreelevación, 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 sobreelevación: siguiendo con el 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 sobreelevación correspondiente a la curva; este cambio se hace gradualmente en toda la longitud de la espiral de transición. Cuando la curva circular no tiene espirales de transición, la transición de la sobreelevación puede efectuarse sobre las tangentes contiguas a la curva; sin embargo, esta solución tiene el defecto de que al dar la sobreelevación en las tangentes, se obliga al conductor a mover el volante de su vehículo en sentido contrario al de la curva para no salirse del camino; esta maniobra puede ser molesta y peligrosa, por lo cual se recomienda para este caso, dar parte de la transición en las tangentes y parte sobre la curva circular. Se ha determinado empíricamente 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 sobreelevación completa.

Para pasar del bombeo a la sobreelevación, se tienen tres procedimientos. El primero consiste en girar la sección sobre el eje de la corona; el segundo 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 conveniente, debido a que requiere menor longitud de transición y los desniveles relativos de los hombros son uniformes; los otros dos métodos tienen desventajas y solo se emplean en casos especiales.

c) Calzada.- Calzada es la parte de la corona destinada al tránsito de vehículos y constituida 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 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.- Para determinar el ancho de calzada en tangente, debe establecerse 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, pueden determinarse 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 y el conductor experimenta cierta dificultad para mantener su vehículo en el centro del carril, por lo que se hace necesario dar un ancho

adicional a la calzada respecto al ancho en tangente. A este sobreecho se la llama ampliación, el cual debe darse tanto a la calzada como a la corona. En la figura siguiente se ilustra la forma en que intervienen cada uno de los elementos mencionados en el cálculo de la ampliación para obtener el ancho de calzada en curva.

d) Acotamientos.- Los acotamientos son definidos como las fajas contiguas a la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros del camino. Tienen las siguientes ventajas:

- 1.- Dar seguridad al usuario del camino al proporcionarle un ancho adicional fuera de la calzada.
- 2.- Proteger contra 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: Es la superficie que limita a las terracerías y sobre la que se apoyan las capas del pavimento. En sección transversal es una línea.

Los elementos que definen la subcorona y que son básicos 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 la misma que la de la corona, logrando mantener uniforme el espesor del pavimento. Puede

ser bombeo o sobreelevación, según que la sección este en tangente, en curva o en transición.

3.- Ancho.- El ancho de la subcorona es la distancia horizontal comprendida entre los puntos de intersección de la subcorona con los taludes del terraplén, cuneta o corte. Este ancho esta en función del ancho de corona y del ensanche.

Cunetas y contracunetas: Las cunetas y contracunetas son obras de drenaje que por su naturaleza quedan incluidas en la sección transversal.

1.- Cunetas.- Las cunetas son zanjas que se construyen en los tramos en corte a uno o a ambos lados de la corona, contiguas a los hombros, con el objeto 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.- Contracunetas.- Generalmente son zanjas de sección trapezoidal, que se excavan arriba de la línea de ceros de un corte, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural. Se construyen perpendiculares a la pendiente máxima del terreno con el fin de lograr una interceptación eficiente del escurrimiento laminar.

Taludes: Es la inclinación del paramento de los cortes o de los terraplenes, expresado numéricamente 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 terraplenes, la que queda entre la línea de ceros y el hombro correspondiente.

Los taludes de los cortes y terraplenes se fijan de acuerdo con su altura y la naturaleza 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 los cortes debido a la variedad en el tipo de los materiales es realizar un mejor estudio para definir el talud en cada caso.

Partes complementarias: Con esta denominación se incluyen aquellos elementos de la sección transversal que concurren ocasionalmente y con los cuales se trata de 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 parcialmente enterrados, comúnmente 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 como en lavaderos construidos sobre el talud del terraplén, de otra manera causaría erosiones en el talud del terraplén.

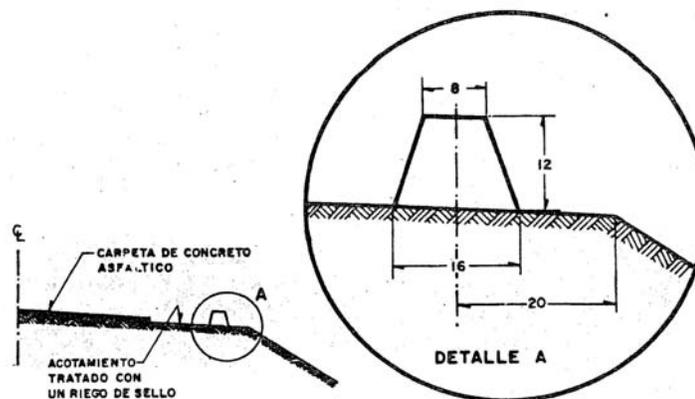


FIGURA 9.10. BORDILLO

FIG. 6.- BORDILLO

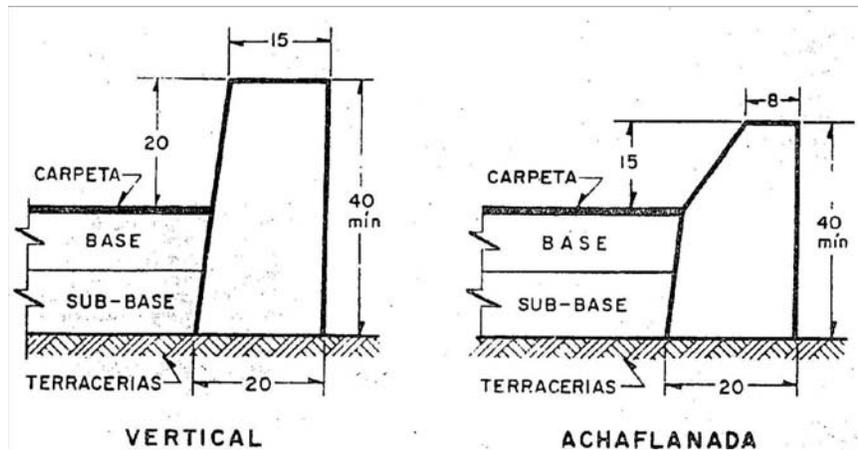


FIG. 7.- TIPOS DE GUARNICIONES

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.- son 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.”

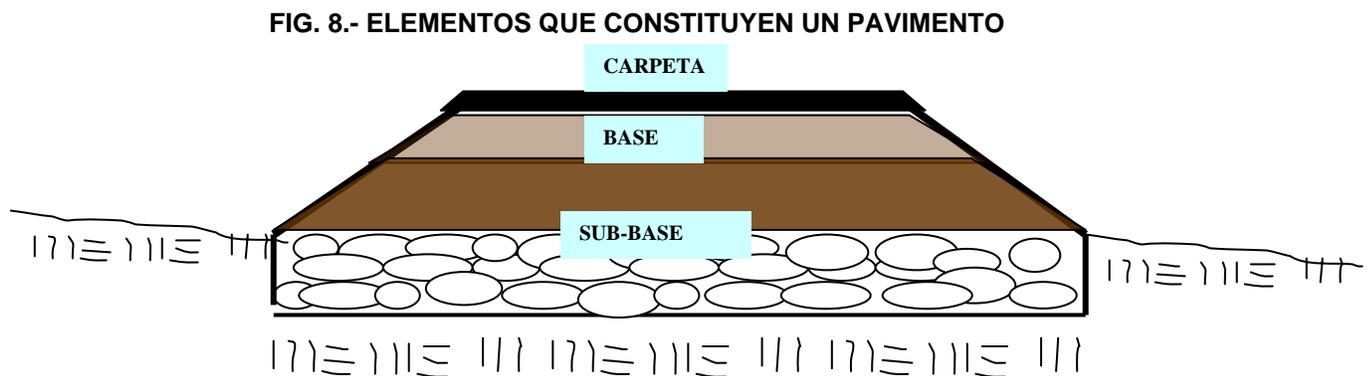
(M.P.G. SCT, 1974: 367-393)

2.4. Elementos constituyentes de un pavimento.

Un pavimento se puede definir como la capa o conjunto de capas de materiales diseñados y apropiados para un pavimento, comprendido entre el nivel superior de las terracerías y la superficie de rodamiento, siendo su principal función proporcionar una superficie uniforme con una textura apropiada, resistencia a la acción del tránsito y a la del intemperismo, así como emitir 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 duración de un pavimento depende fundamentalmente 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 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 N-CTR-CAR-1-04-002/00 la sub-base es una capa de materiales pétreos seleccionados, esta capa 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 natural para sub-base cribado, parcialmente triturado, totalmente triturado o mezclado que sea utilizado para la construcción de subbases 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 ($N^{\circ}200$) al que pase la malla con abertura de (0,425) milímetros ($N^{\circ}40$) 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.

Requisitos de granulometría de los materiales para subbases de pavimentos asfálticos

Malla		Porcentaje que pasa	
Abertura mm	Designación	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
50	2"	100	100
37.5	1½"	72 - 100	72 - 100
25	1"	58 - 100	58 - 100
19	¾"	52 - 100	52 - 100
9.5	¾"	40 - 100	40 - 100
4.75	Nº4	30 - 100	30 - 80
2	Nº10	21 - 100	21 - 60
0.85	Nº20	13 - 92	13 - 45
0.425	Nº40	8 - 75	8 - 33
0.25	Nº60	5 - 60	5 - 26
0.15	Nº100	3 - 45	3 - 20
0.075	Nº200	0 - 25	0 - 15

[1] ΣL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

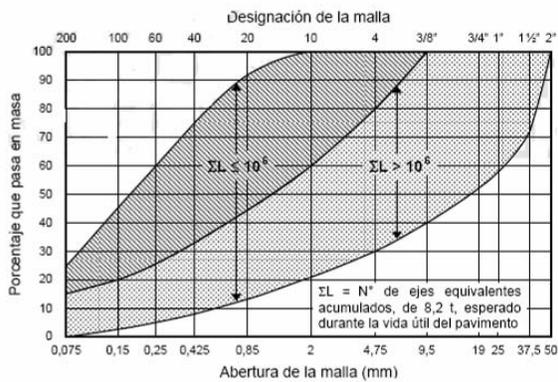


Fig. 9.- Zonas Granulométricas recomendables de los materiales para subbases.

Requisitos de calidad de los materiales para subbases de pavimentos asfálticos

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

[1] ΣL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

[2] Determinado mediante el procedimientos 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 Secretaría indiquen otra cosa.

Según la página de Internet www.arqhys.com, la construcción de las subbases consiste en el suministro, transporte, 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. 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.

En 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 capa.

Siguiendo con la misma página de Internet, la granulometría propuesta 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 Angeles, debe presentar un desgaste menor del 50%.

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

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

Los materiales se extraerán de canteras o depósitos aluviales estudiados y aceptados por la Secretaría, con estudio y control de calidad realizados y aceptados, si se desea utilizar materiales diferentes a los acordados inicialmente, se pedirá autorización por escrito, presentando 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: Extensión y humedecimiento necesario de una capa, conformación, compactación y acabado de la misma capa. No se podrá dar comienzo a los trabajos 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. Se colocará en capas no mayores de 20 cm. de espesor, medido antes de la compactación, y mantendrá un contenido de humedad cercano al óptimo para 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 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. 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.

Los equipos para la ejecución de los trabajos especificados comprenden: Motoniveladora debidamente equipada con cuchilla y escarificadores en buenas condiciones, Pipa de agua que permita un riego uniforme sobre la superficie. El

espesor de cada capa y el número de pasadas del equipo de compactación se determinarán de acuerdo a la capacidad del equipo que se tenga disponible y el material a compactar. La secretaría exigirá que el equipo cumpla con las especificaciones determinadas, plazo y programa de trabajo. Las tolerancias admisibles para la aceptación de la sub-base serán las siguientes: La cota de cualquier punto de la sub-base conformada y compactada no deberá variar en más o menos un centímetro (+ /-1 cm.) de la cota proyectada. El espesor verificado por medio de perforaciones en la sub-base terminada no deberá ser menor del noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de diseño. En los proyectos de mejoramiento de vías existentes en las que el afirmado forma parte de la sub-base, la secretaría determinará el procedimiento de control de espesores, cotas y pendientes longitudinales y transversales según lo estime conveniente. El precio unitario cubrirá los costos directos e indirectos, necesarios para la realización de la actividad. En los proyectos de mejoramiento, el precio unitario deberá cubrir los costos de escarificación, conformación y compactación del afirmado existente aún en aquellos tramos en que las cantidades de materiales de sub-base por colocar sean mínimas o nulas. 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.

La base es una capa de materiales pétreos seleccionados, esta capa 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. Según la Norma N-CTR-CAR-1-04-002/03

De acuerdo con Mier (1987) Los materiales que se emplean para bases son los siguientes:

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

Materiales que requieren ser disgregados: 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 materiales poco o nada cohesivos, como son las mezclas de gravas, arenas y limos que al extraerlos quedan sueltos con un contenido de el 5% y el 25% de material mayor de 2”; por consiguiente deben ser cribados por la malla de 2” para cumplir con lo especificado 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 mas 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 mas del 5% de partículas mayores a 2" debiendo triturarse y cribarse por la malla de 1 ½" .

Materiales que requieren trituración total y cribado por la malla de 1 ½": son los materiales que son extraídos de mantos de roca, piedra de pepena, piedra suelta de depósitos naturales o algún desperdicio que requieren de un tratamiento mecánico de trituración total y cribado con el equipo adecuado, para satisfacer la composición granulométrica.

Materiales mezclados: son los materiales que resultan de la mezcla de dos o más materiales sean 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 que se empleará 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 colocar una carpeta asfáltica después de la construcción de la base hidráulica, el material para la base tendrá la siguiente 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.

En la siguiente tabla se presentan 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	Designación	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
37,5	1½"	100	100
25	1"	100	70 - 100
19	¾"	60 - 100	60 - 85
9,5	¾"	40 - 83	40 - 65
4,75	Nº4	30 - 67	30 - 50
2	Nº10	21 - 50	21 - 36
0,85	Nº20	13 - 37	13 - 25
0,425	Nº40	8 - 28	8 - 17
0,25	Nº60	5 - 22	5 - 12
0,15	Nº100	3 - 17	3 - 9
0,075	Nº200	0 - 10	0 - 5

[1] ΣL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

En la siguiente figura se muestran las zonas granulométricas recomendadas para bases hidráulicas.

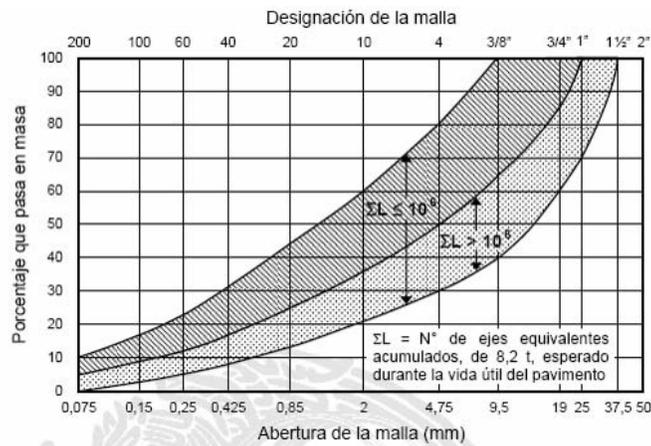


Fig. 10.- Zonas granulométricas recomendables de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de mezcla asfáltica de granulometría densa.

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

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido ^[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 Angeles ^[2] , máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas ^[2] , máximo	40	35
Grado de compactación ^[2, 4] , mínimo	100	100

[1] ΣL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

[2] Determinado mediante el procedimientos 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 Secretaría indiquen otra cosa.

Al tener preparado el material para base ya cumpliendo con la granulometría de la normatividad se extenderá en todo lo ancho de la corona y se conformará de tal manera que se tenga una capa sin compactar de un espesor uniforme, se comenzara a compactar el material de tal manera que las capas que se empiecen a compactar tengan un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar. La 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. Se realizaran diferentes calas para checar la compactación y espesores de la base haciendo el número de calas como se indica en la siguiente fórmula:

$$C = L / 50$$

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

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

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.

De acuerdo con la página de Internet www.construaprende.com, uno de los primeros pasos para la construcción de una base hidráulica es ubicar el banco de préstamo, de donde se traerá el material, pudiendo emplearse en estas capas gravas, arenas de río, depósitos de roca (aglomerados) o materiales ligeramente o fuertemente cementados (conglomerados), se recomienda no usar tezontles ya que estos materiales tienden a desmoronarse y pueden provocar cambios volumétricos, 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, en algunas ocasiones 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.

Cuando el material de banco tiene cierta humedad, ésta se calcula para saber si estamos por debajo o por encima de la humedad óptima de compactación, en base a esto sabemos que cantidad de agua debemos adicionarle, otra cosa que se puede hacer es 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 en varias pasadas, 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, o con una combinación de ambos hasta alcanzar el grado de compactación que marca el proyecto.

Cuando en las bases se alcanza la compactación de proyecto, ésta se deja secar superficialmente, se barre para retirar cualquier tipo de basura y partículas sueltas. Después de esto se le aplica un riego de emulsión asfáltica de fraguado lento o superestable que se conoce como riego de impregnación. Este elemento sirve para impermeabilizar y estabilizar la base y le ayudará a protegerla de la intemperie cuando no se va a colocar una carpeta en poco tiempo, además favorece la adherencia entre la base y la futura carpeta. La cantidad por regar variará de acuerdo con la abertura de poro que presente la base, para conocer cual 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 la capa superior. Se recomienda no efectuar este tratamiento cuando amenace lluvia, cuando la temperatura sea menor de 5 ° C o bien, cuando exista

mucho viento. 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.

2.4.3. Carpetas Asfálticas.

“Las carpetas asfálticas se pueden realizar de las siguientes maneras: por el sistema de riegos, por el sistema de mezcla en el lugar y por medio de mezcla asfáltica en caliente elaborada en planta, siendo de cualquiera de estas maneras deben de cumplir con los siguientes requisitos: no se deben desplazar ni desintegrar por la acción del tránsito, deben de tener una buena resistencia al intemperismo y soportar pequeñas deformaciones sin sufrir agrietamiento. Se debe de tener en cuenta y tomar la precaución de que el espesor de la carpeta sea igual o mayor a los 3cm compactos y no es conveniente que los camellones sean de mas de 5 km de longitud” (Mier, 1987 : 318-319). De acuerdo con Mier (1987), Los materiales asfálticos mas 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 construyen mediante uno, dos o tres riegos de materiales asfálticos, cubiertos con capas de materiales pétreos de diferentes tamaños, triturados y/o cribados, en la siguiente tabla se muestra la denominación de los materiales pétreos para carpetas por el sistema de riego.

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:

DENOMINACION DEL MATERIAL PETREO

MALLAS	CONDICIONES	1	2	3-A	3-B	3-E
1 1/4"	Debe pasar	100%				
1"	Debe pasar	95% mín.				
3/4"	Debe pasar		100%			
1/2"	Debe pasar Debe retenerse		95% mín. 95% mín.	100%		100%
3/8"	Debe pasar			95% mín.	100%	95% mín.
1/4"	Debe pasar Debe retenerse		95% mín.		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 ultimo 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 materiales pétreos y asfálticos para carpetas de dos riegos es la siguiente:

concepto	Denominación del material pétreo	
	1er. Riego	2º. Riego
I. Material pétreo		
1)Granulometría	Número 2	Número 3-B
A)que pasa por la malla de	½"	¼"
B)que quede retenido en la malla de	¼"	Número 8
2)dosificaciones (Its/m2)	8 – 12	6 - 8
II. Material Asfáltico		
1)Cemento asfáltico (Its/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: 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 número 1, se rastrea y se realiza una pasada con el equipo de compactación, enseguida se da un segundo riego de material asfáltico del tipo y cantidad fijada, cubriendo enseguida con material pétreo número 2, el cual se rastrea y compacta, dándole dos pasadas completas con el equipo; seis horas después se puede abrir el tránsito por un tiempo no mayor de dos semanas, enseguida 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 ultimo a los tres días se barre la superficie recolectando el material pétreo que no se adhirió 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/m ²)	20 - 25	8 - 12	6 - 8
II. Material Asfáltico			
1)Cemento asfáltico (lts/m ²)	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 las 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 de 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.

Estas carpetas 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 en los riegos de liga son cementos asfálticos y rebajados o emulsiones de rompimiento rápido.

Para iniciar con la construcción de este tipo de carpeta debe de estar la base debidamente terminada e impregnada, primeramente se da un riego de liga con petrolizadora en toda la superficie que llevara carpeta, si se emplea una motoconformadora para realizar la mezcla de los materiales pétreos y asfálticos este último debe de aplicarse con petrolizadora, si es conveniente en varios riegos sobre el material pétreo extendido, 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 este terminada se realizara un riego de sello cuando esta resulte con mayor permeabilidad del 10% permitido.

Carpetas con mezcla asfáltica en caliente.

Continuando con Mier, 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, provisto 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 tender 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.



Fig. 11.- Tendido de carpeta asfáltica en caliente.

La compactación suele iniciarse utilizando 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 después de la compactación inicial, se procede a dar pasadas con el rodillo neumático.



Fig. 12.- Compactación con rodillo tándem.

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.



Fig. 13.- Compactación con rodillo neumático.

Una compactación final debe realizarse con rodillos tandem 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.

Según la norma N-CMT-4-05-001/00, son los materiales bituminosos con propiedades aglutinantes, sólidos, semisólidos o líquidos que son utilizados en estabilizaciones, riegos de impregnación, de liga y de sello, en la elaboración de carpetas asfálticas y morteros. Los materiales asfálticos son clasificados en cementos asfálticos, emulsiones asfálticas y asfaltos rebajados.

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.

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

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 (1 000 ± 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 (2 000 ± 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 el sistema de riegos, dentro de las regiones indicadas como Zona 2 en la Figura 1.
AC-30	300 ± 60 (3 000 ± 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.

[1] Poises



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

Las emulsiones asfálticas están formadas por dos fases no miscibles en las 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: este tipo de emulsión se emplea para riegos de liga y carpetas por el sistema de riegos.

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

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

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

..... 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	
EAM-65	65		
EAL-55	55	Rompimiento lento	
EAL-60	60		
EAI-60	60	Para impregnación	
ECR-60	60	Rompimiento rápido	Catiónica
ECR-65	65		
ECR-70	70		
ECM-65	65	Rompimiento medio	
ECL-65	65	Rompimiento lento	
ECI-60	60	Para impregnación	
ECS-60	60	Sobrestabilizada	

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

De acuerdo con Mier (1987), los materiales asfálticos se transportan en autotanques que deben de contar con equipo para calentar el producto cuando se requiera, debiendo ser herméticos y con tapa adecuada para así mismo evitar fugas y contaminaciones. Los riegos de asfalto se deben de realizar por medio de petrolizadoras que cuenten con el siguiente equipo: un equipo de calentamiento para tener la temperatura adecuada, una bomba que produzca la presión para obtener una dispersión uniforme en todas las 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 deberán 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). Continuando con Mier 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.

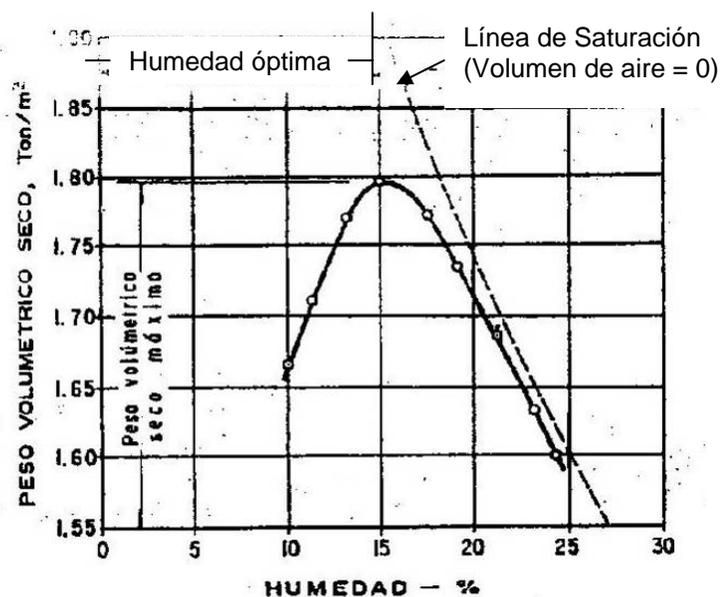


Fig. 14.- Curva de compactación típica.

La compactación en el campo se logra por 4 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, ente otros. El personal de laboratorio estará capacitado, y acreditará, mediante evaluaciones ante el Jefe de Verificación de Calidad o el Jefe de la Unidad de Laboratorios si corresponde al grupo de verificación de calidad, el conocimiento de las pruebas y procedimientos correspondientes a las actividades que desempeñe.

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

temperatura y de ventilación, que permitan la correcta ejecución de las pruebas y de las calibraciones.

Se tendrán que elaborar informes diarios a como se valla 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 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:

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

Como se puede observar, la fórmula es muy 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 determinarán los volúmenes a construir y para cada cantidad de trabajo se 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 maquina para cada concepto de obra y ver que tipo de equipo es el mas 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 si sola, es una herramienta insuficiente para la planificación y control ya que no necesariamente muestra la secuencia lógica de las actividades.

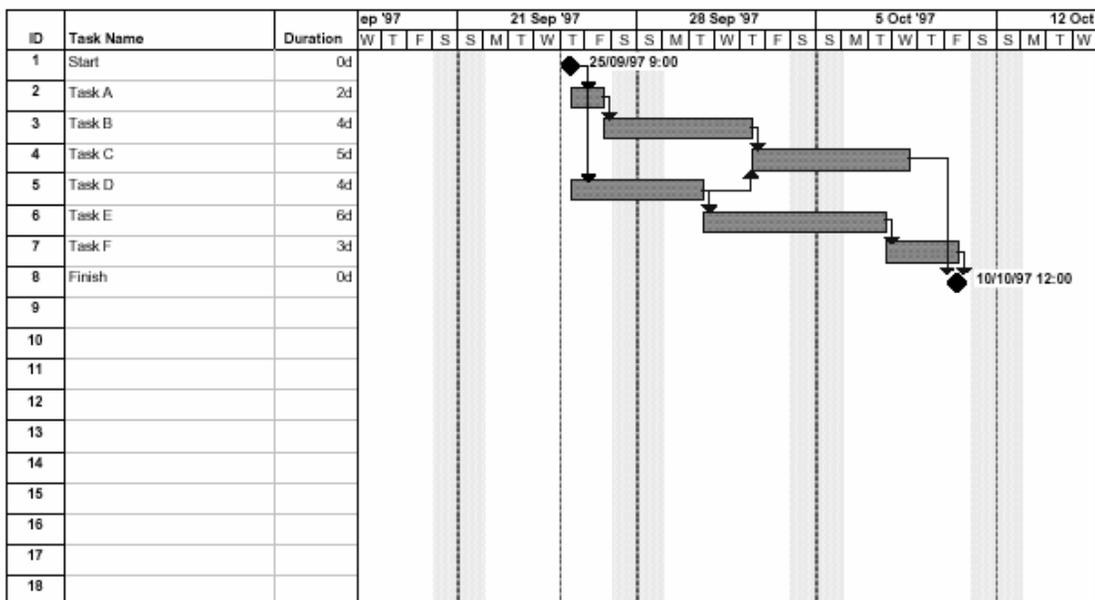


Fig. 15.- Forma típica de un diagrama de gantt.

CAPÍTULO 3

MARCO DE REFERENCIA

En este capítulo se abordarán las generalidades del proyecto, el resumen ejecutivo, el entorno geográfico e informe fotográfico, estudio del tránsito y las alternativas de solución; concluyendo con una solución del proyecto, única para el correcto funcionamiento y comportamiento del camino objeto de esta investigación.

3.1. Generalidades.

El desarrollo de este trabajo de tesis es referente al proceso de construcción del camino Cuatro Caminos – Churumuco, tramo Zicuirán – Churumuco del Km. 42+300 al 46+300, en el Estado de Michoacán, teniendo el 0+000 en la población de Zicuirán, Mich.

3.1.1. Objetivo.

El objetivo de este proyecto es rehabilitar el pavimento existente por medio de un buen procedimiento de construcción del tramo ya mencionado cumpliendo con los requerimientos de vialidad, y control de calidad adecuados y así mismo brindar la seguridad y comodidad necesaria al usuario que transita por esta vía tan importante.

3.1.2. Alcance del proyecto.

En el presente trabajo se da a conocer el procedimiento constructivo del tramo carretero antes mencionado, el cual es de gran importancia tanto para Churumuco,

como toda su Zona de Influencia, ya que Churumuco se desempeña por su actividad económica de pesca, agricultura y ganadería, siendo el mayor punto de comercio en la zona, además de la extracción de cobre. El mejoramiento de este camino es necesario ya que la superficie existente se encuentra en mal estado, la carpeta asfáltica esta dañada, por lo que se procederá a un mejoramiento de la estructura de pavimento, así como el seguimiento del control de calidad de la obra y el correcto manejo de la normatividad aplicada para caminos y carreteras.

3.2. Resumen Ejecutivo.

Dentro de este trabajo de rehabilitación del pavimento se realizó un estudio de la estructura del pavimento existente ya que se presentan problemas severos en la superficie de rodamiento y varias deformaciones que al circular son notables y riesgosas, se elaboraron los estudios necesarios de ingeniería de acuerdo a los trabajos de topografía, geología, geotecnia, impacto ambiental y el diseño de la estructura nueva. Así como los costos del proyecto dentro del procedimiento de construcción. Se realizó un informe fotográfico para apreciar los problemas antes mencionados; las fallas estructurales, el estado actual de la superficie de rodamiento y los tipos de vehículos que circulan por el tramo.

Se realizaron sondeos mediante pozos a cielo abierto para así mismo obtener la calidad de la carpeta asfáltica actual, la base hidráulica y sub-base, conociendo la calidad y el estado actual de cada capa y sus materiales respectivos. Al realizar estos sondeos se encontró que la carpeta tenía un espesor de 3,0cm, 25,0cm de base y 20,0cm de sub-base. Se estudiaron los bancos de materiales, analizando muestras de material propuesto y verificando que cumplan con las normas de calidad

para la SCT, para cada capa de la estructura de pavimento, así mismo verificar que los bancos a usar no tengan problemas para su explotación y que no tengan ningún problema ecológico y de impacto ambiental.

Los tipos de fallas presentados en el tramo son deformación de la carpeta sobre roderas teniendo desprendimiento del material pétreo; la falla es debido a una mezcla excedida de asfalto con temperatura inferior a la necesaria y un material pétreo húmedo, lo correcto es levantar la carpeta vieja y construir una nueva; otra falla es agrietamiento en la carpeta tipo piel de cocodrilo presentándose fisuras en la superficie de la carpeta asfáltica, formando un patrón regular con polígonos de hasta 20 cm, grietas interconectadas formando pequeños polígonos que asemejan la piel de un cocodrilo, desprendiéndose el material pétreo; esta es una falla estructural en la carpeta porque ha llegado a su vida útil el pavimento, soporte inadecuado de la base, escasez de espesor de la carpeta y es necesario construir una nueva carpeta. Existen asentamientos de grandes longitudes, deformaciones tanto transversales como longitudinales; este tipo de falla es estructural por la baja resistencia al esfuerzo cortante de la terracería, es necesario remover el pavimento y las capas hasta donde se encuentre la falla estructural y sustituir la terracería por una de mejor resistencia. Existen en algunos tramos ondulaciones transversales algo ligeras sobre la carpeta; es una falla por mal compactación de la carpeta, si se sigue incrementando la ondulación por el tránsito es necesario realizar una sobrecarpeta. Una falla también muy severa son las ondulaciones longitudinales y transversales muy pronunciadas en la carpeta; es una falla estructural por el deslizamiento de la carpeta sobre la base, debido a un riego de liga sobrepasado, siendo una solución

levantar la carpeta y darle un recargue a la base y una recompactación, así mismo un riego de liga adecuado y una nueva carpeta asfáltica.

De acuerdo a las necesidades del tramo y viendo las diferentes alternativas de solución, en la mayoría del tramo existen fallas por asentamientos y deformaciones longitudinales y transversales, estos tipos de falla son estructurales, por la baja resistencia al esfuerzo cortante de la terracería, es necesario mejorar la estructura de la siguiente manera:

Las capas de base y sub-base existentes fueron construidas con materiales de préstamo que contienen finos plásticos de baja calidad en toda la longitud del tramo; por lo anterior, se propone que la nueva sub-base se forme con material de una mezcla de la base y la carpeta existente, adicionándole material de banco para cumplir con el espesor y buena calidad para sub-base, se construirá una base hidráulica nueva y colocando finalmente una nueva carpeta asfáltica de 5cm de espesor compactos.

3.3. Entorno Geográfico.

En el presente tema se abordara la macro y microlocalización de la zona de trabajo y de la región del poblado de Churumuco, se estudiará la topografía, la geología, la Hidrología y el uso del suelo de esta región.

3.3.1. Macro y Microlocalización.



Fig. 16. Ubicación del camino, pudiéndose apreciar el camino Zicuirán – Churumuco marcada la zona en estudio.

En esta figura 16 se representa la zona en estudio con los kilometrajes ubicados del Km. 42+300 al 46+300 y sus poblaciones colindantes, siendo la presa del infiernillo una de las mas importantes, de acuerdo con la pagina de Internet [//www.michoacan-travel.com](http://www.michoacan-travel.com).

MICROLOCALIZACIÓN

Churumuco, Estado de Michoacán

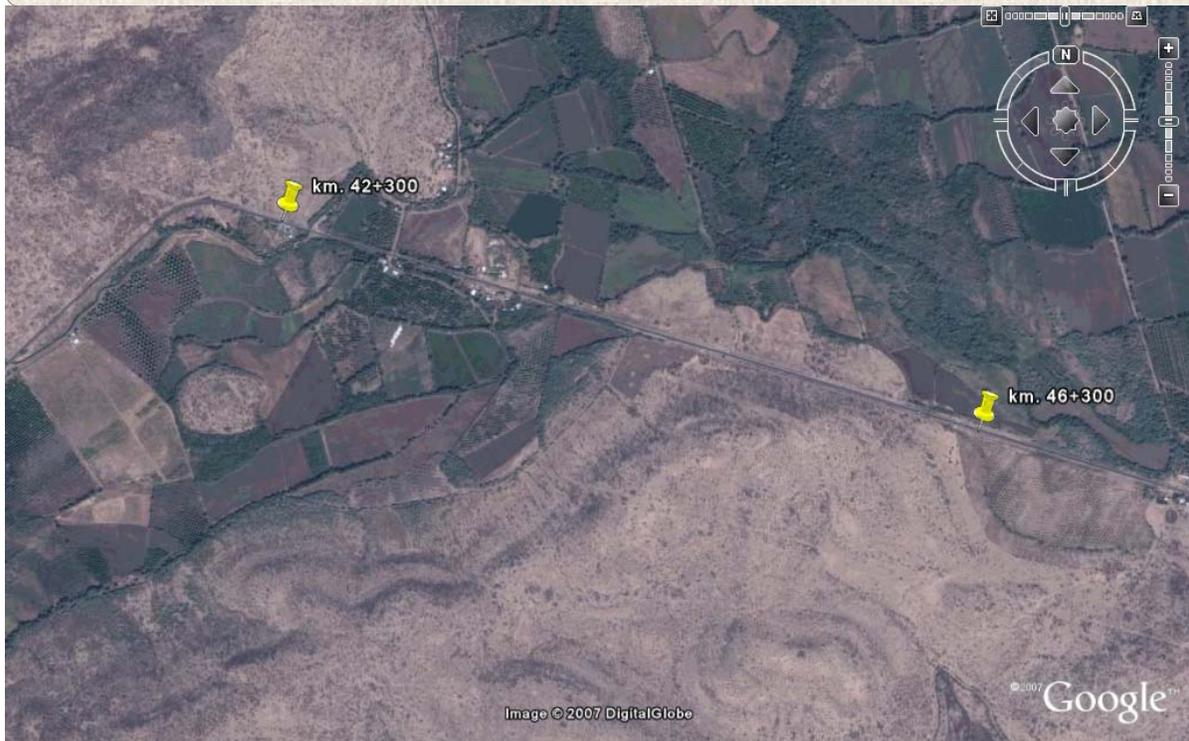


Fig. 17. Ubicación de la zona del tramo, mediante foto satelital.

En esta figura 17 se representa el tramo a reconstruir más a detalle con los kilometrajes ubicados, por medio de esta foto satelital tomada a una altura de 200m, de acuerdo con el programa satelital Google Heart.

3.3.2. Topografía Regional y de la Zona en Estudio.

El camino se encuentra en las afueras del poblado de Churumuco que se localiza al SE del Estado de Michoacán a una altura sobre el nivel del mar de 200 m, las coordenadas geográficas del tramo son 18° 40' de Latitud Norte y 101° 39' de

Longitud Oeste. Limita al Norte con el Municipio de la Huacana, al Noroeste con Turicato, al Sur con el estado de Guerrero, al Sureste con Huetamo y al Oeste con Arteaga. Teniendo una distancia a la capital de estado de 235 km. El municipio de Churumuco tiene una superficie de 1,119.44 km² y representa el 1.90% de la superficie total del estado, su relieve lo constituyen las estribaciones meridionales del sistema volcánico transversal, la depresión del balsas y la sierra de Churumuco. Los cerros que lo rodean son Cochitiro, Tzicuindio, Curipan, Piedras Blancas y el Pelón, según la pagina de Internet //www.emexico.gob.mx.

Siguiendo con la referencia antes mencionada, las vías de comunicación más importantes de esta región son: Carretera pavimentada de Zicuirán a Churumuco pasando por Ahuijote y Canipio; revestida la orilla de la presa de Infiernillo, a Andamio rumbo a San Jerónimo en Huetamo, y a el Casualote y el Platanar rumbo a Atijo; brechas a Poturo: El chocolate y el Atascadero, El Salitre y Las Truchas, así como el Cuitean a Picacho y de Agua Fría a la Caña, y de Ahuijote a San Martín.

3.3.3. Geología Regional y de la Zona en Estudio.

De acuerdo con la página de Internet //www.inafed.gob.mx. “El ambiente geológico está constituido por rocas ígneas extrusivas e intrusivas. Las rocas extrusivas más antiguas son andesitas de posible edad preterciaria que afloran al sur de la región. Por otro lado, se tiene rocas volcánicas de edad cenozoica, que consisten en basaltos, andesitas y tobas riolíticas”.

Formando parte del extenso batolito de Michoacán-Guerrero, se tiene un cuerpo granítico del Oligoceno, compuesto de granito con diferenciaciones a granodiorita y cuarzomonzonita, sobre el que descansan las diferentes rocas

extrusivas. Por último, se tienen diques de composición intermedia a básica que afectan a las diferentes rocas preexistentes. El granito sirve de roca encajonante a los depósitos que se encuentran entre Inguarán y La Verde, y las andesitas preterciarias alojan a los depósitos de Churumuco.

La mineralización de la región es de tipo hidrotermal de relleno de fisuras, con contenidos principalmente de cobre y oro y en algunas zonas, en menor proporción, plata y tungsteno. Los depósitos se pueden encontrar como vetas, brechas tabulares, chimeneas brechadas y disseminaciones.

En el trayecto de Zicuirán a Churumuco, se tienen reconocidas importantes evidencias de zonas mineralizadas, como las de Las Mexicanas, Reparo de Luna, Oropeo, La Colmilluda, el Puerto de Mayapito. Cabe mencionar que en esta franja se tiene la mineralización de cobre en vetas y en forma disseminada con contenidos de oro.

3.3.4. Hidrología Regional y de la Zona en Estudio.

La hidrografía de la zona se encuentra constituida por los ríos Balsas, Poturo, Palma de Huaro, Salitre, Andamio y la importante presa de Infiernillo. La cuenca hidrológica en esta zona es la cuenca Río Balsas – Infiernillo.

De acuerdo con la pagina de Internet //www.coinbio.org, Existe un importante Ojo de Agua ubicado en el Municipio de Churumuco sobre la ribera norte de la Presa Infiernillo; a 55 Km del poblado de Zicuirán por la carretera Zicuirán-Churumuco. Pertenece a la Región de Tierra Caliente de Michoacán y a la cuenca del Río Balsas-Tepalcatepec. Fue dotado originalmente para 50 ejidatarios, aunque actualmente se encuentran activos alrededor de 30. Colinda en su límite este con la Cabecera

Municipal de Churumuco (aprox. 6000 hab.). El clima regional es del tipo tropical y seco estepario, con lluvias en verano, con una precipitación pluvial anual de 639.0 mm y temperaturas que oscilan de 22.9 a 36.1 °C.

De acuerdo con las temperaturas existentes en la zona afectan considerablemente a la cinta asfáltica, ya que habiendo altas temperaturas la carpeta tiene menos durabilidad, por tal motivo es necesario construir carpetas con materiales de calidad necesarios para este tipo de zonas.

HIDROLOGIA EN LA REGIÓN DE CHURUMUCO

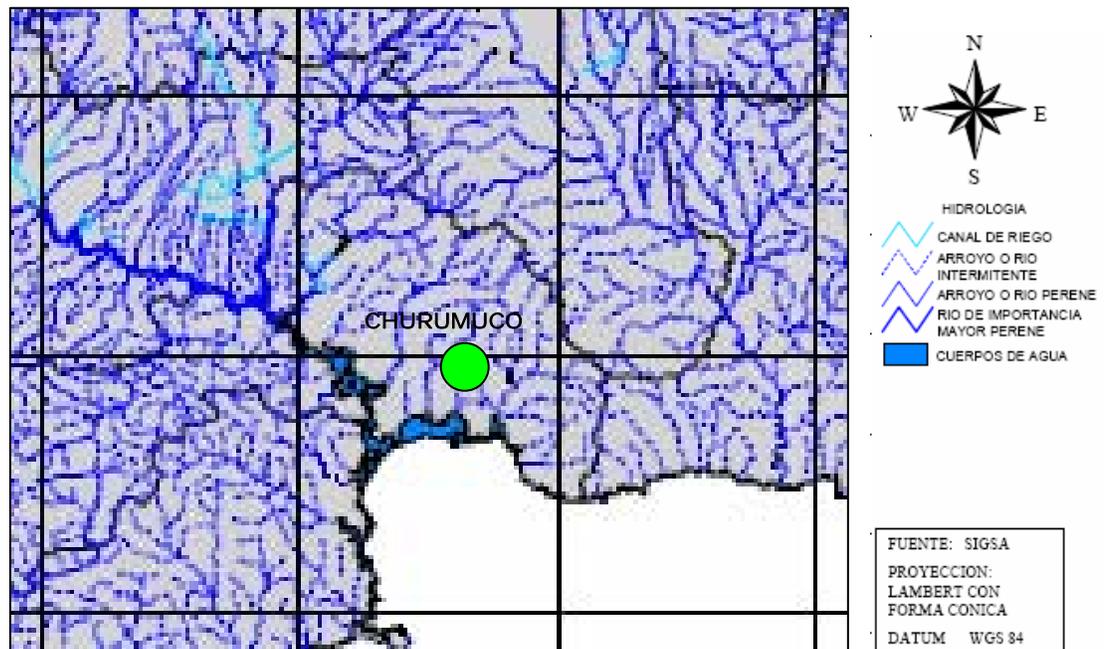


Fig. 18. Hidrología en la región de Churumuco.

En esta figura 18 se representa la Hidrología de lo que es la región de Churumuco como son los canales de riego, los arroyos que existen por la zona ya sean perenes o intermitentes, se representa el río de mayor importancia perene y los

cuerpos de agua más importantes de la región cercanos al tramo en reconstrucción, de acuerdo con la pagina de Internet <http://www.oeidrus-portal.gob.mx>

3.3.5. Uso de Suelo Regional y de la Zona en Estudio.

De acuerdo con la página de Internet [//www.emexico.gob.mx/](http://www.emexico.gob.mx/), Los suelos en este municipio datan de los periodos mesozoico, cretácico inferior y superior. Su uso es principalmente ganadero y en menor proporción agrícola y forestal.

El suelo es de origen in-situ, aluvial y coluvial, de profundidad somera (0 a 25 cm) a profunda mayor de 50 cm, textura franco-arcillosa, arcillosa y franco-arenosa, estructura blocoso-subangular y granular, consistencia suave y dura, drenaje interno medio con escurrimiento superficial, color castaño rojizo y castaño oscuro, rocosidad de 2 a 40%.

Predominan los bosques: el tropical decíduo, con parota, cuéramo, ceiba, huisache y tepemezquite; el tropical espinoso, con huisache, teteche, cardón, amole y viejito. Su fauna la forman el zorrillo, cacomixtle, coyote, acelote, zorro, armadillo, cerceta, tórtola, faisán, pato, chachalaca, codorniz, carpa, mojarra y boa.

Sus actividades económicas de acuerdo a sus tipos de tierras son:

Agricultura

Se cultiva el maíz, frijol ,ajonjolí y sandía; se seleccionan semillas y se practica el control de plagas.

Ganadería

Se cuenta con varias zonas para caballar, porcino, caprino , lanar y vacuno.

Turismo

Cuenta con el volcán del Jorullo.

Comercio

Cuenta con tiendas de abarrotes, ferreterías, papelerías y tiendas misceláneas.

Caza y pesca

Se pesca la mojarra, el bagre y la carpa (en la presa de Infiernillo).

3.4. Informe Fotográfico.

Se presenta un informe fotográfico en el que se observa el tipo de terreno y cobertura vegetal, los problemas de drenaje superficial, el estado físico actual del tramo, los vehículos que circulan por esta vía y los obstáculos especiales del camino de Zicuirán – Churumuco del Km. 42+300 al 46+300.

3.4.1. Tipo de Terreno y Cobertura Vegetal.

En esta zona del tramo a reconstruir tenemos un tipo de terreno plano con una cobertura vegetal de plantas no muy altas, ya que es de gran ayuda para la visibilidad del usuario que transita por esta vía.



FOTO A

Se puede apreciar el tipo de vegetación que se presenta en esta zona, se aprecia la planta de huiache, cactus y algunas otras especies como se muestra en la foto A, teniendo un clima tropical seco.



FOTO B

En la foto B se aprecia que existe material rocoso, teniendo también gravas y arenas, el tipo de vegetación por esta zona no son muy altas y algo escasas por el tipo de clima que se presenta por esta zona.

3.4.2. Problemas de Drenaje Superficial.

Dentro del camino ya mencionado se percibe que el drenaje superficial es muy escaso, debido a tal consecuencia hay problemas sobre la superficie de rodamiento habiendo deformaciones en la estructura y la carpeta destruida, por tal motivo es necesario la construcción de obras de drenaje nuevas como cunetas, contracunetas, alcantarillas, bordillos, lavaderos, etc.



FOTO C



FOTO D

En las fotos C y D se aprecian las cunetas que se hicieron, el agua empieza a socavar los hombros del camino, por tal motivo es necesario tener cunetas de concreto para el buen funcionamiento del camino y un buen mantenimiento del mismo.



FOTO E

En la foto E se observa lo que es una contracuneta, se encuentra azolvada teniendo un mal funcionamiento, ya que no se encuentra revestida de concreto.

3.4.3. Estado Físico Actual.

Enseguida se presenta el estado en que se encuentra la superficie de rodamiento del tramo en cuestión, ya que es muy importante este punto porque de acuerdo al estado del camino y algunas pruebas a la estructura, así es el buen procedimiento constructivo a seguir.



FOTO F



FOTO G

En las fotos F y G se aprecia el estado físico del camino, las malas condiciones en que se encuentra la carpeta asfáltica, se observa el agrietamiento que existe y la zona de baches frecuentes que hay, teniendo una capa de carpeta muy delgada y demasiado desgastada.



FOTO H



FOTO I

En las fotos H y I se aprecia el estado en que se encuentra el camino, las malas condiciones en que se encuentra la carpeta asfáltica, se observan las deformaciones en el camino tanto en el centro como en las roderas del tramo; provocadas por el trafico que circula por esta vía y una mala estructura del camino, la carpeta tiene un desgaste excesivo ya que es necesario su buena reparación de la misma.

3.4.4. Vehículos que circulan por la vía .

En este apartado se ve los tipos de vehículos que circulan por el tramo, es muy importante el tipo de carros que transitan por la vía, ya que de acuerdo a los tipos de vehículos y el número de los mismos se diseña la estructura y la carpeta asfáltica de la carretera en cuestión, en las siguientes fotos se aprecian algunos vehículos transitando por la vía.



FOTO J



FOTO K

Los tipos de vehículos que circulan por este camino son los “Ap”, coches y más frecuentemente camionetas pick-up, también son muy frecuentes los “Ac”, camionetas de doble rodado por el comercio al que se dedica esta zona como se muestra en las fotos J y K. Los camiones de carga que circulan por esta vía son por temporadas, los autobuses son frecuentes por la ruta que llevan de Zicuirán a Huetamo pasando por Churumuco; siendo que este camino es de gran importancia y muy necesario para el usuario que transita por el, por ser eje troncal de Huetamo a Cuatro Caminos y por su gran desempeño en la pesca y agricultura, teniendo cerca la importante presa del infiernillo.

3.4.5. Obstáculos Especiales.

Dentro de los obstáculos especiales se encuentran varios vados sobre el tramo de Zicuirán – Churumuco, uno de los mas interesantes es el que se muestra en la foto siguiente, ya que el nivel del agua arrebas a la superficie de rodamiento y de acuerdo a estas consecuencias es una destrucción fuerte del camino, por tal motivo es muy necesario la construcción de varios puentes en el tramo.



FOTO L

Es esta imagen se aprecia un obstáculo sobre el camino, la presencia de un arroyo, que en tiempo de lluvias afecta considerablemente al camino. La solución a esta situación es la construcción de un puente o un vado, según el problema necesario.

3.5. Estudio de Tránsito.

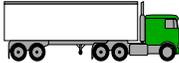
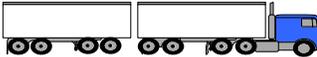
Este punto trata sobre el estudio del tránsito, realizando los aforos en el camino para determinar el tipo y clasificación de los vehículos que circulan por la vía; ya que es fundamental el volumen de tránsito para determinar el tipo de camino que se va a proyectar, así como la estructura de pavimento a colocar.

3.5.1. Tipo y Clasificación de los Vehículos.

Los vehículos los clasificamos 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 2 ejes ----- “C2”
- d) Vehículos pesados, mayor de 3 toneladas, con 3 ejes ----- “C3”
- e) Vehículos pesados, mayor de 3 toneladas, con 3 ejes y remolque de 2 ejes -----“T3S2”
- f) Vehículos pesados, mayor de 3 toneladas, con 3 ejes y remolque de 3 ejes ----- “T3S3”
- g) Vehículos pesados, mayor de 3 toneladas, con 3 ejes, remolque de 3 ejes y semiremolque de 4 ejes -----“T3S3 R4”

**EN LAS SIGUIENTES FIGURAS SE APRECIA MEJOR LA
CLASIFICACIÓN DEL TRANSITO**

A		T3S2	
B		T3S3	
C2		T3S2-R4	
C3		OTRO	

3.5.2. Aforo Vehicular.

El resultado del estudio se representa mediante una gráfica indicadora del comportamiento y variación vehicular horaria, en esta gráfica se determinan los períodos de mayor afluencia (picos). Asimismo, cabe mencionar que el estudio se desarrolló en dos puntos de referencia; los cuales fueron el Km. 40+000 hacia la comunidad de Churumuco y en el Km. 46+500 hacia Zicuirán , tratando con ello de situarse en las zonas de mayor afluencia.

RESUMEN DE AFOROS

DIA	TRANSITO (Vehículos)								
	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S3R4	OTROS	TOTAL
22-Nov	381	8	3	2	4	1	0	4	403
	94.54%	1.99%	0.74%	0.50%	0.99%	0.25%	0.00%	0.99%	100.00%
23-Nov	405	15	5	4	2	0	0	10	441
	91.84%	3.40%	1.13%	0.91%	0.45%	0.00%	0.00%	2.27%	100.00%
24-Nov	365	12	8	5	5	1	0	15	411
	88.81%	2.92%	1.95%	1.22%	1.22%	0.24%	0.00%	3.65%	100.00%
PROMEDIO	384	12	5	4	4	1	0	10	419

Los volúmenes de tránsito medidos son bajos, la afluencia promedio de los tres días de aforo durante 12 Hrs. diarias es de 419 vehículos, en ambos sentidos.

Calculando el tránsito diario promedio anual con 24 hrs diarias durante 1 año, aplicándole un porcentaje del 72% por lo que no todos los días es el mismo tránsito que circula por la vía, por consiguiente se divide entre el número de días del año para sacar el TDPA.

$$TDPA = \frac{419 \times 24}{12} = 838 \text{ Vehículos/24hrs.} \times 365 \text{ días}$$

$$TDPA = 305,870 \text{ Vehículos/año, se aplicara un 72\%}$$

$$TDPA = 305,870 \times 72\% = 220,226 / 365 = 603$$

Calculando el tránsito diario promedio anual nos arroja lo siguiente:

$$TDPA = 603 \text{ Veh/día}$$

Por lo que se considera un camino tipo C, siendo su TDPA entre 500 a 1500 Veh/día.

3.6. Alternativas de Solución.

En este tema se abordaran algunas soluciones a la reconstrucción del tramo de Zicuirán – Churumuco 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 en la carpeta, etc.

3.6.1. Planteamiento de Alternativas.

* Debido a que existen varios tipos de fallas una es la deformación de la carpeta sobre roderas teniendo desprendimiento del material pétreo; la falla es debido a una mezcla excedida de asfalto con temperatura inferior a la necesaria y un material pétreo húmedo, una solución al problema es levantar la carpeta vieja y construir una nueva.

* Otra falla es que existe un agrietamiento en la carpeta llamado piel de cocodrilo desprendiéndose el material pétreo; esta es una falla estructural en la carpeta porque ha llegado a su vida útil el pavimento y otra de las alternativas que se pueden presentar es cortar y abrir caja para una nueva subrasante una nueva base hidráulica y construir una nueva carpeta.

* Existe una falla de asentamientos de grandes longitudes, deformaciones tanto transversales como longitudinales; este tipo de falla es estructural por la baja resistencia al esfuerzo cortante de la terracería; aquí una solución sería remover el pavimento y las capas hasta donde se encuentre la falla estructural y sustituir la terracería por una de mejor resistencia y su buen diseño de carpeta asfáltica.

* Existen en algunos tramos ondulaciones transversales algo ligeras sobre la carpeta; es una falla por mal compactación de la carpeta, si se sigue incrementando la ondulación por el tránsito una alternativa sería realizar una sobrecarpeta.

*Una falla también muy severa es que existen ondulaciones longitudinales y transversales muy pronunciadas en la carpeta; es una falla estructural por el deslizamiento de la carpeta sobre la base, debido a un riego de liga sobrepasado, siendo otra de las alternativas levantar la carpeta y darle un recargue a la base con material seleccionado y una recompactación, así mismo un riego de liga adecuado y una nueva carpeta asfáltica.

3.6.2. Alternativas a Usar.

Esta opción que se tomo tendrá una inversión justa por la necesidad del camino y un buen beneficio para la comunidad. En cuestión del impacto ambiental se selecciono una alternativa de menor daño al ecosistema de la zona, ya que no se atacaran bancos de material en exceso; cabe mencionar también los cambios de temperatura que existen en esta zona, muy altas temperaturas en el día y bajas en temporada de lluvias e invierno; es por eso también una buena solución en el camino para que soporte esos cambios bruscos de temperatura.

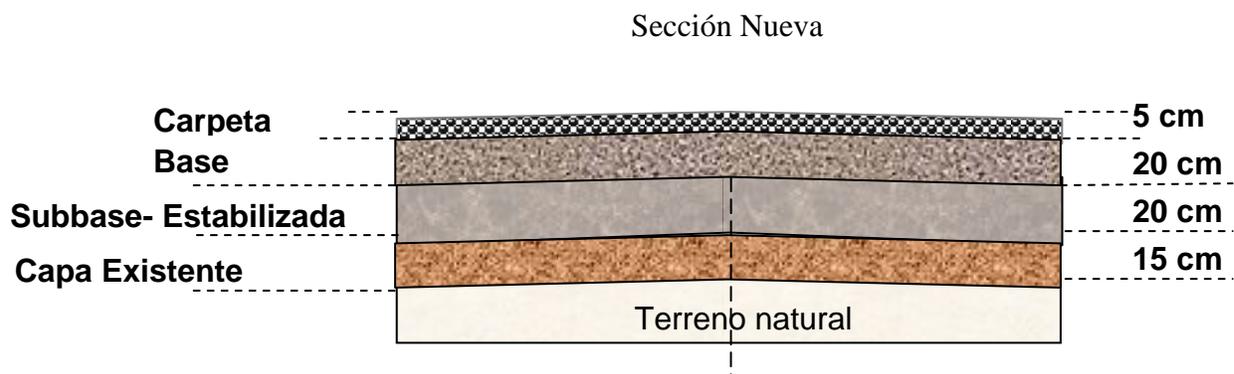
Los materiales de base y sub-base existentes fueron construidos con materiales de una mala calidad en toda la longitud del tramo; Por lo anterior, se propone que la nueva subbase se forme con una mezcla de la base y carpeta existente, para así mismo aumentar su VRS adicionándole material de banco y lograr una buena calidad de esta capa.

De acuerdo a los sondeos realizados y a la revisión de la estratigrafía del tramo y de acuerdo a las necesidades del tramo, es necesario mejorar la estructura de la siguiente manera:

1.- De acuerdo a la norma N-CSV-CAR-4-02-001/03 de la SCT Recuperación en Frío de Pavimentos Asfálticos; Se recuperara un espesor de 15cm, de base y carpeta existente, a este material recuperado se le incorporara material de banco con gravas y aumentar su VRS; así mismo se obtendrá una subbase de 20cm. de espesor.

2.- Se realizará una base hidráulica nueva de 20cm de espesor de acuerdo a la norma N-CTR-CAR -1-04-002/00 de la SCT.

3.- Se construirá una carpeta de 5cm de espesor compactos, con mezcla asfáltica en caliente de granulometría densa, de acuerdo a la norma N.CTR.CAR.1.04.006/00.



CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

En el presente capítulo se estudiará la metodología que se empleó para el desarrollo de la tesis, comenzando primeramente con el método empleado, el enfoque de la investigación, su alcance, el diseño de la investigación, instrumentos de recopilación de datos y una descripción del proceso de investigación.

4.1. Método Empleado.

El método empleado que fue usado para este trabajo fue el método matemático cuantitativo, ya que en el proceso constructivo del tramo Zicuirán – Churumuco se optó por este método por la cuestión de que se involucran cálculos para diferentes situaciones.

4.1.1. Método Matemático.

El método matemático es aquel en el que se trabaja con números y una serie de cálculos para llegar a un resultado y así mismo poder tener una comparativa para 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 asiente números de relaciones constantes, variedad de hipótesis, diversidad de comprobaciones y éstas se tomen en cuenta para firmar o negar algo, se está aplicando el método cuantitativo.” (Mendieta; 2005: 48,49).

4.1.2. Método Analítico.

Se emplea el método matemático pero se apoya con el método analítico que es la observación y examen de hechos, realizando 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 de la experimentación de varios números de casos, establecer leyes universales.

Para realizar una investigación analítica, se tiene que cubrir sistemáticamente varias fases de manera continua 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.

El presente trabajo se enfocó a una investigación cuantitativa que es en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables, de acuerdo con Sampieri (2004) este tipo de investigación ofrece una generalización de los resultados más ampliamente, 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 este 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 va a realizar una comparativa de resultados entre el trabajo real ejecutado contra el proyecto originalmente contratado, siendo así mismo por lo que se está empleando la investigación cuantitativa para analizar la comparativa de resultados y especificar las soluciones adecuadas de los resultados finales.

4.2.1. Alcance.

El alcance en el presente trabajo es descriptivo y, de acuerdo con Sampieri (2004), el planteamiento consiste en describir situaciones, eventos y hechos. Es decir, cómo es y cómo se manifiesta cada fenómeno estudiado. Los estudios descriptivos especifican propiedades, características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier cosa que se involucre en un análisis. Miden, evalúan y se recolectan datos sobre varios puntos de lo que se investiga.

Para el presente trabajo de tesis es necesario partir de un proyecto ya realizado, investigarlo y ejecutarlo de acuerdo a las normas y especificaciones; y en base a eso realizar las conclusiones necesarias y hacer un análisis y una

comparativa si se cumplió con las normas del procedimiento de construcción del mismo. En sí en el estudio descriptivo se recolecta toda la información de manera independiente o conjunta sobre todos los conceptos a estudiar y necesarios del tema, se selecciona una serie de cuestiones y se describe lo que se investiga.

4.3. Diseño de la Investigación.

De acuerdo con Sampieri (2004) el diseño de esta investigación es **no experimental** por lo que se clasifica por su dimensión temporal o un número de momentos o puntos en el tiempo, en el cual se recopilan datos importantes para dicha investigación. Dichos diseños no experimentales se pueden clasificar en transeccionales y longitudinales; siendo que para este caso de investigación el transeccional es el que va a ser realizado.

4.3.1. Investigación Transeccional o Transversal.

Siguiendo con Sampieri (2004), la investigación transversal recolecta datos en un sólo momento, en un tiempo único. Describe variables y analiza su incidencia e interrelación en un momento dado, es como tomar una fotografía de algo que sucede.

La medición bajo el enfoque cuantitativo, ocurre 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.

Para la recopilación de datos se realiza una observación cuantitativa ya que en ésta según Sampieri (2004), es frecuente que se incluyan varios tipos de cuestionarios en el mismo tiempo, las pruebas necesarias y la recolección de algunos contenidos para el análisis estadístico. Ya que en investigaciones cualitativas se usan entrevistas, algunas observaciones y documentos para tener diferentes apreciaciones sobre las variables, contextos y las personas.

Recolectar los datos implica:

- a) Seleccionar uno o varios métodos disponibles o desarrollarlos, tanto cualitativos como cuantitativos, dependiendo del tipo de estudio, de su planteamiento y de los alcances de la investigación.
 - b) Aplicar los instrumentos necesarios.
 - c) Se tienen que preparar adecuadamente las mediciones que se obtuvieron o los datos obtenidos en el levantamiento para ser analizados correctamente.
- En 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.
 - En 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 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.

- 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.
- Los pasos que se siguen para elaborar un instrumento de medición son:
 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 trabajo de tesis y de acuerdo al tema en cuestión es necesario 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.

El presente estudio se desarrolló partiendo principalmente de la ubicación del tramo carretero en estudio para posteriormente verificar si se contaba o no con el proyecto de construcción. Luego de lo anterior, fue preciso recurrir a la investigación documental para recopilar la información teórica que soportará la revisión de dicho proyecto. Así, fue necesario establecer el encuadre metodológico para definir el alcance e instrumentos de recopilación de datos. Posteriormente, se realizó la captura de datos usando el programa computacional Autocad, Neodata, y se contrastó con la teoría recabada, haciendo un análisis minucioso del proyecto hasta establecer las conclusiones que dieran cumplimiento al objetivo y pregunta de investigación de esta tesis.

CAPITULO 5

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se abordará el procedimiento constructivo real de la obra, comenzando primeramente con el mejoramiento de la terracería, la construcción de la base hidráulica, la carpeta, ubicación de los bancos de materiales, el control de calidad de los trabajos, el costo y programa de ejecución de la obra y por último la comparativa del procedimiento de construcción real.

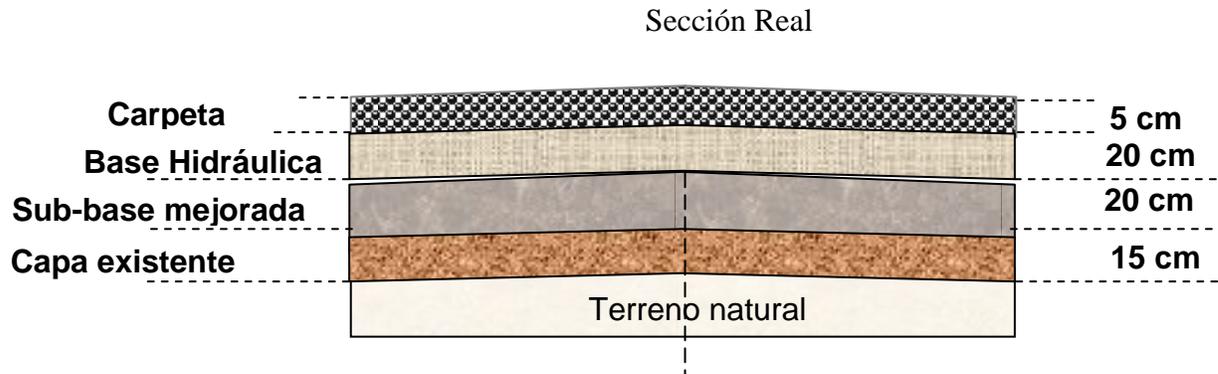
5.1. Reciclado del pavimento para sub-base.

En esta parte del trabajo se va a describir el procedimiento de construcción de la sub-base mediante un reciclado del pavimento existente, que es un conjunto de actividades que se utiliza para desintegrar la carpeta asfáltica y algo o todo el material de base o sub-base, por medios mecánicos en frío.

El presente concepto se realizarán de acuerdo a lo que indique la Normativa N-CSV-CAR-4-02-001/03 para la Infraestructura del Transporte, Normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, como se describe a continuación:

Primeramente se realizara una limpieza con la barredora autopropulsada y la motoconformadora en todo el ancho de la superficie de rodamiento existente, así como en los taludes que serán alcanzados por el corte de la recuperación del material de base, para eliminar la basura y material indeseable para las terracerías. Se procederá a recuperar en todo el ancho del camino con motoconformadora como lo indica la norma especificada; se escarificara y demolerá el material en un espesor

de 15cm, teniendo 3cm de carpeta existente y 12cm de base; así mismo a este material se le adicionara material de banco de buena calidad para sub-base en una cantidad suficiente para lograr un espesor de 20cm.



El material recuperado y el material de banco se mezclarán hasta obtener una mezcla homogénea, se acamellonara el material y se recompactara la superficie descubierta en un espesor de 15cm al noventa y cinco por ciento de su peso volumétrico seco máximo, aplicándole un porcentaje de agua y obtener su contenido optimo para su recompactación como se ve en las fotos 1 y 2 siguientes.



FOTO 1



FOTO 2

El material acamellonado se procederá a disgregar y eliminando el desperdicio mayor de 76.2mm (3") se le incorporará agua suficiente para lograr una humedad igual a la óptima, posteriormente se tenderá el material con la motoconformadora siguiendo los niveles de topografía y lograr el espesor deseado de 20cm como se aprecia en la foto 3 y 4.



FOTO 3



FOTO 4

Siguiendo con el procedimiento, ya tendido el material de sub-base se le darán riegos suficientes de agua durante el tiempo que dure la compactación únicamente para compensar la pérdida de la humedad por evaporación, se cuidarán los equipos de vibración para la compactación y así mismo darle su compactación adecuada al 95% respecto a la prueba AASHTO modificada, ya el trabajo de sub-base queda terminado como se muestra en la siguiente foto 5, teniendo un gran cuidado en la topografía del camino ya que es muy importante tener los niveles adecuados y espesores del mismo.



FOTO 5

5.2. Construcción de la Base Hidráulica.

Continuando con la elaboración de la base hidráulica, entendiéndose por base la capa de materiales pétreos que se construyen sobre la sub-base, cuyas funciones 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.

Para este tipo de camino 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 mas 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 6; 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 7; 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 8 verificando el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado, cumpliendo con las tolerancias fijadas en el proyecto.



FOTO 6



FOTO 7



FOTO 8

5.2.1. Riego de Impregnación.

Continuando con el seguimiento del camino se dará un riego de impregnación, entendiéndose por este concepto 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.

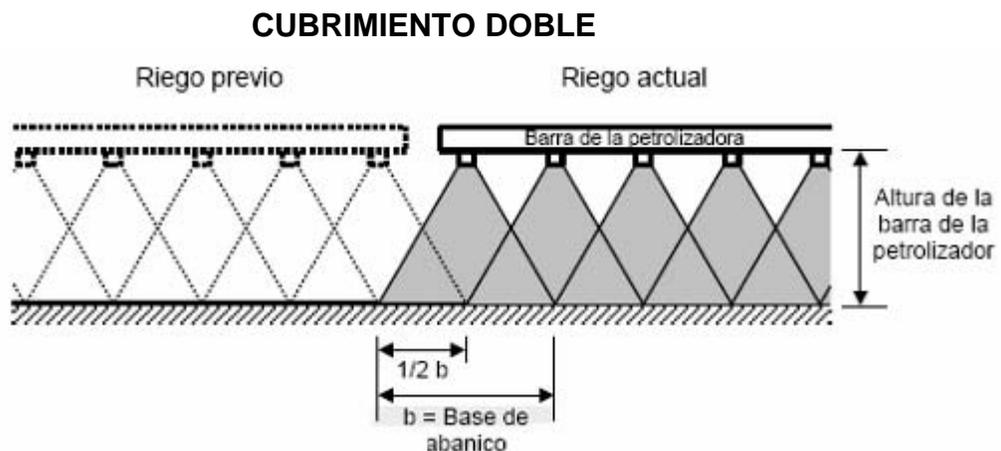
En todo el ancho de la base hidráulica, una vez terminada y aceptada la capa de base hidráulica, antes de que se deteriore ésta o pierda humedad por evaporación, con la finalidad de protegerla, se aplicará el riego de impregnación, para lo cual deberá estar previamente humedecida (de forma ligera), barrida y sin materias extrañas polvo, grasa ó encharcamientos, sin irregularidades y reparados

los baches que hubieran existido, como enseguida se ve en la foto 9, 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 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.

Ajustaremos 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 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 9



FOTO 10

TERMINACION DE LA IMPREGNACION CON POREO



FOTO 11

5.3. Construcción de la Superficie de Rodamiento.

En el presente tema se abordará la elaboración de la superficie de rodamiento mediante un concreto asfáltico con mezcla elaborada en planta en caliente.

5.3.1. Riego de Liga.

El riego de liga se hará 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 aplicara 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 12; 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 12

5.3.2. Construcción de la Carpeta Asfáltica.

La carpeta asfáltica se construirá por medio de mezcla asfáltica en caliente, siendo aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos y cemento asfáltico, utilizando calor como vehículo de incorporación. Estas carpetas con mezcla en caliente se construyen para proporcionar al usuario una superficie de rodamiento uniforme, bien drenada, cómoda y segura.

Para la producción de la carpeta se realizará en el banco de material cerrito colorado ubicado en el Km. 127+300, lado derecho contando con una planta de

mezcla en caliente que cuenta con un secador con inclinación ajustable colocado antes de las cribas clasificadoras y con una capacidad suficiente para secar una cantidad de material pétreo, un pirógrafo a la salida del secador para registrar automáticamente la temperatura del material pétreo, cribas para clasificar el material pétreo en tres tamaños diferentes teniendo una capacidad suficiente, tolvas divididas en compartimientos para almacenar el material pétreo por tamaños, protegidas de la lluvia y el polvo asegurando la producción de la planta, cuenta con dispositivos que permiten dosificar los materiales pétreos por masa permitiendo un fácil ajuste de la dosificación de la mezcla en cualquier momento y poder obtener la granulometría que indique el proyecto, equipo necesario para calentar el cemento asfáltico en forma controlada garantizando que no se contamine estando provisto de un termómetro con un rango de 20 a 210° C, se cuenta también con un dispositivo que permite dosificar el cemento asfáltico con una aproximación de $\pm 2\%$ de la cantidad requerida según el proporcionamiento de la mezcla, una mezcladora equipada con un dispositivo para el control del tiempo de mezclado, un recolector de polvo y un dispositivo para agregar finos. La planta cuenta con una caseta de control automático, donde se verifica la temperatura de la mezcla, de la chimenea, el peso de los camiones, abrir y cerrar compuertas, etc. como se muestra en la foto 13 y 14



FOTO 13



FOTO 14

El trabajo antes mencionado y que a continuación se describe, se ejecutará en los anchos señalados en el proyecto geométrico y en todo el tramo de proyecto, en un espesor de **cinco (05) centímetros compactos**.

Se realiza la formación y compactación de la carpeta asfáltica de acuerdo a la norma N.CTR.CAR.1.04.006/00, como se explica a continuación:

La mezcla asfáltica deberá llegar a una temperatura de 115 a 125° C, esto se verifica con un termómetro de varilla, una vez aplicado el riego de liga y en cuanto el proceso de rompimiento de la emulsión haya terminado, se extenderá con máquina Finisher, que cuenta con un enrasador que es ajustable automáticamente en el sentido transversal proporcionando una textura lisa y uniforme; cuenta con una tolva receptora de la mezcla asfáltica y contando con sensores de control automático de niveles, se tenderá el volumen necesario de concreto asfáltico elaborado en caliente, contando también con una cuadrilla de rastrilleros que aseguren una textura conveniente en la superficie y que borren las juntas longitudinalmente entre franjas, como se muestra en la foto 15.



FOTO 15

El tamaño máximo del agregado de la mezcla, será de $\frac{3}{4}$ " a finos y el cemento asfáltico para aglutinar el pétreo será del tipo AC-20, a una temperatura de 130 a 160 °C, debiendo cumplir con todos y cada uno de los requisitos de calidad que marca la normatividad vigente de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.); teniéndose además un diseño para elaborar la mezcla y obtener una mejor calidad de la misma que la granulometría del pétreo se dosifique en peso con cuarenta y cinco por ciento (45%) de grava, cincuenta por ciento (50%) de arena y cinco por ciento (5%) de partículas finas. Además teniendo una dosificación del asfalto de 150 lts. / m³.

Se compactara la carpeta al 95% de su peso volumétrico máximo determinado en el laboratorio, realizándose la compactación de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas teniendo un traslape de la mitad del ancho del compactador en cada pasada, se iniciara cuando la mezcla tenga una temperatura del orden de ciento diez grados centígrados (110° C) con un rodillo liso ligero tipo tandem de cuatro (4) a seis (6) toneladas, para lograr el acomodo de las partículas; posteriormente se compactará con el compactador de neumáticos autopropulsado y al final con un rodillo liso tipo tandem con un peso de ocho (8) a diez (10) toneladas, el cual borrarán las huellas dejadas por el neumático, como se ve en las fotos 16 y 17. Al terminar la compactación, la mezcla deberá tener cuando menos una temperatura de setenta grados centígrados (70° C). Teniendo un terminado de carpeta con un espesor de 5cm compactos. No se tendera 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).



FOTO 16



FOTO 17

La carpeta queda tendida como lo indica las normas de la SCT, cumpliendo con el alineamiento, perfil, sección y espesor de la carpeta.

5.3.3. Riego de Sello Premezclado.

En todo el ancho de 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, antirreflejante 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.- PREPARACIÓN 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:

- a).-** 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.
- b).-** 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.
- c).-** 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.

- e).- 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.- APLICACIÓN DEL RIEGO DE SELLO PREMEZCLADO.

- a).- Antes de aplicar el riego de sello, la superficie por tratar estará seca y se barrera para dejarla exenta de materias extrañas y polvo.
- b).- 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.
- c).- 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, como se muestra en la foto 18.

- d).-** Los materiales pétreos, tendidos y rastreados, se plancharán inmediatamente con rodillo liso metálico tipo tandem 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.
- e).-** 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, como se ve en la foto 19.



FOTO 18



FOTO 19

En el transcurso 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 20 ya el tramo debidamente sellado.



FOTO 20

No se aplicará 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.

Para tener una buena seguridad para el usuario que transita por este camino, se realizarán algunos trabajos correspondientes a lo que es pintado de rayas laterales y centrales sobre la superficie de rodamiento, vialetas, indicadores de alineamiento (fantasmas); cabe mencionar que también se realizarán los trabajos de construcción de cunetas de concreto hidráulico ya que son muy necesarias para el buen funcionamiento del camino.

5.4.1. Pintura para marcas en el pavimento.

Para la ejecución de este trabajo 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.

5.4.2. Viales reflejantes.

Las viales 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 viales con pegamento epoxico tipo A y B, teniendo una separación de las viales de 15m. La zona donde se pegaran las viales debe de estar limpia, para el buen funcionamiento del pegamento de las mismas, teniendo una duración de las viales de cuando menos tres años, como se muestra en la siguiente foto 21.



FOTO 21

5.4.3. Indicadores de Alineamiento (Fantasmas).

Se emplearán para delinear la orilla de la vía de circulación en cambios de alineamiento horizontal, para señalar los extremos de los muros de cabeza de las alcantarillas, conforme a lo indicado por la Secretaría.

Estos serán postes de color blanco de 1.00 m de longitud, sobresaliendo 75 cm del hombro del camino, con una franja reflejante cerca de su extremo superior y al ser colocadas en el piso, se fijaran con concreto hidráulico en su base.

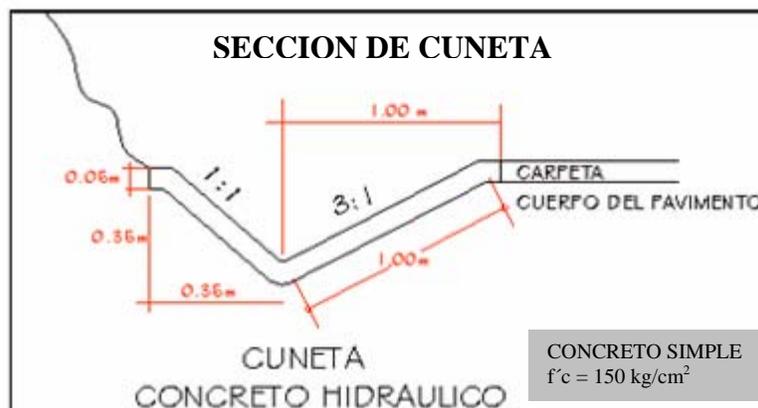
Se fabricarán de concreto hidráulico con una $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ y un alma de varilla de acero de refuerzo de 3/8" en toda su longitud, como se ve en la foto 22



FOTO 22

5.4.4. Recubrimiento de Cunetas.

Las cunetas son zanjas que se construyen adyacentes a los hombros de la corona en uno o en ambos lados según la sección del camino, con el objetivo de interceptar el agua que escurre sobre la superficie de la corona, de los taludes de los cortes, o del terreno contiguo, conduciéndola a un sitio donde no haga daño a la carretera o a terceros.



El concreto para las cunetas se fabricara con los materiales siguientes: cemento Pórtland, agua limpia exenta de aceites, ácidos u otras sustancias perjudiciales, los agregados pétreos como es grava triturada de $\frac{3}{4}$ " y arena fina, en una proporción adecuada para alcanzar una resistencia de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$; sobre el terreno se colocará la cimbra con zerchas de madera y se procederá a su colado alternadamente. Se construirán solamente, donde exista sección en balcón del lado del corte y en cortes en cajón de los dos lados.

En las siguientes fotos 23 y 24 se muestra el camino ya en condiciones de terminado, cumpliendo en tiempo de programación y con las normas de la SCT.



FOTO 23



FOTO 24

5.5. Bancos de Material.

Se realizaron estudios a los diferentes bancos de material de la región, viendo que no presenten problemas para su explotación y que sean las más adecuadas desde los puntos de vista económico, ecológico y que cumplan con las normas de la S.C.T., de calidad de materiales y resistencia, para el uso que serán propuestos.

Se encontró con algunos bancos de material, que a continuación se describen para lo que van a ser utilizados en la obra:

NOMBRE DEL BANCO	DISTANCIA AL C.G.	CAPAS P/ EMPLEAR	VOLUMEN SUELTO A EXTRAER
BANCO COAPA	15.00 KM	SUB-BASE	1400.0 m3
BANCO DE RIO	16.00 KM	BASE HIDRAULICA	2670.0 m3
BANCO CERRITO COLORADO	70.00 KM	BASE HIDRAULICA	4000.0 m3
		CARPETA ASFALTICA	1670.0 m3
		SELLO PREMEZCLADO 3-A	346.0m3

BANCO COAPA.

Este banco de material se encuentra localizado en el Municipio de Churumuco en el Km. 58+800, de la Carretera Churumuco – Poturo, desviación izq. 80m, mostrando su ubicación en el anexo 1, siendo que el banco se encuentra en características de explotación y será utilizado en la capa de sub-base para así mismo mezclarlo con el material del reciclado y cumplir con las características para esta capa, como se muestra en la foto 25, a una distancia de 1km se encuentra un

banco de material de río que será utilizado para la mezcla de la base hidráulica con material triturado del banco el cerrito colorado.

La clasificación SUCS lo define como: GW (grava bien graduada), el PVSM según la prueba porter es de 2120 kg/cm², su humedad óptima es de 11.11 %; el VRS obtenido en laboratorio es de 73.5%. El camino hacia el banco se encuentra pavimentado con carpeta asfáltica y su desviación es terracería, contando con un patio de maniobras para su buen funcionamiento, además teniendo un volumen aprovechable de 60,000 m³.



FOTO 25

BANCO CERRITO COLORADO.

En el Banco denominado cerrito colorado el cual se encuentra en el Km. 127+300 desv. Derecha 100m, de la Carretera Federal Carapan – Playa Azul, en el Tramo Uruapan – Nueva Italia, el cual es propiedad de la empresa JOSE FELIX HERRERA GARNICA, como se muestra su ubicación en el anexo 2, así mismo es este banco se encuentra instalada la trituradora, la planta de mezcla en caliente y actualmente se está produciendo materiales triturados y cribados como se muestra en las fotos 23 y 24. Estos materiales se están utilizando en diversos tramos de la Red Estatal de Caminos dentro de la jurisdicción de la SCT y la cual ya ha sido avalada por servicios técnicos de dicha Dependencia. Se manifiesta que en este banco se encuentran almacenes de materiales pétreos para diversos usos tales como:

- Gravas y Arenas para emplearse en morteros y concretos hidráulicos.
- Gravas, arenas y filler para emplearse en la elaboración de concreto asfáltico.
- Producción de material pétreo para sello tipo 3-A.

BANCO CERRITO COLORADO



FOTO 26

TRITURADORA EN OPERACION



FOTO 27

De este banco de material se utilizaran los materiales necesarios para el tramo en cuestión, se contara con el material triturado para la base hidráulica adicionándole material del banco Coapa y así mismo elaborar una mezcla de estos materiales para emplearlos en dicha capa cumpliendo con los requisitos de la SCT, así mismo de este banco se tendrá la carpeta asfáltica en caliente para dicho tramo, la arena para la elaboración de las cunetas con material triturado como se ve en la foto 25 y 26, se dispondrá también del material para el sello premezclado, ya que en este mismo lugar se hará el premezclado del sello como se menciono anteriormente.

ARENA Y GRAVA TRITURADA



FOTO 28



FOTO 29

El banco de material cerrito colorado se encuentra actualmente en explotación, entendiéndose ésta como las excavaciones a cielo abierto destinadas a extraer material para la formación de cuerpos de terraplenes; ampliaciones de las coronas, bermas o tendido de los taludes de terraplenes existentes; capas subyacentes o subrasantes; terraplenes reforzados; rellenos de excavaciones para estructuras o cuñas de terraplenes contiguas a estructuras; capas de pavimento; protección de obras y trabajos de restauración ecológica, así como para la fabricación de mezclas asfálticas y de concretos hidráulicos.

Con la finalidad de dar cabal cumplimiento a la normatividad vigente de la SCT en estos bancos se cuida perfectamente que los materiales cumplan con las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA SUB-BASES DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS
--

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Límite líquido, máx.	30
Índice plástico, máx.	10
Equivalente de arena, mín.	30
Valor Soporte de California (CBR), mín.	50
Desgaste de Los Ángeles, máx.	50
Grado de compactación, mín.	100

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA BASES DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS
--

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Límite líquido, máx.	25
Índice plástico, máx.	6
Equivalente de arena, mín.	40
Valor Soporte de California (CBR), mín.	80
Desgaste de Los Ángeles, máx.	35
Partículas alargadas y lajeadas, máx.	40
Grado de compactación, mín.	100

Las características del material pétreo empleados en la carpeta de concreto asfáltico son las siguientes:

CARACTERISTICAS DE MATERIAL PÉTREO PARA CARPETAS ASFÁLTICAS	
Densidad relativa, mín.	2.4
Desgaste de los Ángeles; %máx.	30
Partículas alargadas y lajeadas; %máx.	35
Equivalente de arena; %mín.	50
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua; % máx.	25

En el banco cerrito colorado, se produce Sello 3-A. Durante la producción se cuidan las siguientes características:

CARACTERISTICAS DE MATERIAL PÉTREO PARA SELLO	
Desgaste de los Ángeles; %máx.	30
Partículas alargadas y lajeadas; %máx.	35
Intemperismo acelerado; %máx.	12
Desprendimiento por fricción; % máx.	25
Cubrimiento con asfalto (Método Inglés); % mín.	90

Se mostraran en los anexos del 3 al 11, algunas de las pruebas de control de calidad realizadas en el tramo, como es la calidad del material de la sub-base, su compactación y recompactación de la capa descubierta, así mismo para la base hidráulica su compactación y calidad del material, para la carpeta se mostrará la calidad de la mezcla, su compactación, temperaturas en el tendido y la permeabilidad de la misma, así mismo se anexara una prueba para el sello premezclado utilizado en el tramo.

Es muy importante tomar en cuenta el diseño de la mezcla asfáltica en caliente, por lo que se muestran en los anexos del 12 al 19, el diseño marshall de la mezcla asfáltica que es utilizada en la pavimentación del tramo Zicuirán - Churumuco, cumpliendo con las características de los materiales mencionados anteriormente y de acuerdo a la normatividad vigente de la SCT.

5.6. Presupuesto y Programación de la Obra.

Enseguida se mostrara el presupuesto (E-7), siendo que se compone del análisis de los precios unitarios, así mismo los precios se dividen en el costo directo de la obra, que este se compone de materiales, mano de obra, maquinaria y equipo, dentro de los precios unitarios se cargan lo que es la utilidad, los indirectos, financiamiento y los cargos adicionales de la obra como se muestra enseguida:

CATALOGO DE CONCEPTOS (E-7)

UNIVERSIDAD DON VASCO		TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL		ELABORO: ARMANDO CHAPA VILLAGÓMEZ		Título: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO: ZICURÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42-500 A KM. 46+500, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.		Lugar: CHURUMUCO MICHOACÁN	
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL		RELACION DE CONCEPTOS DE TRABAJO Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESION DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DEL PRESUPUESTO		C O N C E P T O S		P R E C I O U N I T A R I O			
Nº	NOMENCLATURA ESPECIFICACION	CANTIDAD	UNIDAD	C O N L E T R A	CON NUMERO	IMPORTES EN \$			
1	E.P. 03 RECICLAJE, COMPACTACION Y COMPACTACION DE SUBBASE HIDRAULICA COMPACTADA al 95% con la prueba AASHTO modificada, (incluye el reciclaje de los 3 cm de la carpeta actual y los 12 cm de la subbase y mezclado de los materiales) PIJOT	5,215.00	m³	(CUARENTA Y TRES PESOS 88/100 M.N.)	43.88	\$ 228,834.20			
2	E.P. 04 Recompactación de la superficie descalabrada del pavimento existente, en un espesor de 15 cm. PIJOT 1) Para un novena y cinco por ciento (95%), con la prueba AASHTO modificada.	3,912.00	m³	(CINCO PESOS 47/100 M.N.)	5.47	\$ 21,398.64			
3	3.01.03 SUBBASES Y BASES E.P. 07 Mezclado, tendido y compactación al 100% con la prueba AASHTO modificada, de base hidráulica formada con material seleccionado, (litado total y cribado por unidad de obra terminada, incluye el material de préstamo de banco, regalías y el acarreo al sitio para su tendido y la aplicación de emulsión asfáltica para el riego de impermeación, la arena para el polvo y su posterior bardo (Norma N.CTR.CAR.1.04.002/00)	5,209.00	m³	(CIENTO SESENTA Y SEIS PESOS 88/100 M.N.)	176.08	\$ 917,200.72			
4	086-K CARPETAS ASFALTICAS CON MEZCLA EN CALIENTE. E.P. 08 Carpetas asfálticas con mezcla en caliente (con cemento AC-20). Por unidad de obra terminada (Norma N.CTR.CAR.1.04.005/00); incluye el material de préstamo de banco, riego de liga, (litado total y cribado y el acarreo del banco de préstamo al sitio para su tendido y compactación al 95% con la prueba AASHTO modificada, la adquisición y suministro de cemento asfáltico.	1,306.00	m³	(UN MIL SESENTA Y NUEVE PESOS 68/100 M.N.)	1,069.68	\$ 1,397,002.08			
5	086-M RIEGO DE SELLO E.P. 09 Riego de sello utilizando material pedregoso 3-A por unidad de obra terminada incluye: material de préstamo de banco y acarreo al sitio de la obra, tendido, planchado, remoción y bardo del material excedente, el asfalto y su aplicación.	28.800	m²	(ATORCE PESOS 85/100 M.N.)	14.85	\$ 427,680.00			
6	047 TRABAJOS DIVERSOS E.P. 10 Recubrimiento de curvas por unidad de obra terminada (Norma N.CTR.CAR.1.03.003/00) a) Con concreto hidráulico simple de f'c= 150 kg/cm²	356.00	m³	(UN MIL CIENTO SESENTA PESOS 22/100 M.N.)	1,160.22	\$ 413,038.32			
7	E.P. 11 SEÑALAMIENTO VERTICAL 5) Indicadores de alineamiento: a) OD - 6 de 13 cm de diámetro y 100 cm de altura, lanternas	273.00	Pza	(NOVENTA Y SIETE PESOS 35/100 M.N.)	97.35	\$ 26,576.55			
8	E.P. 12 Valeas reflejantes, incluye pegamento y colocación	800.00	Pza	(CUARENTA PESOS 80/100 M.N.)	40.80	\$ 32,640.00			
9	E.P. 13 a) Pintura blanca para marcas en pavimento, incluye microesfera en proporción de 700 g/l	8,000	m	(CINCO PESOS 89/100 M.N.)	5.89	\$ 47,120.00			
10	E.P. 14 a) Pintura amarilla para marcas en pavimento incluye microesfera en proporción de 700 g/l	4,000	m	(CINCO PESOS 89/100 M.N.)	5.89	\$ 23,560.00			
S U M A \$ 3,535,650.51									
I. V. A. \$ 530,257.58									
MONTO TOTAL DE LA PROPOSICION \$ 4,065,908.09									

FORMA E-7

HOJA 1 DE 1

PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DON VASCO	
TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL	
Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ	
Titulo: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO: ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.	
Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: E.P.03		Unidad: M3				
RECICLAJE, CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-BASE HIDRAULICA COMPACTADA AL 95% DE LA AASHTO (INCLUYE EL RECICLAJE DE LOS 3 CM DE LA CARPETA ACTUAL Y LOS 12 CM DE LA SUB-BASE MEZCLADO DE LOS MATERIALES) P.U.O.T.						
MATERIALES						
	AGUA (MANEJO)	M3	\$12.36	0.200000	\$2.47	6.97%
	Subtotal: MATERIALES				\$2.47	6.97%
MANO DE OBRA						
	CUADRILLA N 5 (5 PEONES)	JOR	\$1,379.55	0.005945	\$8.20	23.14%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$8.20	23.14%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	RECUPERADORA RR-250B	HR	\$1,171.99	0.013033	\$15.27	43.10%
	MOTONIVELADORA CAT. 14H	HR	\$615.94	0.008349	\$5.14	14.51%
	VIBROCOMPACTADOR VAP 70	HR	\$254.05	0.014217	\$3.61	10.19%
	CAMION PIPA DE 9 M3	HR	\$217.79	0.001533	\$0.33	0.93%
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$8.20	0.050000	\$0.41	1.16%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$24.76	69.88%
	Costo directo				\$35.43	
	INDIRECTOS	11.288%			\$4.00	
	Suma 1				\$39.43	
	FINANCIAMIENTO	0.1028%			\$0.04	
	Suma 2				\$39.47	
	UTILIDAD	10.7143%			\$4.23	
	Suma 3				\$43.70	
	CARGOS ADICIONALES	0%				
	SFP=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5%			\$0.18	
	PRECIO UNITARIO				\$43.88	

(* CUARENTA Y TRES PESOS 88/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto, Importe: \$228,834.2

UNIVERSIDAD DON VASCO

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ



Título: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO:
ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: E.P.04 Unidad: M3

RECOMPACTACION DE LA SUPERFICIE DESCUBIERTA DEL PAVIMENTO EXISTENTE, EN UN ESPESOR DE 15 CM, P.U.O.T. 1) PARA UN NOVENTA Y CINCO POR CIENTO (95%)

EQUIPO Y HERRAMIENTA

MOTONIVELADORA CAT. 14H	HR	\$615.94	0.000675	\$0.42	9.52%
CAMION PIPA DE 9 M3	HR	\$217.79	0.006640	\$1.45	32.88%
VIBROCOMPACTADOR VAP 70	HR	\$254.05	0.010000	\$2.54	57.60%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$4.41	100.00%
Costo directo				\$4.41	
INDIRECTOS	11.288%			\$0.50	
Suma 1				\$4.91	
FINANCIAMIENTO	0.1028%			\$0.01	
Suma 2				\$4.92	
UTILIDAD	10.7143%			\$0.53	
Suma 3				\$5.45	
CARGOS ADICIONALES	0%				
SFP=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5%			\$0.02	
PRECIO UNITARIO				\$5.47	

(* CINCO PESOS 47/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto, Importe: \$21,398.64

UNIVERSIDAD DON VASCO

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL



Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ

Título: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO:
ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: E.P.07 Unidad: M3						
MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTACION AL 100% DE BASE HIDRAULICA CON MATERIAL SELECCIONADO, TRITURADO PARCIAL Y CRIBADO P.U.O.T., INCLUYE EL MATERIAL DE PRESTAMO DE BANCO, REGALIAS Y EL ACARREO AL SITIO PARA SU TENDIDO Y LA APLICACION DE EMULSION ASFÁLTICA PARA EL RIEGO DE IMPREGNACION, LA ARENA PARA EL POREO Y SU POSTERIOR BARRIDO (NORMA N.CTR.CAR.1.04.002/00)						
MATERIALES						
	EMULSIÓN DE ROMPIMIENTO LENTO	LT	\$3.00	6.621005	\$19.86	13.97%
	ARENA	M3	\$120.00	0.100000	\$12.00	8.44%
	ACARREO 1er KILOMETRO	M3	\$5.00	1.000000	\$5.00	3.52%
	KILOMETROS SUBSECUENTES	M3-KM	\$2.60	5.000000	\$13.00	9.14%
	Material Triturado	M3	\$56.35	1.300000	\$73.26	51.52%
	DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x3.5"x8.25"	PZA	\$16.80	0.020000	\$0.34	0.24%
	HILO CAÑAMO	PZA	\$10.30	0.001000	\$0.01	0.01%
	VARILLA DE 3/8" 9.5 MM	KG	\$4.80	0.020000	\$0.10	0.07%
	Subtotal: MATERIALES				\$123.57	86.90%
MANO DE OBRA						
	TOPOGRAFO	JOR	\$754.35 /	250.000000	\$3.02	2.12%
	AYUDANTE ESPECIALIZADO	JOR	\$349.10 /	250.000000	\$1.40	0.98%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$4.42	3.11%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	MOTONIVELADORA CAT. 14H	HR	\$615.94	0.009447	\$5.82	4.09%
	Cargador Frontal	HR	\$387.03	0.004878	\$1.89	1.33%
	CAMION PIPA DE 9 M3	HR	\$217.79	0.004566	\$0.99	0.70%
	Barredora Autopropulsada	HR	\$179.84	0.003919	\$0.70	0.49%
	CAMION PETROLIZADORA	HR	\$292.33	0.003703	\$1.08	0.76%
	VIBROCOMPACTADOR VAP 70	HR	\$254.05	0.011924	\$3.03	2.13%
	EQUIPO DE TOPOGRAFIA	HR	\$4.00 /	25.000000	\$0.16	0.11%
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$4.42	0.030000	\$0.13	0.09%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$13.80	9.71%
BASICOS						
	CONCRETO DE F _c =100 KG/CM2. HECHO EN OBRA, T.M.A=19 MM, RESISTENCIA NORMAL	M3	\$798.57	0.000500	\$0.40	0.28%
	Subtotal: BASICOS				\$0.40	0.28%
	Costo directo				\$142.19	
	INDIRECTOS	11.288%			\$16.05	
	Suma 1				\$158.24	
	FINANCIAMIENTO	0.1028%			\$0.16	
	Suma 2				\$158.40	
	UTILIDAD	10.7143%			\$16.97	
	Suma 3				\$175.37	
	CARGOS ADICIONALES	0%				
	SFP=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5%			\$0.71	
	PRECIO UNITARIO				\$176.08	

(* CIENTO SETENTA Y SEIS PESOS 08/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto, Importe: \$917,200.72

UNIVERSIDAD DON VASCO

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL



Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ

Título: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO:
ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: E.P.08 Unidad: M3						
CARPETA ASFALTICA CON MEZCLA EN CALIENTE (CON CEMENTO AC-20) P.U.O.T. (NORMA N.CTR.CAR.1.04.006/00), INCLUYE EL MATERIAL DE PRESTAMO DE BANCO, RIEGO DE LIGA, TRITURADO PARCIAL Y CRIBADO, EL ACARREO DEL BANCO DE PRESTAMO AL SITIO PARA SU TENDIDO Y COMPACTACION AL 95% LA ADQUISICION Y SUMINISTRO DE CEMENTO ASFÁLTICO.						
MATERIALES						
	ASFALTO AC-20	LT	\$3.80	130.000000	\$494.00	57.19%
	Material Triturado	M3	\$56.35	1.300000	\$73.26	8.48%
	EMULSION DE ROMPIMIENTO RAPIDO	LT	\$3.15	10.000000	\$31.50	3.65%
	FLETE DE EMULSION	LT/KM	\$0.25	12.000000	\$3.00	0.35%
	ACARREO 1er KILOMETRO	M3	\$5.00	1.000000	\$5.00	0.58%
	KILOMETROS SUBSECUENTES	M3-KM	\$2.60	7.000000	\$18.20	2.11%
	CALIHIDRA	TON	\$970.00	0.000200	\$0.19	0.02%
	HILO CAÑAMO	PZA	\$10.30	0.001000	\$0.01	0.00%
	VARILLA DE 3/8" 9.5 MM	KG	\$4.80	0.020000	\$0.10	0.01%
	Subtotal: MATERIALES				\$625.26	72.39%
MANO DE OBRA						
	CUADRILLA N 5 (5 PEONES)	JOR	\$1,379.55	0.029723	\$41.00	4.75%
	TOPOGRAFO	JOR	\$754.35 /	250.000000	\$3.02	0.35%
	AYUDANTE ESPECIALIZADO	JOR	\$349.10 /	250.000000	\$1.40	0.16%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$45.42	5.26%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	CAMION PIPA DE 9 M3	HR	\$217.79	0.007571	\$1.65	0.19%
	PAVIMENTADORA	HR	\$411.04	0.138975	\$57.12	6.61%
	VIBROCOMPACTADOR VAP 70	HR	\$254.05	0.022720	\$5.77	0.67%
	CAMION PETROLIZADORA	HR	\$292.33	0.024000	\$7.02	0.81%
	Cargador Frontal	HR	\$387.03	0.009618	\$3.72	0.43%
	Planta de Asfalto	HR	\$1,421.39	0.076631	\$108.92	12.61%
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$45.42	0.050000	\$2.27	0.26%
	EQUIPO DE TOPOGRAFIA	HR	\$4.00 /	25.000000	\$0.16	0.02%
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$45.42	0.030000	\$1.36	0.16%
	NEUMATICO	HR	\$425.00	0.012004	\$5.10	0.59%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$193.09	22.35%
	Costo directo				\$863.77	
	INDIRECTOS	11.288%			\$97.50	
	Suma 1				\$961.27	
	FINANCIAMIENTO	0.1028%			\$0.99	
	Suma 2				\$962.26	
	UTILIDAD	10.7143%			\$103.10	
	Suma 3				\$1,065.36	
	CARGOS ADICIONALES	0%				
	SFP=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5%			\$4.32	
	PRECIO UNITARIO				\$1,069.68	

(* UN MIL SESENTA Y NUEVE PESOS 68/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto, Importe: \$1,397,002.08

UNIVERSIDAD DON VASCO

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL



Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ

Título: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO:
ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: E.P.09 Unidad: M2						
RIEGO DE SELLO UTILIZANDO MATERIAL PETREO 3-A P.U.O.T. INCLUYE MATERIAL DE PRESTAMO DE BANCO Y ACARREO AL SITIO DE LA OBRA, TENDIDO, PLANCHADO, REMOCION Y BARRIDO DEL MATERIAL EXCEDENTE, EL ASFALTO Y SU APLICACION.						
MATERIALES						
	MATERIAL PETREO 3A	M3	\$75.00	0.100000	\$7.50	62.50%
	EMULSION DE ROMPIMIENTO RAPIDO	LT	\$3.15	1.200000	\$3.78	31.50%
	AGUA (MANEJO)	M3	\$12.36	0.004045	\$0.05	0.42%
	Subtotal: MATERIALES				\$11.33	94.42%
MANO DE OBRA						
	Cuadrilla N 6 (6 peones)	JOR	\$1,655.46	0.000030	\$0.05	0.42%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$0.05	0.42%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	CAMION DE VOLTEO DE 7 M3	HR	\$214.55	0.000250	\$0.05	0.42%
	VIBROCOMPACTADOR VAP 70	HR	\$254.05	0.000208	\$0.05	0.42%
	CAMION PETROLIZADORA	HR	\$292.33	0.000171	\$0.05	0.42%
	Esparcidor autopropulsado	HR	\$380.18	0.000260	\$0.10	0.83%
	Cargador Frontal	HR	\$387.03	0.000128	\$0.05	0.42%
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$0.05	0.050000		
	Barredora Autopropulsada	HR	\$179.84	0.000370	\$0.07	0.58%
	NEUMATICO	HR	\$425.00	0.000111	\$0.05	0.42%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$0.42	3.50%
BASICOS						
	1ER KILOMETRO	M3	\$4.00	0.025000	\$0.10	0.83%
	KILOMETRO SUBSECUENTE	M3-KM	\$2.00	0.050000	\$0.10	0.83%
	Subtotal: BASICOS				\$0.20	1.67%
	Costo directo				\$12.00	
	INDIRECTOS	11.288%			\$1.35	
	Suma 1				\$13.35	
	FINANCIAMIENTO	0.1028%			\$0.01	
	Suma 2				\$13.36	
	UTILIDAD	10.7143%			\$1.43	
	Suma 3				\$14.79	
	CARGOS ADICIONALES	0%				
	SFP=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5%			\$0.06	
	PRECIO UNITARIO				\$14.85	
	(* CATORCE PESOS 85/100 M.N. *)					
	Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto, Importe: \$427,680					

UNIVERSIDAD DON VASCO



TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ

Título: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO:
ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: 047-Y.05 Unidad: M3						
RECUBRIMIENTO DE CUNETAS P.U.O.T. (NORMA N.CTR.CAR.1.03.003/00) a) CON CONCRETO HIDRAULICO SIMPLE DE F'C= 150 KG/CM2						
MATERIALES						
	ARENA	M3	\$120.00	0.540000	\$64.80	6.92%
	GRAVA	M3	\$125.00	0.640000	\$80.00	8.54%
	AGUA (MANEJO)	M3	\$12.36	0.250000	\$3.09	0.33%
	CEMENTO GRIS	TON	\$1,800.00	0.310000	\$558.00	59.56%
	CIMBRA	FT	\$250.00	0.100000	\$25.00	2.67%
	DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x3.5"x8.25"	PZA	\$16.80	1.000000	\$16.80	1.79%
	BARROTE DE PINO DE 3a DE 1.5"x3.5"x8.25"	PZA	\$20.00	0.200000	\$4.00	0.43%
	DIESEL	LTO	\$5.20	0.300000	\$1.56	0.17%
	CLAVOS DE 2 A 4"	KG	\$8.50	0.400000	\$3.40	0.36%
	Subtotal: MATERIALES				\$756.65	80.76%
MANO DE OBRA						
	CUADRILLA No 22 (1 ALBAÑIL + 5 PEONES)	JOR	\$1,825.85	0.083000	\$151.55	16.18%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$151.55	16.18%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$151.55	0.030000	\$4.55	0.49%
	REVOLVEDORA P/CONCRETO DE 1 SACO	HR	\$48.26	0.500000	\$24.13	2.58%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$28.68	3.06%
	Costo directo				\$936.88	
	INDIRECTOS	11.288%			\$105.76	
	Suma 1				\$1,042.64	
	FINANCIAMIENTO	0.1028%			\$1.07	
	Suma 2				\$1,043.71	
	UTILIDAD	10.7143%			\$111.83	
	Suma 3				\$1,155.54	
	CARGOS ADICIONALES	0%				
	SFP=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5%			\$4.68	
	PRECIO UNITARIO				\$1,160.22	
	(* UN MIL CIENTO SESENTA PESOS 22/100 M.N. *)					
	Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto, Importe: \$413,038.32					

UNIVERSIDAD DON VASCO

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ



Título: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO:
ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: E.P11.e.5)a9 Unidad: PZA						
INDICADORES DE ALINEAMIENTO a)OD-6 DE 13 CM DE DIAMETRO Y 100 CM DE ALTURA FANTASMAS						
MATERIALES						
	Indicadores de Alineamiento	PZA	\$35.00	1.000000	\$35.00	44.52%
	REFLEJANTE CODI	LT	\$350.00	0.001000	\$0.35	0.45%
	ARENA	M3	\$120.00	0.050000	\$6.00	7.63%
	GRAVA	M3	\$125.00	0.056000	\$7.00	8.90%
	AGUA (MANEJO)	M3	\$12.36	0.040453	\$0.50	0.64%
	CEMENTO GRIS	TON	\$1,800.00	0.009677	\$17.42	22.16%
	Subtotal: MATERIALES				\$66.27	84.29%
MANO DE OBRA						
	Cuadrilla No. 01: Peón, cabo.	JOR	\$307.85	0.019490	\$6.00	7.63%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$6.00	7.63%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	Camioneta Pick-Up	HR	\$251.43	0.014936	\$3.76	4.78%
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$6.00	0.030000	\$0.18	0.23%
	REVOLVEDORA P/CONCRETO DE 1 SACO	HR	\$48.26	0.049932	\$2.41	3.07%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$6.35	8.08%
	Costo directo				\$78.62	
	INDIRECTOS	11.288%			\$8.87	
	Suma 1				\$87.49	
	FINANCIAMIENTO	0.1028%			\$0.09	
	Suma 2				\$87.58	
	UTILIDAD	10.7143%			\$9.38	
	Suma 3				\$96.96	
	CARGOS ADICIONALES	0%				
	SFP=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5%			\$0.39	
	PRECIO UNITARIO				\$97.35	

(* NOVENTA Y SIETE PESOS 35/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto, Importe: \$26,576.55

UNIVERSIDAD DON VASCO

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ



Título: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO:
ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: E.P.12 b) Unidad: PZA						
VIALETAS REFLEJANTES, INCLUYE PEGAMENTO Y COLOCACION.						
MATERIALES						
	Suministro de Vialeta	PZA	\$18.00	1.000000	\$18.00	54.63%
	Pegamento Epoxico	LT	\$30.00	0.300000	\$9.00	27.31%
	Subtotal: MATERIALES				\$27.00	81.94%
MANO DE OBRA						
	Cuadrilla 7 (1 Cabo+3 peones)	JOR	\$1,466.43	0.003465	\$5.08	15.42%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$5.08	15.42%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$5.08	0.050000	\$0.25	0.76%
	Camioneta Pick-Up	HR	\$251.43	0.002448	\$0.62	1.88%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$0.87	2.64%
	Costo directo				\$32.95	
	INDIRECTOS	11.288%			\$3.72	
	Suma 1				\$36.67	
	FINANCIAMIENTO	0.1028%			\$0.04	
	Suma 2				\$36.71	
	UTILIDAD	10.7143%			\$3.93	
	Suma 3				\$40.64	
	CARGOS ADICIONALES	0%				
	SFP=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5%			\$0.16	
	PRECIO UNITARIO				\$40.80	

(* CUARENTA PESOS 80/100 M.N. *)

Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto, Importe: \$32,640

UNIVERSIDAD DON VASCO

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL



Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ

Título: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO:
ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: E.P.13 Unidad: M						
PINTURA BLANCA PARA MARCAS EN PAVIMENTO, INLCUYE MICROESFERA EN PROPORCION DE 700 G/L						
MATERIALES						
	Pintura para marcas en el pavimento	LT	\$60.00	0.040000	\$2.40	50.53%
	Microesfera de vidrio	KG	\$25.00	0.070000	\$1.75	36.84%
	Subtotal: MATERIALES				\$4.15	87.37%
MANO DE OBRA						
	Cuadrilla 3 (3 Peones)	JOR	\$827.73	0.000453	\$0.37	7.79%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$0.37	7.79%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$0.37	0.050000	\$0.02	0.42%
	Pintarraya	HR	\$283.56	0.000746	\$0.21	4.42%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$0.23	4.84%
	Costo directo				\$4.75	
	INDIRECTOS	11.288%			\$0.54	
	Suma 1				\$5.29	
	FINANCIAMIENTO	0.1028%			\$0.01	
	Suma 2				\$5.30	
	UTILIDAD	10.7143%			\$0.57	
	Suma 3				\$5.87	
	CARGOS ADICIONALES	0%				
	SFP=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5%			\$0.02	
	PRECIO UNITARIO				\$5.89	
	(* CINCO PESOS 89/100 M.N. *)					
	Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto, Importe: \$47,120					

UNIVERSIDAD DON VASCO

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL



Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ

Título: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO:
ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: E.P.14 Unidad: M						
PINTURA AMARILLA PARA MARCAS EN PAVIMENTO, INCLUYE MICROESFERA EN PROPORCION DE 700G/L						
MATERIALES						
	Pintura para marcas en el pavimento	LT	\$60.00	0.040000	\$2.40	50.53%
	Microesfera de vidrio	KG	\$25.00	0.070000	\$1.75	36.84%
	Subtotal: MATERIALES				\$4.15	87.37%
MANO DE OBRA						
	Cuadrilla 3 (3 Peones)	JOR	\$827.73	0.000453	\$0.37	7.79%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$0.37	7.79%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$0.37	0.050000	\$0.02	0.42%
	Pintarraya	HR	\$283.56	0.000746	\$0.21	4.42%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$0.23	4.84%
	Costo directo				\$4.75	
	INDIRECTOS	11.288%			\$0.54	
	Suma 1				\$5.29	
	FINANCIAMIENTO	0.1028%			\$0.01	
	Suma 2				\$5.30	
	UTILIDAD	10.7143%			\$0.57	
	Suma 3				\$5.87	
	CARGOS ADICIONALES	0%				
	SFP=(Suma3/(1-0.005)-Suma3)	0.5%			\$0.02	
	PRECIO UNITARIO				\$5.89	
	(* CINCO PESOS 89/100 M.N. *)					
	Cantidad utilizada de este concepto en el presupuesto, Importe: \$23,560					

UNIVERSIDAD DON VASCO

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL



Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ

Título: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO:
ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: 100. Unidad: M3		CONCRETO DE F'c=100 KG/CM2. HECHO EN OBRA, T.M.A=19 MM, RESISTENCIA NORMAL				
MATERIALES						
	ARENA	M3	\$120.00	0.550000	\$66.00	8.26%
	GRAVA	M3	\$125.00	0.650000	\$81.25	10.17%
	AGUA (MANEJO)	M3	\$12.36	0.250000	\$3.09	0.39%
	CEMENTO GRIS	TON	\$1,800.00	0.260000	\$468.00	58.60%
	Subtotal: MATERIALES				\$618.34	77.43%
MANO DE OBRA						
	CUADRILLA No 22 (1 ALBAÑIL + 5 PEONES)	JOR	\$1,825.85	0.083000	\$151.55	18.98%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$151.55	18.98%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$151.55	0.030000	\$4.55	0.57%
	REVOLVEDORA P/CONCRETO DE 1 SACO	HR	\$48.26	0.500000	\$24.13	3.02%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$28.68	3.59%
	Costo directo				\$798.57	
	(* SETECIENTOS NOVENTA Y OCHO PESOS 57/100 M.N. *)					

UNIVERSIDAD DON VASCO

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL



Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ

Título: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO:
ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: 1A5P Unidad: JOR		CUADRILLA No 22 (1 ALBAÑIL + 5 PEONES)				
MANO DE OBRA						
	PEON	JOR	\$275.91	5.000000	\$1,379.55	75.56%
	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	\$235.53	1.000000	\$235.53	12.90%
	Cabo de oficiales	JOR	\$638.70	0.330000	\$210.77	11.54%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$1,825.85	100.00%
	Costo directo				\$1,825.85	
	(* UN MIL OCHOCIENTOS VEINTICINCO PESOS 85/100 M.N. *)					

UNIVERSIDAD DON VASCO	
TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL	
Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ	
Titulo: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO: ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.	
Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN	

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: 1er KM Unidad: M3						
ACARREO 1er KILOMETRO						
BASICOS						
	1ER KILOMETRO	M3	\$4.00	1.250000	\$5.00	100.00%
	Subtotal: BASICOS				\$5.00	100.00%
	Costo directo				\$5.00	
	(* CINCO PESOS 00/100 M.N. *)					

UNIVERSIDAD DON VASCO	
TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL	
Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ	
Titulo: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO: ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.	
Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN	

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: 5P Unidad: JOR						
CUADRILLA N° 5 (5 PEONES)						
MANO DE OBRA						
	PEON	JOR	\$275.91	5.000000	\$1,379.55	100.00%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$1,379.55	100.00%
	Costo directo				\$1,379.55	
	(* UN MIL TRESCIENTOS SETENTA Y NUEVE PESOS 55/100 M.N. *)					

UNIVERSIDAD DON VASCO	
TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL	
Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ	
Titulo: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO: ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.	
Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN	

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: CUAD001 Unidad: JOR						
Cuadrilla No. 01: Peón, cabo.						
MANO DE OBRA						
	PEON	JOR	\$275.91	1.000000	\$275.91	89.62%
	Cabo de oficiales	JOR	\$638.70	0.050000	\$31.94	10.38%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$307.85	100.00%
	Costo directo				\$307.85	
	(* TRESCIENTOS SIETE PESOS 85/100 M.N. *)					

UNIVERSIDAD DON VASCO	
TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL	
Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ	
Titulo: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO: ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.	
Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN	

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: km-subs Unidad: M3-KM						
KILOMETROS SUBSECUENTES						
BASICOS						
	KILOMETRO SUBSECUENTE	M3-KM	\$2.00	1.300000	\$2.60	100.00%
	Subtotal: BASICOS				\$2.60	100.00%
	Costo directo				\$2.60	
	(* DOS PESOS 60/100 M.N. *)					

UNIVERSIDAD DON VASCO	
TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL	
Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ	
Titulo: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO: ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.	
Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN	

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: MATRI Unidad: M3						
Material Triturado						
MATERIALES						
	REGALIAS DE BANCO	M3	\$8.00	1.300000	\$10.40	18.46%
	Subtotal: MATERIALES				\$10.40	18.46%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	EQUIPO DE TRITURACION	HR	\$2,018.49	0.019069	\$38.49	68.31%
	CAMION DE VOLTEO DE 7 M3	HR	\$214.55	0.020453	\$4.39	7.79%
	Cargador Frontal	HR	\$387.03	0.007943	\$3.07	5.45%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$45.95	81.54%
	Costo directo				\$56.35	
(* CINCUENTA Y SEIS PESOS 35/100 M.N. *)						

UNIVERSIDAD DON VASCO	
TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL	
Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ	
Titulo: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO: ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.	
Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN	

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: MDE06 Unidad: JOR						
Cuadrilla N°6 (6 peones)						
MANO DE OBRA						
	PEON	JOR	\$275.91	6.000000	\$1,655.46	100.00%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$1,655.46	100.00%
	Costo directo				\$1,655.46	
(* UN MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y CINCO PESOS 46/100 M.N. *)						

UNIVERSIDAD DON VASCO	
TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL	
Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ	
Titulo: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO: ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.	
Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN	

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: MO03 Unidad: JOR						
Cuadrilla 3 (3 Peones)						
MANO DE OBRA						
	PEON	JOR	\$275.91	3.000000	\$827.73	100.00%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$827.73	100.00%
	Costo directo				\$827.73	
	(* OCHOCIENTOS VEINTISIETE PESOS 73/100 M.N. *)					

UNIVERSIDAD DON VASCO	
TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL	
Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ	
Titulo: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO: ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.	
Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN	

ANALISIS DE BASICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: MO07 Unidad: JOR						
Cuadrilla 7 (1 Cabo+3 peones)						
MANO DE OBRA						
	PEON	JOR	\$275.91	3.000000	\$827.73	56.45%
	Cabo de oficiales	JOR	\$638.70	1.000000	\$638.70	43.55%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$1,466.43	100.00%
	Costo directo				\$1,466.43	
	(* UN MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y SEIS PESOS 43/100 M.N. *)					

COSTOS INDIRECTOS

UNIVERSIDAD DON VASCO			
TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL			
Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ			
			
Titulo: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO: ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.			
Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN			
INICIO:	15-May-07	TERMINACION:	30-Sep-07
PLAZO:		139 DIAS	

DESGLASE DE COSTOS INDIRECTOS

MONTO DE LA OBRA A C.D. \$ 2,854,723.24

CONCEPTO	TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS			
	ADMINISTRACION OFICINA CENTRAL		ADMINISTRACION OFICINA DE CAMPO	
	MONTO	PORCENTAJE	MONTO	PORCENTAJE
I. HONORARIOS SUELDOS Y PRESTACIONES				
a. Personal directivo incluye: Prestaciones	13,900.00	0.4869%		
b. Personal técnico incluye: Prestaciones	9,266.67	0.3246%	69,500.00	2.4346%
c. Personal administrativo incluye: Prestaciones	4,633.33	0.1623%	69,500.00	2.4346%
d. Cuota Patronal del Seguro Social del inciso a, b y c (consideradas)				
e. Prestaciones de la LFT del inciso a, b y c (consideradas)				
f. Pasajes y viáticos (consideradas)				
g. Los que deriven de suscripción de contratos de trabajo del inciso a,b y c.				
SUBTOTALES	27,800.00		139,000.00	
II. DEPRECIACION, MANTENIMIENTO Y RENTAS				
a. Edificios y Locales	5,709.45	0.2000%	2,854.72	0.1000%
b. Locales de Mantenimiento y Guarda	2,854.72	0.1000%	4,282.08	0.1500%
c. Bodegas	2,141.04	0.0750%	4,282.08	0.1500%
d. Instalaciones Generales	2,283.78	0.0800%	2,854.72	0.1000%
e. Muebles y enseres	1,284.63	0.0450%	1,427.36	0.0500%
f. Depreciación o Renta, y Operación de Vehículos	1,712.83	0.0600%	4,282.08	0.1500%
g. Campamentos			2,854.72	0.1000%
SUBTOTALES	15,986.45		22,837.79	
III. SERVICIOS				
a. Consultores,Asesores, Servicio y Laboratorios			5,709.45	0.2000%
b. Estudios e Investigación	5,709.45	0.2000%	4,282.08	0.1500%
SUBTOTALES	5,709.45		9,991.53	
IV. FLETES Y ACARREOS				
a. De Campamentos			2,141.04	0.0750%
b. De Equipo de Construcción				
c. De Plantas y elementos para Instalaciones				
d. De mobiliario			7,136.81	0.2500%
SUBTOTALES			9,277.85	
V. GASTOS OFICINA				
a. Papelería y útiles de escritorio			2,854.72	0.1000%
b. Correos, fax, teléfonos, telégrafos, radio.			570.94	0.0200%
c. equipo de computación				
d. Situación de fondos				
e. Copias y duplicados	713.68	0.0250%		
f. Luz, gas y otros consumos	1,284.63	0.0450%	285.47	0.0100%
g. Gastos de la licitación	2,426.51	0.0850%		
SUBTOTALES	4,424.82		3,711.14	
VI. CAPACITACION Y ADIESTRAMIENTO	2,426.51	0.0850%	285.47	0.0100%
VII. SEGURIDAD E HIGIENE	2,426.51	0.0850%	285.47	0.0100%
VIII. SEGUROS Y FIANZAS				
a. Primas por Seguro	8,564.17	0.3000%		
b. Primas por Fianzas	4,282.08	0.1500%	15,987.30	0.5600%
SUBTOTALES	12,846.25		15,987.30	
IX. TRABAJOS PREVIOS Y AUXILIARES				
a. Construcción y conservación de caminos de acceso			7,136.81	0.2500%
b. Montaje y desmantelamiento de equipo			5,709.45	0.2000%
c. Construcción de Instalaciones generales				
1. De Campamentos			2,141.04	0.0750%
2. De equipo de construcción			2,141.04	0.0750%
3. De plantas y elementos para instalaciones			2,141.04	0.0750%
4. Letrero nominativo de obra			9,991.53	0.3500%
5.- Verificación de Laboratorio			19,983.06	0.7000%
SUBTOTALES			49,243.98	
T O T A L E S	71,620.00	2.5088%	250,620.53	8.7792%
	TOTALES \$	322,240.53	% INDIRECTO	11.2880%

UNIVERSIDAD DON VASCO

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ

Titulo: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO:
ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN



INICIO: 15-May-07 **TERMINACION:** 30-Sep-07 **PLAZO:** 139 DIAS

RESUMEN DE COSTOS INDIRECTOS

MONTO DE LA OBRA A C.D. \$ 2,854,723.24

CONCEPTO	ADMINISTRACION OFICINA CENTRAL		ADMINISTRACION DE CAMPO		TOTALES	
	MONTO	%	MONTO	%	MONTO	%
I. HONORARIOS SUELDOS Y PRESTACIONES	27,800.00	0.9738%	139,000.00	4.8691%	166,800.00	5.8429%
II. DEPRECIACION, MANTENIMIENTO Y RENTAS	15,986.45	0.5600%	22,837.79	0.8000%	38,824.24	1.3600%
III. SERVICIOS	5,709.45	0.2000%	9,991.53	0.3500%	15,700.98	0.5500%
IV. FLETES Y ACARREOS			9,277.85	0.3250%	9,277.85	0.3250%
V. GASTOS OFICINA	4,424.82	0.1550%	3,711.14	0.1300%	8,135.96	0.2850%
VI. CAPACITACION Y ADIESTRAMIENTO	2,426.51	0.0850%	285.47	0.0100%	2,711.99	0.0950%
VII. SEGURIDAD E HIGIENE	2,426.51	0.0850%	285.47	0.0100%	2,711.99	0.0950%
VIII. SEGUROS Y FIANZAS	12,846.25	0.4500%	15,987.30	0.5600%	28,833.55	1.0100%
IX. TRABAJOS PREVIOS Y AUXILIARES			49,243.98	1.7250%	49,243.98	1.7250%
TOTALES	71,620.00	2.5088%	250,620.53	8.7792%	322,240.53	11.2880%

TOTALES \$ 322,240.53 % INDIRECTO 11.2880%

UTILIDAD

UNIVERSIDAD DON VASCO

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ

Título: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO:
ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN



DETERMINACION DEL CARGO POR UTILIDAD

CLAVE	CONCEPTO	FORMULA	IMPORTE	%
CD	COSTO DIRECTO		2,854,723.24	
CI	I.-INDIRECTO		322,240.53	11.2880%
CF	II.-FINANCIAMIENTO		3,265.92	0.1028%
Up%	UTILIDAD PROPUESTA ISR= IMPUESTO SOBRE LA RENTA PTU= PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES EN LA UTILIDAD		34.00% 10.00%	6.0000%
%U	UTILIDAD NETA = Up% / [1 - (ISR+PTU)]	%U =6 % / [1 - (34%+ 10%)]		10.7143%
CU	CARGO POR UTILIDAD (Costo dir.Obra+Indirecto+Financiamiento)*% Utilidad Neta)	(\$ 2,854,723.24 + \$ 322,240.53 + \$ 3,265.92) * 10.71428571428	340,738.89	
	TOTAL UTILIDAD		340,738.89	
	PORCENTAJE TOTAL DE UTILIDAD (%=Total utilidad * 100 / (CD+CI+CF))	[\$ 340,738.89 / (\$ 2,854,723.24 + \$ 322,240.53 + \$ 3,265.92)] * 100%		10.7143%

CARGOS ADICIONALES

UNIVERSIDAD DON VASCO

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ

Título: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO:
ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN



DETERMINACION DE CARGOS ADICIONALES

CLAVE	CONCEPTO	FORMULA	IMPORTE	%
CD	COSTO DIRECTO		2,854,723.24	
CI	I.-INDIRECTO		322,240.53	11.2880%
CF	II.-FINANCIAMIENTO		3,265.92	0.1028%
UT	III.- UTILIDAD TOTAL		340,738.89	10.7143%
		Subtotal	3,520,968.58	
	CARGOS ADICIONALES APORTACIONES POR CONCEPTO DE:SERVICIO DE VIGILANCIA, INSPECCION Y CONTROL (SECODAM CSEC=Subtotal/(1-.005)-Subtotal).	\$ 3,520,968.58 / (1 - .005) - \$ 3,520,968.58	17,693.31	0.5000%
	TOTAL DE CARGOS ADICIONALES		17,693.31	0.5000%

Enseguida se presenta el listado de insumos que se uso en la obra, que lo comprenden los materiales, mano de obra, equipo y básicos, este total de insumos nos da el costo directo de la obra, como se muestra a continuación.

LISTADO DE INSUMOS

UNIVERSIDAD DON VASCO	
TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL	
Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ	
Titulo: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO: ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.	
Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN	

LISTADO DE INSUMOS QUE INTERVIENE EN LA INTEGRACION DE LA PROPUESTA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe	% Incidencia
MATERIALES						
3.	VARILLA DE 3/8" 9.5 MM	KG	130.30	4.80	625.44	0.02%
AC-20	ASFALTO AC-20	LT	169,780.00	3.80	645,164.00	22.60%
AGUA	AGUA (MANEJO)	M3	1,260.190794	12.36	15,575.96	0.55%
ARENA	ARENA	M3	728.222475	120.00	87,386.70	3.06%
BARROTE	BARROTE DE PINO DE 3a DE PZA 1.5"x3.5"x8.25"		71.20	20.00	1,424.00	0.05%
CAL	CALIHIDRA	TON	0.2612	970.00	253.36	0.01%
CEMENTOG	CEMENTO GRIS	TON	113.678991	1,800.00	204,622.18	7.17%
CLAVO4	CLAVOS DE 2 A 4"	KG	142.40	8.50	1,210.40	0.04%
CODI	REFLEJANTE CODI	LT	0.273	350.00	95.55	0.00%
DIESEL	DIESEL	LTO	106.80	5.20	555.36	0.02%
DUELA	DUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x3.5"x8.25"	PZA	460.18	16.80	7,731.02	0.27%
ERM	EMULSIÓN DE ROMPIMIENTO MEDIO	LT	34,488.815045	3.00	103,466.45	3.62%
ERR	EMULSION DE ROMPIMIENTO RAPIDO	LT	47,620.00	3.15	150,003.00	5.25%
FLETE	FLETE DE EMULSION	LT/KM	15,672.00	0.25	3,918.00	0.14%
FT	CIMBRA	FT	35.60	250.00	8,900.00	0.31%
GRAVA	GRAVA	M3	244.820925	125.00	30,602.62	1.07%
INDIFAN	Indicadores de Alineamiento	PZA	273.00	35.00	9,555.00	0.33%
MAHILO	HILO CAÑAMO	PZA	6.515	10.30	67.10	0.00%
MAT3A	MATERIAL PETREO 3A	M3	2,880.00	75.00	216,000.00	7.57%
MICRO	Microesfera de vidrio	KG	840.00	25.00	21,000.00	0.74%
PEGA	Pegamento Epoxico	LT	240.00	30.00	7,200.00	0.25%
PINTA	Pintura para marcas en el pavimento	LT	480.00	60.00	28,800.00	1.01%
REGALIAS	REGALIAS DE BANCO	M3	11,010.35	8.00	88,082.80	3.09%
VIAL	Suministro de Vialeta	PZA	800.00	18.00	14,400.00	0.50%
Total MATERIALES					1,646,638.94	

UNIVERSIDAD DON VASCO

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ



Título: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO:
ZICUIRÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

Lugar: CHURUMUCO MICHOACAN

LISTADO DE INSUMOS QUE INTERVIENE EN LA INTEGRACION DE LA PROPUESTA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Importe	% Incidencia
MANO DE OBRA						
M077	Cabo de oficiales	JOR	12.860216	638.70	8,213.82	0.29%
MO011	PEON	JOR	533.056703	275.91	147,075.67	5.15%
MO031	AYUDANTE ESPECIALIZADO	JOR	26.06	349.10	9,097.55	0.32%
MO041	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	29.764174	235.53	7,010.36	0.25%
MO092	TOPOGRAFO	JOR	26.06	754.35	19,658.36	0.69%
Total MANO DE OBRA					191,055.76	
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
%MO1	HERRAMIENTA MENOR	%			9,620.92	0.34%
EQBARRE	Barredora Autopropulsada	HR	31.070071	179.84	5,587.64	0.20%
EQCAMION	CAMION DE VOLTEO DE 7 M3	HR	180.426683	214.55	38,710.54	1.36%
EQCARGA	Cargador Frontal	HR	108.930249	387.03	42,159.27	1.48%
EQESPAR	Esparcidor autopropulsado	HR	7.488	380.18	2,846.79	0.10%
EQMOTO14H	MOTONIVELADORA CAT. 14H	HR	95.390058	615.94	58,754.55	2.06%
EQNEU	NEUMATICO	HR	18.874024	425.00	8,021.46	0.28%
EQPASF	Planta de Asfalto	HR	100.080086	1,421.39	142,252.83	4.98%
EQPAVI	PAVIMENTADORA	HR	181.50135	411.04	74,604.31	2.61%
EQPETRO	CAMION PETROLIZADORA	HR	55.557727	292.33	16,241.19	0.57%
EQPICK	Camioneta Pick-Up	HR	6.035928	251.43	1,517.61	0.05%
EQPINTA	Pintarraya	HR	8.952	283.56	2,538.43	0.09%
EQPIPA	CAMION PIPA DE 9 M3	HR	67.642295	217.79	14,731.82	0.52%
EQREC	RECUPERADORA RR-250B	HR	67.967095	1,171.99	79,656.76	2.79%
EQREV	REVOLVEDORA P/CONCRETO DE 1 SACO	HR	192.933686	48.26	9,310.98	0.33%
EQTRAN	EQUIPO DE TOPOGRAFIA	HR	260.60	4.00	1,042.40	0.04%
EQTRIT	EQUIPO DE TRITURACION	HR	161.504896	2,018.49	325,996.02	11.42%
EQVAP	VIBROCOMPACTADOR VAP 70	HR	211.036491	254.05	53,613.82	1.88%
Total EQUIPO Y HERRAMIENTA					887,207.34	
BASICOS						
1ER	1ER KILOMETRO	M3	8,863.75	4.00	35,455.00	1.24%
KMSUBS	KILOMETRO SUBSECUENTE	M3-KM	47,183.10	2.00	94,366.20	3.31%
Total BASICOS					129,821.20	

TOTALES DE INSUMOS

	Importe	%
Materiales	1,646,638.94	57.68%
Mano de obra	191,055.76	06.69%
Equipo	887,207.34	31.08%
BASICOS	129,821.20	04.55%
Total	2,854,723.24	100.00%

Por último se presentará la programación de la obra, el tiempo que se tardará en realizar los trabajos correspondientes a la obra en cuestión.



UNIVERSIDAD DON VASCO

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
 Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGOMEZ
 Título: ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO:
 ZICURÁN – CHURUMUCO DEL KM. 4+2+300 A KM. 4+6+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.
 Lugar: CHURUMUCO, MICHOACÁN

PROGRAMA QUINCENAL DE LA EJECUCION GENERAL DE LOS TRABAJOS (POR CONCEPTO) DEL 29 DE MAYO AL 30 DE SEPTIEMBRE DEL 2007.

Código	Descripción	Unidad	Inicio	Fin	15-May-2007	1-Jun-2007	16-Jun-2007	1-Jul-2007	16-Jul-2007	1-Ago-2007	16-Ago-2007	1-Sep-2007	16-Sep-2007	Total
TERRACERIAS														
E.P.03	RECICLAJE, CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBBASE HIDRAULICA COMPACTADA AL 85%	Y M3	29-May-07	29-Jun-07	9.38%	46.88%	43.74%							100.00%
					\$21,484.65	\$107,277.47	\$100,092.08							\$228,834.20
E.P.04	RECOMPACTACION DE SUPERFICIE DESCUBIERTA DEL PAVIMENTO EXISTENTE EN UN ESPESOR DE 15cm.	LA M3	31-May-07	06-Jul-07	2.70%	40.54%	16.22%							100.00%
					\$577.76	\$9,675.01	\$3,470.86							\$21,398.64
PAVIMENTOS														
E.P.07	SUB-BASE Y BASES MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTACION AL 100% DE BASE HIDRAULICA	M3	09-Jul-07	17-Ago-07	17.50%	40.00%	5.00%							100.00%
					\$160,510.13	\$386,880.29	\$343,950.27							\$917,200.72
E.P.08	CARPETA ASFALTICA CON MEZCLA EN CALIENTE	M3	30-Jul-07	14-Sep-07	4.26%	31.91%	34.04%							100.00%
					\$59,512.29	\$445,783.36	\$475,539.51							\$1,397,002.08
E.P.09	RIEGO DE SELLO UTILIZANDO MATERIAL PETREO	M2	17-Sep-07	22-Sep-07										100.00%
														\$427,680.00
047-Y.05	ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE DIVERSOS	M3	10-Sep-07	30-Sep-07										100.00%
	RECUBRIMIENTO DE CUNETAS P.LIQUID.													\$413,038.32
E.P.11.a-5)09	OBRAS Y DISPOSITIVOS DIVERSOS	PZA	03-Sep-07	30-Sep-07										100.00%
	INDICADORES DE ALINEAMIENTO, FANTASMAS													\$26,576.55
E.P.12.b)	VIALETAS REFLEJANTE, INCLUYE PEGAMENTO Y COLOCACION DE DOS CARAS	PZA	24-Sep-07	30-Sep-07										100.00%
														\$32,640.00
E.P.13	PINTURA BLANCA PARA MARCAS EN PAVIMENTO.	M	24-Sep-07	30-Sep-07										100.00%
														\$47,120.00
E.P.14	PINTURA AMARILLA PARA MARCAS EN PAVIMENTO.	M	24-Sep-07	30-Sep-07										100.00%
														\$23,560.00
TOTAL DEL PRESUPUESTO ACUMULADO					\$22,942.41	\$115,952.48	\$106,767.09	\$163,980.99	\$426,392.58	\$789,733.63	\$521,399.54	\$546,511.46	\$840,270.33	
PORCENTAJE PERIODO					0.62%	3.28%	3.08%	4.64%	12.06%	22.34%	14.75%	15.46%	23.77%	
PORCENTAJE ACUMULADO					0.62%	3.90%	6.98%	11.62%	23.68%	46.02%	60.77%	76.23%	100.00%	

UNIVERSIDAD DON VASCO



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Elaboro : ARMANDO CHAPA VILLAGÓMEZ

Título: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN PARA EL PAVIMENTO DEL TRAMO:
ZICURÁN – CHURUMUCO DEL KM. 42+300 A KM. 46+300, EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

Lugar: CHURUMUCO MICHOACÁN

PROGRAMA QUINCENAL DE LA EJECUCION GENERAL DE LOS TRABAJOS (POR CONCEPTO) DEL 29 DE MAYO AL 30 DE SEPTIEMBRE DEL 2007.

Código	Descripción	Unidad	Inicio	Fin	15-May-2007	16-May-2007	1-Jun-2007	1-Jun-2007	16-Jun-2007	1-Jul-2007	16-Jul-2007	1-Ago-2007	16-Ago-2007	1-Sep-2007	16-Sep-2007	Total
ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE																
TRABAJOS DIVERSOS																
047-Y.05	RECUBRIMIENTO DE CUNETAS P.U.O.T.	M3	10-Sep-07	30-Sep-07										28.57%	71.43%	100.00%
														\$ 118,005.05	\$295,033.27	\$413,038.32
OBRAS Y DISPOSITIVOS DIVERSOS																
E.P.1.e.5)89	INDICADORES DE ALINEAMIENTO, FANTASMAS	PZA	03-Sep-07	30-Sep-07										46.43%	53.57%	100.00%
														\$12,339.49	\$14,237.06	\$26,576.55
VIALETAS REFLEJANTE, INCLUYE PEGAMIENTO Y COLOCACION																
E.P.12 b)	DE DOS CARAS	PZA	24-Sep-07	30-Sep-07										100.00%	100.00%	100.00%
														\$32,640.00	\$32,640.00	\$32,640.00
PINTURA BLANCA PARA MARCAS EN PAVIMENTO.																
E.P.13		M	24-Sep-07	30-Sep-07										100.00%	100.00%	100.00%
														\$47,120.00	\$47,120.00	\$47,120.00
PINTURA AMARILLA PARA MARCAS EN PAVIMENTO.																
E.P.14		M	24-Sep-07	30-Sep-07										100.00%	100.00%	100.00%
														\$23,560.00	\$23,560.00	\$23,560.00

TOTAL DEL PRESUPUESTO ACUMULADO	\$22,042.41	\$115,952.48	\$108,767.09	\$163,980.99	\$426,392.58	\$789,733.63	\$521,399.54	\$546,511.46	\$840,270.33
PORCENTAJE PERIODO ACUMULADO	\$22,042.41	\$137,994.89	\$246,761.98	\$410,742.97	\$837,135.55	\$1,626,869.18	\$2,148,266.72	\$2,694,780.18	\$3,535,050.51
PORCENTAJE ACUMULADO	0.62%	3.28%	3.08%	4.64%	12.06%	22.34%	14.75%	15.46%	23.77%
	0.62%	3.90%	6.98%	11.62%	23.68%	46.02%	60.77%	76.23%	100.00%

5.7. Comparativa del Procedimiento de Construcción.

Luego de haber realizado el procedimiento constructivo del tramo Zicuirán – Churumuco se observa que, de acuerdo al proyecto original se tenía contemplado un proceso algo diferente al real; se pretendía realizar un reciclado de la base y carpeta existente de 13cm de espesor (10cm de la base y 3cm de la carpeta) ya que al hacer un análisis a futuro de ésta carretera era muy poco el espesor de recuperación, razones por las cuales se optó por realizar una recuperación de 15cm (12cm de la base y 3cm de la carpeta existente) adicionándole material del banco Coapa para obtener una subbase hidráulica de 20cm de espesor, así mismo la base hidráulica se tenía proyectada de 15cm de espesor y por cuestiones del laboratorio y análisis de este tramo, se construyó una base de 20cm de espesor, de acuerdo a la norma N-CTR-CAR-1-04-002/00. Por tal motivo fue necesario reforzar la estructura de la subbase y la base hidráulica, debido a que Churumuco se distingue por su actividad económica de pesca, agricultura y ganadería, de acuerdo con la rehabilitación del tramo citado y su continuación se tendrá una gran influencia de vehículos tanto de carga pesada como de transporte de personal, teniendo estas rutas de Huetamo – Churumuco – Apatzingan, ya que estos tramos carreteros han estado en rehabilitación constante, aún más con la ampliación a 4 carriles del tramo 4camino – Apatzingan, por lo que habrá un intenso tráfico pesado que transitará por ésta vía tan importante y se pretende evitar las probables deformaciones en la estructura.

En el concepto del reciclado del pavimento, se pretendía realizar el reciclado con una maquina recicladora, pero se analizo con el laboratorio y se opto por realizar este trabajo por medio de la motoconformadora, haciendo el escarificado y mezclándolo con el material de banco, cumpliendo con todos los requisitos de

calidad que marca la norma N-CSV-CAR-4-02-001/03 de la SCT, llevando a cabo un buen proceso de la subbase y teniendo un costo menor al proyectado.

La carpeta asfáltica y el sello premezclado se realizaron de acuerdo a las normas de la SCT, cumpliendo con todos los requisitos de calidad, siendo que el costo de estos conceptos se mejoro por lo que la elaboración se realizo en el banco cerrito colorado, por lo que en este lugar se cuenta con todo el equipo de elaboración de la mezcla en caliente y el sistema de trituración avalados por servicios técnicos del centro SCT Michoacán. Los demás conceptos se realizaron de acuerdo al proyecto original cumpliendo con todos los requisitos solicitados por la SCT, por lo que este trabajo fue realizado con un presupuesto accesible y más económico al de proyecto, siendo lo más importante que se construyó con una garantía de buena calidad, como se muestran algunas de las pruebas en los anexos.

CONCLUSIONES

No se puede decir que se está satisfecho con lo que se ha logrado hasta ahora, falta todavía mucho por hacer, pero se puede decir en cambio, que los trabajos se han desempeñado siempre con la idea de fortalecer en nuestro país obras con procedimientos adecuados y de buena calidad. A pesar de los cambios económicos y políticos, el interés y la preocupación por rehabilitar caminos tan importantes, siendo una de las razones por las que se optó por realizar este trabajo.

Respecto a la construcción y rehabilitación de superficies de rodamiento en pavimentos flexibles: la generación de empleos y, debido a que con la construcción de la carpeta asfáltica como superficie de rodamiento mejora la operación de la carretera, la comunicación entre poblaciones, centros de desarrollo y sitios de interés, lo que se evalúa como significativo y es el principal objetivo de un proyecto carretero.

Los pavimentos con el transcurso del tiempo, sufren una serie de fallas y deterioros que al manifestarse en la superficie de rodamiento disminuyen su capacidad para proporcionar un tránsito cómodo y expedito al usuario. Estas fallas y deterioros se producen por:

- Repetición continúa de cargas.
- Condiciones propias de la estructura del pavimento.
- Acción de los agentes climáticos.

En la actualidad en el estado de Michoacán, se han venido inversiones necesarias para la reconstrucción de caminos de gran necesidad, como es el caso de este tramo de Zicuirán – Churumuco, siendo de gran importancia por su actividad económica, éstas inversiones se incluyen por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, siendo un enlace carretero de gran importancia y un beneficio para el usuario de este poblado, este camino es considerado como uno de los elementos de mayor relevancia, ya que a través de él es posible la comunicación permanente entre los centros de población con los polos regionales de desarrollo, centros de consumo y de producción en el medio rural, el acceso de amplios grupos de población campesina a servicios básicos de salud y educación, así como a mayores oportunidades de empleo y desarrollo general.

Al termino de los trabajos de este camino se llega a la conclusión, de que si se cumplió el objetivo general, por lo que el procedimiento de construcción del pavimento se realizo 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, además se concluye que el presupuesto es razonable, teniendo un buen análisis de la maquinaria, materiales y de la mano de obra, mejorando el costo de la obra con lo proyectado, siendo una de las razones principales de tener un banco de material de buena calidad de los materiales utilizados en el tramo, también se tiene una buena programación mensual de la obra, cumpliendo con el tiempo necesario para la ejecución de los trabajos.

De acuerdo a la pregunta de investigación, ¿cual es el procedimiento que se debe seguir aprovechando el pavimento existente?; Dentro del procedimiento de

construcción, se lleva a cabo los pasos a seguir para la elaboración de la subbase hidráulica, siendo un concepto principal dentro de este análisis, se escarifica el pavimento existente en un espesor de 15cm, adicionándole material de banco de buena calidad, logrando así mismo un espesor de 20cm, la siguiente capa es la base hidráulica hecha de materiales triturados y de río; la carpeta asfáltica en caliente y el sello premezclado se elaboran en el banco de material cerrito colorado, ya que en esta zona se cuenta con materiales triturados y la planta de concreto asfáltico, y así mismo tener una estructura suficientemente reforzada y de buena calidad, y de acuerdo a esto evitar posibles fallas en la superficie de rodamiento.

Dentro del transcurso de la obra se lleva a cabo un buen control de calidad, teniendo en la obra un laboratorio de planta, llevando a cabo un buen análisis tanto del material empleado como la compactación de las capas de la estructura, teniendo una gran ventaja llevando este análisis del pavimento, por lo que es necesario hacerle pruebas de laboratorio a las capas de la subbase, base hidráulica, carpeta asfáltica y el riego de sello, para así mismo garantizar el buen funcionamiento del camino y darle una buena seguridad al usuario que transita por esta vía tan importante, cumpliendo con todos los requisitos y normas de calidad para la construcción de caminos en esta zona.

Otra de las situaciones importantes en este camino, es el buen manejo de la topografía, ya que con esta misma se llevo a cabo un buen procedimiento del mismo, llegando a resultados adecuados del alineamiento, perfil, secciones transversales, por lo que se cumple con todas las características confiables para esta carretera.

Por último se puede dar a conocer, que la reconstrucción de este camino se llevo a cabo con un buen procedimiento de construcción, un buen control de calidad, un proceso topográfico de calidad y un buen análisis del presupuesto, cumpliendo así mismo con todos los requisitos solicitados por en centro SCT, de Michoacán y dejando en buen funcionamiento el tramo en cuestión del camino Zicuirán – Churumuco, beneficiando a todo el poblado de esta región y sus alrededores, brindándoles una buena seguridad, al transitar por esta vía de comunicación tan importante.

BIBLIOGRAFIA

Alfonso Mier S. José (1987)

Introducción a la Ingeniería de Caminos.

UMSNH.

Arias Rivera G. Carlos (1984)

Cuaderno de Comportamiento de Suelos.

Fac. Ingeniería UNAM.

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)

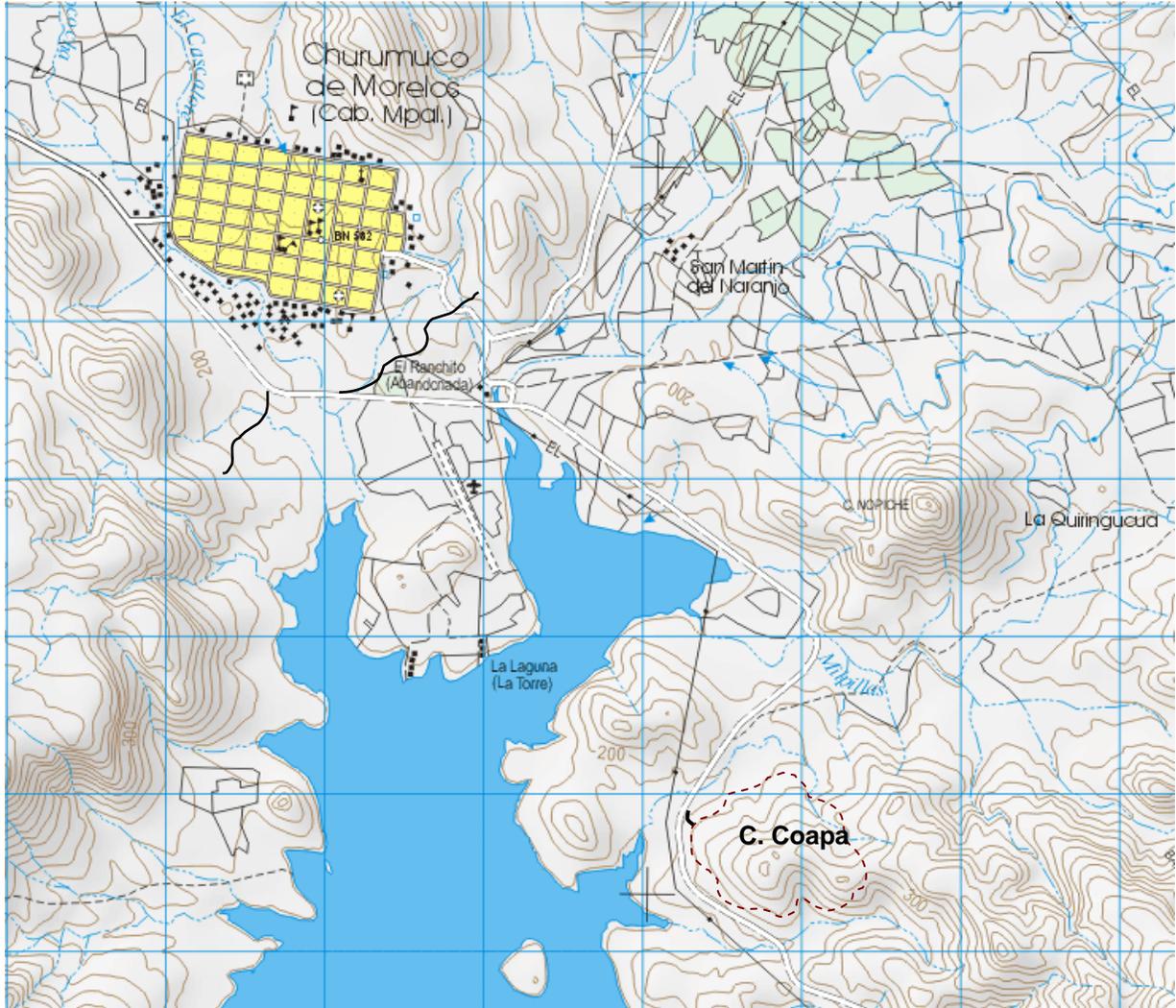
http://www.oeidrus-portal.gob.mx/oeidrus_mic/seidrus/publicaciones/Rasgos/Estado%20de%20Michoacan.pdf

Programa Satelital Google Heart

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

ANEXOS

UBICACIÓN DE BANCOS DE MATERIAL



ANEXO 1

Km. 127+300 (Desv. der. 100m)
URUAPAN-NVA. ITALIA



ANEXO 2

PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD



Laboratorio y Servicios para Construcción



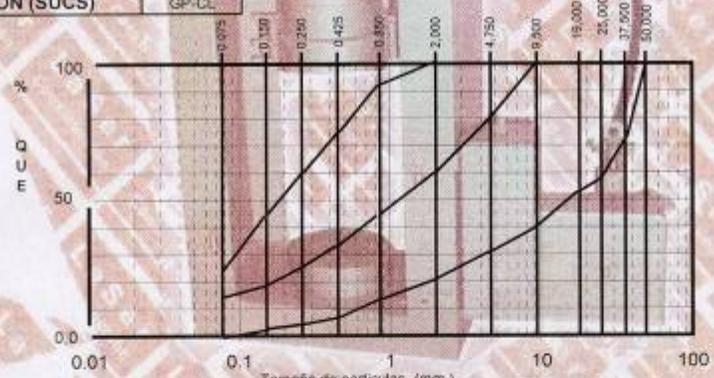
INFORME DE MATERIAL PARA SUB-BASE HIDRAULICA:

EXPEDIENTE: CC/FHG-Chur/07

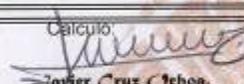
OBRA:	Reconstrucción del camino A Caminos - Churumuco	ENSAYE No.:	165
LOCALIZACION:	Tramo: del Km. 42+300-46+300	FECHA DE RECIBO:	06/Jun./07
		FECHA DE INFORME:	13/Jun./07
PROCEDENTE DE:	Almacén ("Camellón") del Km. 42+530		
PARA UTILIZARSE EN:	Capa de sub-base (Material "resistente"): base del anterior pavimento que cubra con la carpeta que está, adicionándole material de base.		

P.V.S.S. (Kg/m ³)	1864	MATERIAL RET. EN 4.75 mm.	MATERIAL QUE PASA 4.75 mm.
P.V.S. MAXIMO (Kg/M ³)	2106	MALLA (mm) % QUE PASA:	MALLA (mm) % QUE PASA:
HUMEDAD OPTIMA (%)	84	50.00	100
V.R.S. ESTANDAR (%)	541	37.50	100
EXPANSION (%)	0.8	25.00	92
EQUIVALENTE DE ARENA (%)	60.5	19.00	85
ABSORCION (%)	6.4	9.50	62
DENSIDAD	2.33		0.250
LIMITE LIQUIDO (%)	31.2		0.150
LIMITE PLASTICO (%)	20.6		0.075
INDICE PLASTICO (%)	10.6		
CONTRACCION LINEAL (%)	3.9		
CLASIFICACION (SUCS)	GP-CL		

DESPERDICIO (Malla de 2") = 0.0



OBSERVACIONES: El material analizado reúne los requisitos granulométricos especificados.

Calculo:  Javier Cruz Ochoa LABORATORISTA	Revisó:  J. Alfredo Zapán Baez JEFE DE LABORATORIO	Vo. Bo.  Ing. J. L. Leonel Valladares G. ASESOR TECNICO
--	---	---

FORMATO No. Laser / 00-RBB

LABORATORIO Y SERVICIOS PARA CONSTRUCCION

Calle Tziri No. 35 Fracc. Santa Bárbara
 Uruapan, Mich. Tel. 52 8 84 91
 Cels. 044 (452) 11 38 829 y 044 (452) 10 11 582
 e-mail: laser_laboratorio@yahoo.com.mx

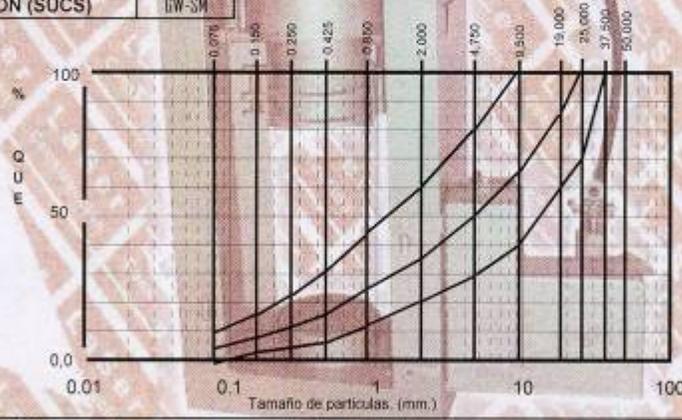


INFORME DE MATERIAL PARA BASE HIDRAULICA:

EXPEDIENTE: CCI-FHG-Chum07

OBRA:	Reconstrucción de Carretera.	ENSAYE No.:	2
LOCALIZACION:	Tramo: Zicuiran-Churumuco.	FECHA DE RECIBO:	10/Jul./07
		FECHA DE INFORME:	17/Jul./07
PROCEDENTE DE:	Tomada del "camellón" formado en el Km. 42+900.		
USO QUE SE LE PRETENDE DAR:	Construcción de Base hidráulica.		

P.V.S.S. (Kg/m ³)	1863	MATERIAL RET. EN 4.75 mm		MATERIAL QUE PASA 4.75 mm	
P.V.S.MAXIMO (Kg/M ³)	2235	MALLA (mm)	% QUE PASA:	MALLA (mm)	% QUE PASA:
HUMEDAD OPTIMA (%)	7.9	50.00	95.8	4.75	40.3
V.R.S. ESTANDAR (%)	100	37.50	87.6	2.000	28.1
EXPANSION (%)	0.3	25.00	79.3	0.850	20.9
EQUIVALENTE DE ARENA (%)	50	19.00	72.7	0.425	11.1
ABSORCION (%)	2.1	9.50	50	0.250	7.6
DENSIDAD	2.5			0.150	5
LIMITE LIQUIDO (%)	23.6			0.075	3.7
LIMITE PLASTICO (%)	N.P.	DESPERDICIO: (Malla de 1 1/2") 12.4%			
INDICE PLASTICO (%)	N.P.				
CONTRACCION LINEAL (%)	0.00				
CLASIFICACION (SUCS)	GW-SM				



OBSERVACIONES:
cumple con lo especificado

Calculo:	Revisa:	Vo.Bo.
Javier Cruz Ochoa. LABORATORISTA	J. Alfredo Sapio Saenzas. JEFE DE LABORATORIO	Ing. J. Manuel Villalobos G. ASESOR TECNICO

FORMATO No.: Lser / 24-PBH

LABORATORIO Y SERVICIOS PARA CONSTRUCCION

Calle Tziri No. 35 Fracc. Santa Bárbara
Uruapan, Mich. Tel. 52 8 84 91
Cels. 044 (452) 11 38 829 y 044 (452) 10 11 582
e-mail: laser_laboratorio@yahoo.com.mx



Laboratorio y Servicios para Construcción



INFORME DE COMPACTACION DE TERRACERIAS:

EXPEDIENTE : CC/FHG-Chur/07

OBRA: Reconstrucción del camino: 4 CAMINOS - CHURUMUCO	ENSAYES No.: 1
LOCALIZACION: Tramo del Km. 42+300-46+300: ZICUIRAN- CHURUMUCO:	FECHA DE RECIBO: 06/Jun./07
	FECHA DE INFORME: 08/Jun./07

PRUEBAS EN: Capa descubierta (Sub-base), del Km. 42+560-45+150.

COMPACTACION RECOMPACTACION

ENS. No.	ESTACION	LADO	CAPA No.	PROFUNDIDAD DE SONDEO (cms.)	ESPESOR CAPA REPORTADA (cms.)	HUMEDADES %		PESO VOLUMETRICO SECO Kg/M3		% DE COMPACTACION
						OPTIMA	DEL LUGAR	MAXIMO	DEL LUGAR	
117	42+560	Der.	Unica	15.0	15.0	11.3	7.6	2036	1964	96.5
118	42+910	Izq.	Unica	15.0	15.0	11.3	6.9	2036	1994	97.9
119	43+320	Centro.	Unica	15.0	15.0	11.3	6.4	2036	1996	98.0
120	43+450	Der.	Unica	15.0	15.0	10.4	7.14,9	2069	2003	96.8
121	43+840	Izq.	Unica	15.5	15.5	10.4	5.6	2069	2016	97.4
122	44+110	Centro.	Unica	15.0	15.0	10.4	6.6	2069	2019	97.6
123	44+260	Der.	Unica	15.5	15.5	10.4	6.3	2069	2029	98.1
124	44+610	Izq.	Unica	16.0	16.0	10.4	6.8	2069	2013	97.3
125	44+850	Centro.	Unica	15.0	15.0	11.3	7.1	2036	1997	98.1
126	45+150	Der.	Unica	15.0	15.0	11.3	7.2	2036	1946	95.6

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Los porcentajes de compactación obtenidos son satisfactorios.

Calculó:	Revisó:	Vo. Bo.
Javier Cruz Ochoa. LABORATORISTA	Tec. J. Alfredo Zapien Barajas. JEFE DE LABORATORIO	Ing. J. Leonel Valladares G. ASESOR TECNICO

FORMATO No. Laser / 17-01

LABORATORIO Y SERVICIOS PARA CONSTRUCCION

Calle Tziri No. 35 Fracc. Santa Bárbara
 Uruapan, Mich. Tel. 52 8 84 91
 Cels. 044 (452) 11 38 829 y 044 (452) 10 11 582
 e-mail: laser_laboratorio@yahoo.com.mx



INFORME DE COMPACTACION DE BASE HIDRAULICA:

EXPEDIENTE No.: CC/FGH-Chur/07

OBRA: Reconstrucción del camino: 4 CAMINOS - CHURUMUCO ENSAYE No.: 116
 LOCALIZACION: Tramo del Km. 42+300-46+300; ZICUIRAN- CHURUMUCO FECHA DE RECIBO: 12/Jul./07
 FECHA DE INFORME: 14/Jul./07

PRUEBAS EN: Base hidráulica del Km. 42+380-42+880
 COMPACTACION RECOMPACTACION

PRUEBA No.	ESTACION	LADO	CAPA No.	PROFUNDIDAD DE SONDEO (cms)	ESPESOR CAPA REPORTADA (cms)	HUMEDADES %		PESO VOLUMETRICO SECO Kg/M3		% DE COMPACTACION
						OPTIMA	DEL LUGAR	MAXIMO	DEL LUGAR	
403	42+380	Der.	Base	21.0	21.0	7.4	5.4	2288	2291	100.1
404	42+430	Centro.	Base	20.0	20.0	7.2	6.6	2296	2299	100.1
405	42+480	Izq.	Base	21.0	21.0	7.2	6.2	2296	2309	100.6
406	42+530	Der.	Base	20.5	20.5	7.2	5.9	2296	2321	101.1
407	42+580	Centro.	Base	20.0	20.0	7.2	6.5	2296	2301	100.2
408	42+630	Izq.	Base	20.0	20.0	7.4	6.6	2288	2296	100.3
409	42+680	Der.	Base	21.0	21.0	7.4	6.8	2288	2288	100.0
410	42+730	Centro.	Base	21.0	21.0	7.4	7.1	2288	2283	99.8
411	42+780	Izq.	Base	20.5	20.5	7.2	6.4	2296	2299	100.1
412	42+830	Der.	Base	20.5	20.5	7.4	6.4	2288	2306	100.8
413	42+880	Centro.	Base	21.0	21.0	7.4	7.2	2288	2313	101.1

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:
 Los porcentajes de compactación obtenidos son del 99,8 al 101,1 % de su P.V.S.MAX.; se consideran satisfactorios. Además los espesores cuentan con el mínimo indicado en el proyecto.

Calculó: Javier Cruz Ochoa. LABORATORISTA	Revisó: Tec. J. Alfredo Zapata Borajas. JEFE DE LABORATORIO	Vo. Bo. Ing. J. Gabriel Valladares C. ASESOR TECNICO.
---	---	---

LABORATORIO Y SERVICIOS PARA CONSTRUCCION
 FORMADO EN LASER S.C.P.

Calle Tziri No. 35 Fracc. Santa Bárbara
 Uruapan, Mich. Tel. 52 8 84 91
 Cels. 044 (452) 11 38 829 y 044 (452) 10 11 582
 e-mail: laser_laboratorio@yahoo.com.mx



PRUEBAS EN MEZCLA ASFALTICA:

ENS. No.	5
FECHA DE RECIBIDO:	18 de Agosto del 2007
FECHA DE INFORME:	20 de Agosto del 2007
OBRA:	Reconstruccion del Camino 4 CAMINOS-CHURUMUCO
LOCALIZACION:	Tramo del Km. 42+300-46+300; zicuiran-churumuco. (Edo. Mich.)
PROCEDENCIA:	"Planta" ubicado en el banco de cerrito colorado (Nueva Italia, Mich.)

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL PETREO:

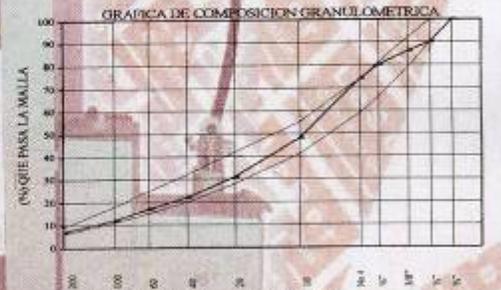
PESO VOL. SECO SUELTO (kg/m ³)	-
DENSIDAD	2.43
ABSORCION (%)	2.62
DESGASTE (%)	22
PARTICULAS ALARGADAS (%)	29
PARTICULAS LAJEADAS (%)	30
CONTRACCION LINEAL (%)	-
INDICE ASFALTICO (kg/m ²)	-
EQUIVALENTE DE ARENA (%)	60

ANALISIS GRANULOMETRICO:

MALLA :	% QUE PASA:	ESPECIFICACIONES (S.C.T.)	
1 1/2" (37.5 mm)	100	PROYECTO	-
1" (25.0 mm)	100		
3/4" (19.0 mm)	100	100	100
1/2" (12.5 mm)	90	90	90 a 100
3/8" (9.5 mm)	86	84	79 a 92
1/4" (6.3 mm)	80	80	65 a 81
No. 4 (4.75 mm)	74.0	74	59 a 74
No. 10 (1.5 mm)	46	52	41 a 55
No. 20 (0.85 mm)	31	32	28 a 42
No. 40 (0.425 mm)	22	22	20 a 32
No. 60 (0.25 mm)	17	17	15 a 25
No. 100 (0.15 mm)	12	12	11 a 18
No. 200 (0.075 mm)	7	6	6 a 9

PRUEBAS EN LA MEZCLA ASFALTICA:

CONT. OPTIMO DE ASFALTO (% En peso)	6.8
PESO VOLUMETRICO SUELTO (Kg/m ³)	1922
CONT. DE ASFALTO EN MEZCLA (%)	5.6
ESTABILIDAD (%)	18
FLUJO (mm.)	-
PESO VOL. DEL "ESPECIMEN" COMPACTO (Kg/m ³)	-
TEMPERATURA AL TOMAR MUESTRA (°C)	117
TENDIDA EN:	Km. 43-570 lado derecho.
CAPA DE:	"carpeta"



PARA VALORES UNICAMENTE DE EL TRANSITO N. 5 16° PARA TAMAÑO NOMINAL DEL MATERIAL PETREO DE 3/4"

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES: Las especificaciones indicadas corresponden a las indicadas en las NORMAS: N-CMT-4-04/03 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.)
 *1.- Para transito que tenga cualquier valor de ejes equivalentes.
 *2.- Para transito igual o menor que un millón de ejes equivalentes.

EL LABORATORISTA: *[Signature]* EL JEFE DE LABORATORIO: *[Signature]* Vo. Bo. *[Signature]*
 ING. CRUZ BOCHA TEC. ALEJANDRO ZARATE ING. J. LEONEL VAZQUEZ C.

FORMATO No. 186/75411

LABORATORIO Y SERVICIOS PARA CONSTRUCCION

Calle Tziri No. 35 Fracc. Santa Bárbara
 Uruapan, Mich. Tel. 52 8 84 91
 Cels. 044 (452) 11 38 829 y 044 (452) 10 11 582
 e-mail: laser_laboratorio@yahoo.com.mx



INFORME DE COMPACTACION DE CAPA ASFALTICA:

EXPEDIENTE No. : CC/FHG-Chur/07

OBRA: Reconstrucción del camino: 4 CAMINOS - CHURUMUCO	ENSAYES No.:	183
LOCALIZACION: Tramo del Km. 42+300-46+300, ZICUIRAN- CHURUMUCO.	FECHA DE RECIBO:	08/Ago./07
	FECHA DE INFORME:	10/Ago./07

PRUEBAS EN: Carpeta compactada del Km. 42+300-43+000

COMPACTACION	<input checked="" type="checkbox"/>	RECOMPACTACION	<input type="checkbox"/>
--------------	-------------------------------------	----------------	--------------------------

PRUEBA No.	ESTACION	LADO	CAPA No.	PROFUNDIDAD DE SONDEO (cms).	ESPESOR DE CAPA REPORTADA (cms)	PESO VOLUMETRICO Kg/M3		% DE COMPACTACION
						MAXIMO	DEL LUGAR	
1	42+310	Izq.	Unica	6.0	6.0	2210.4	2206	99.8
2	42+450	Der.	Unica	5.0	5.0	2210.4	2164	97.9
3	42+600	Centro.	Unica	5.5	5.5	2210.4	2136	96.6
4	42+750	Der.	Unica	6.0	6.0	2210.4	2139	96.8
5	42+950	Centro.	Unica	6.0	6.0	2210.4	2141	96.9

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Los porcentajes de compactación obtenidos son del 95.4 al 98.6 % de su P.V.MAX.; se consideran satisfactorios.

Calculó: Javier Cruz Ochoa. LABORATORISTA	Revisó: Tec. Alfredo Zapien Barajas. JEFE DE LABORATORIO	Vo. Bo. Ing. E. C. Leonel Valladares. ASESOR TECNICO.
---	--	---

LABORATORIO Y SERVICIOS PARA CONSTRUCCION

Calle Tziri No. 35 Fracc. Santa Bárbara
Uruapan, Mich. Tel. 52 8 84 91
Cels. 044 (452) 11 38 829 y 044 (452) 10 11 582
e-mail: laser_laboratorio@yahoo.com.mx



INFORME DE TEMPERATURAS DE MEZCLA ASFALTICA.:

EXPEDIENTE : CC/FHG-Chur/07

OBRA: Reconstruccion del Camino: 4 CAMINOS-CHURUMUCO	ENSAYES No.: 4
LOCALIZACION: Tramo del Km.42+300- 46+300; ZICUIRAN-CHURUMUCO. (Edo. Mich.)	FECHA EN QUE SE TOMARON: 03/Ago./07
	FECHA DE INFORME: 05/Ago./07

TRAMO : Km. 42+500-42+600 Lado Izquierdo.
CAPA PARA: "Carpetas."

CAMION No. (Placas)	HORA:	TEMPERATURA DE LLEGADA: (°c)	TEMPERATURA DE TENDIDO: (°c)	TEMPERATURA DE COMPACTACION: (°c)	OBSERVACIONES:
NH-19286	10:28	126	120	108	De esta mezcla determinamos el contenido de C.A. y granulometria.
NG-87720	10:54	132	122	109	
NG-65740	11:32	128	117	110	

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:
Mezcla asfáltica procedente de la "Planta" ubicada en el banco el cerrito colorado (Nva. Italia)
NOTA: Temperaturas tomadas al "azhar" de la mezcla asfáltica más representativa.

Elaboró: Javier Cruz Ochoa LABORATORISTA	Revisó: Jec. J. Alfredo Zapien Barajas JEFE DE LABORATORIO	Vo. Bo. Ing. Leonel Valladares G. ASESOR TECNICO
---	---	---

FORMATO No.: Laser / 25-01

LABORATORIO Y SERVICIOS PARA CONSTRUCCION

Calle Tziri No. 35 Frecc. Santa Bárbara
Uruapan, Mich. Tel. 52 8 84 91
Cels. 044 (452) 11 38 829 y 044 (452) 10 11 582
e-mail: laser_laboratorio@yahoo.com.mx



PRUEBA DE PERMEABILIDAD EN CAPA ASFALTICA :

EXPEDIENTE No. CC/FHG-Chur/07

PRUEBAS EN:	Capa asfáltica del Km. 42+300-43+000		
FECHA DE RECIBIDO:	06 de Septiembre del 2007	FECHA DE INFORME:	08 de Septiembre del 2007
OBRA:	Reconstrucción del camino: 4 CAMINOS - CHURUMUCO		
LOCALIZACION:	Tramo del Km. 42+300-46+300; ZICUIRAN- CHURUMUCO.		
AT'N.	Sr. Felix Herrera Garnica.	Ensaye No. 182	

No.	Km.	LADO	HORA INICIO	HORA FINAL	VOLUMEN DEL ARO	VOLUMEN INFILTRADO	% PERMEABILIDAD	OBS.
1	42+310	Derecho.	10:02	10:12	1246	0	0	
2	42+400	Centro.	10:31	10:41	1246	10	0.8	
3	42+500	Izquierdo	10:44	10:54	1246	10	0.8	
4	42+600	Derecho	10:52	11:02	1246	0	0	
5	42+700	Centro.	11:21	11:31	1246	0	0	
6	42+800	Izquierdo	12:03	12:13	1246	0	0	
7	42+900	Derecho	13:06	13:16	1246	0	0	
8	42+990	Centro.	13:26	13:36	1246	0	0	

OBSERVACIONES:
Los porcentajes de permeabilidad obtenidos cumplen con lo especificado. (Según NORMAS S.C.T., donde indican que el porcentaje máximo permitido es del 10 %)

Calculó: Javier Cruz Ochoa LABORATORISTA	Revisó: Ing. J. Alfredo Sapien Sarajna JEFE DE LABORATORIO	Va. Bo. Ing. G. L. Gooat Valladares G. ASESOR TECNICO.
--	--	--

LABORATORIO Y SERVICIOS PARA CONSTRUCCION

Calle Tziri No. 35 Fracc. Santa Bárbara
Uruapan, Mich. Tel. 52 8 84 91
Cels. 044 (452) 11 38 829 y 044 (452) 10 11 582
e-mail: laser_laboratorio@yahoo.com.mx



INFORME DE PRUEBAS EN SELLO PREMEZCLADO:

EXPEDIENTE : 02/FHG-Dur/07

OBRA: Reconstrucción del camino: 4 CAMINOS - CHURUMUCO	ENSAYE No.: 1
LOCALIZACION: Tramo del Km. 42+300-46+300. ZICUIRAN- CHURUMUCO.	FECHA DE RECIBO: 09/Sep./07
	FECHA DE INFORME: 16/Sep./07

MUESTRA TOMADA EN: Almacén de la empresa ubicado en el Km. 42+400 Lado derecho, del tramo: Zicuiran-Churumuco.
UTILIZADO EN: Del Km. 42+300 al 43+800 en ambos lados.

GRANULOMETRIA:		
Malla:	% Qe Pasa:	Especificación:
1/2"	100	100
3/8"	96.6	95 % Mínimo
No. 10	2.1	5 % Máximo
No. 40	0	0

% DE CEMENTO ASFALTICO:	1.8
--------------------------------	-----

	RESULTADO	ESPECIFICACION
P.V.S.S	1122 Kg/m ³	
% DENSIDAD	2.45	2.4 % Mínimo
DESGASTE "LOS ANGELES":	33.5	30 % Máximo
% PARTICULAS ALARGADAS:	16.6	35 % Máximo
% PARTICULAS LAJEADAS:	17.2	35 % Máximo
INTEMPERISMO ACELERADO:	6.2	12 % Máximo
DESPRENDIMIENTO POR FRICCION:	10.0	25 % Máximo
CUBRIMIENTO CON ASFALTO (Metodo Ingles)	97	90 % Mínimo

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:
 Cumple con lo especificado por las Normas (S.C.T.) , para sello Tipo 3-A

Calculó: Juan Carlos Calderon B. LABORATORISTA	Revisó: Tec. J. Alfredo Zapien Barajas. JEFE DE LABORATORIO	Vo. Bo. Ing. Sr. Leonel Valladares C. ASESOR TECNICO.
---	--	--

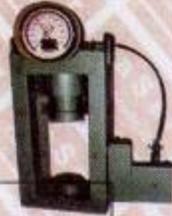
LABORATORIO Y SERVICIOS PARA CONSTRUCCION

Calle Tziri No. 35 Fracc. Santa Bárbara
 Uruapan, Mich. Tel. 52 8 84 91
 Cels. 044 (452) 11 38 829 y 044 (452) 10 11 582
 e-mail: laser_laboratorio@yahoo.com.mx

DISEÑO MARSHALL MEZCLA EN CALIENTE

La Ser
Construcción

**Laboratorio y Servicios
para Construcción**



INFORME DE PRUEBAS DE CONCRETO ASFALTICO

MATERIAL	MATERIAL DE FILLER BANCO CAPIRIO
FECHA DE RECIBIDO:	16 de Junio del 2007
FECHA DE INFORME:	25 de Junio del 2007
OBRA:	Reconstruccion del Camino : 4 CAMINOS - CHURUMUCO
LOCALIZACION:	Tramo del Km. 42+300-46+300; zicuiran-churumuco. (Edo. Mich.)
PROCEDENCIA:	BANCO DE MATERIAL EL CERRITO COLORADO (NUEVA ITALIA MICH.)

VIAJE No. _____	TENEDOR DE MM A km _____
PARTE: _____	FRANJA: _____
DE LA MEZCLA AL SALIR DE PLANTA _____	(%) EN EL TENEDOR _____
	(%) AL INICIAR LA COMPACTACION _____



CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA		DEL PROYECTO	CARACTERÍSTICAS DEL ESPÉCIMEN	ESPECIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO
CONTENIDO DE ASFALTO (%)			P. F. (kg/m ³)	700 min	TIPO:
MARCA			ESTABILIDAD (kg)		PENETRACIÓN (grados):
TIPO			FLUJO (mm)	2-4	VISCOSIDAD (seg.):
CANTIDAD (%)			VACIOS (%)	3-5	TEMP. RECOM.(°C):
			V. A. M. (%)	14 min	TEMP. DE APLIC. (°C):

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES: Las especificaciones indicadas corresponden a las El material pétreo analizado presenta valores ACEPTABLES. para emplearlo en la elaboración de concreto asfáltico, en proporción adecuada, según el diseño de mezcla.

EL LABORATORISTA: JAVIER PÉREZ DEHNA	EL JEFE DE LABORATORIO: JES. J. ALBERTO ZAPATA	Vo. Bo. ING. J. L. LEONEL VALENZUELA
--	--	--

LABORATORIO Y SERVICIOS PARA CONSTRUCCION FORMATO No. LaSer/35 MA

Calle Tziri No. 35 Fracc. Santa Bárbara
Uruapan, Mich. Tel. 52 8 84 91
Cels. 044 (452) 11 38 829 y 044 (452) 10 11 582
e-mail: laser_laboratorio@yahoo.com.mx



INFORME DE PRUEBAS DE CONCRETO ASFALTICO

MATERIAL: ARENA TRITURADA

FECHA DE RECIBIDO: 16 de Junio del 2007 **FECHA DE INFORME:** 25 de Junio del 2007

OBRA: Reconstruccion del Camino : 4 CAMINOS - CHURUMUCO

LOCALIZACION: Tramo del Km. 42+300-46+300; zicuiran-churumuco. (Edo. Mich.)

PROCEDENCIA: BANCO DE MATERIAL EL CERRITO COLORADO (NUEVA ITALIA MICH.)

VIAJE No. _____ TENDIDO DE las _____ A km _____

ARRIL _____ FRANJA _____

OP. DE LA MEZCLA AL SALIR DE PLANTA: _____ (°C) EN EL TENDIDO _____ (°C) AL INICIAR LA COMPACTACION _____



CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA	DEL PROYECTO	CARACTERÍSTICAS DEL ESPÉCIMEN	ESPECIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO
CONTENIDO DE ASFALTO (%)		P. E. (kg/m³)		TIPO:
MARCA		ESTABILIDAD (kg)	700 mín	PENETRACION (grados):
TIPO		FLUJO (mm)	2-4	VISCOSIDAD (seg):
CANTIDAD (%)		VACIOS (%)	3-5	TEMP. RECOM.(°C):
		V. A. M. (%)	14 mín	TEMP. DE APLIC. (°C):

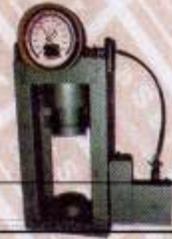
OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES:
 El material pétreo analizado presenta valores **ACEPTABLES**, para emplearlo en la elaboración de concreto asfáltico, en proporción adecuada, según el diseño de mezcla.

EL LABORATORISTA: *Javier* **EL JEFE DE LABORATORIO:** *Alfredo Zapien S.* **Vo. Bo.** *Javier*

JAVIER PEREZ OCHOA TCC J. ALFREDO ZAPIEN S. ING. J. L. LEONEL VALLADARES G.

LABORATORIO Y SERVICIOS PARA CONSTRUCCION

Calle Tziri No. 35 Fracc. Santa Bárbara
 Uruapan, Mich. Tel. 52 8 84 91
 Cels. 044 (452) 11 38 829 y 044 (452) 10 11 582
 e-mail: laser_laboratorio@yahoo.com.mx



INFORME DE PRUEBAS DE CONCRETO ASFALTICO

MATERIAL: ARENA VOLCANICA

FECHA DE RECIBIDO: 16 de Junio del 2007 **FECHA DE INFORME:** 25 de Junio del 2007

OBRA: Reconstruccion del Camino : 4 CAMINOS - CHURUMUCO

LOCALIZACION: Tramo del Km. 42+300-46+300: zicuiran-churumuco. (Edo. Mich.)

PROCEDECENCIA: BANCO DE MATERIAL EL CERRITO COLORADO (NUEVA ITALIA MICH.)

VIAJE No: _____ TENDIDO DE km: _____ A km: _____

PARTE: _____ FRANJA: _____

EP. DE LA MEZCLA AL SALIR DE PLANTA: _____ (°C) EN EL TENDIDO: _____ (°C) AL INICIAR LA COMPACTACION: _____



CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA	DEL PROYECTO	CARACTERISTICAS DEL ESPECIMEN	ESPECIFICACION	CARACTERISTICAS DEL ASFALTO
CONTENIDO DE ASFALTO (%)		P. E. (kg/m ³)		TIPO:
MARCA		ESTABILIDAD (kg)	700 min	PENETRACION (grados):
TIPO		FLUJO (mm)	2-4	VISCOSIDAD (seg.):
CANTIDAD (%)		VACIOS (%)	3-5	TEMP. RECOML(°C):
		V. A. M. (%)	14 min	TEMP. DE APLIC. (°C):

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES:
El material pétreo analizado presenta valores ACEPTABLES, para emplearlo en la elaboración de concreto asfáltico, en proporción adecuada, según el diseño de mezcla.

EL LABORATORISTA: *Javier Cruz* **EL JEFE DE LABORATORIO:** *TEC. J. ALFREDO LAPIEN* **Vo. Bo.:** *ING. J. L. LEONEL MALLADARES G.*

JAVIER CRUZ TEC. J. ALFREDO LAPIEN ING. J. L. LEONEL MALLADARES G.

FORMATO No.: LaSer / 35 MA

LABORATORIO Y SERVICIOS PARA CONSTRUCCION

Calle Tziri No. 35 Fracc. Santa Bárbara
Uruapan, Mich. Tel. 52 8 84 91
Cels. 044 (452) 11 38 829 y 044 (452) 10 11 582
e-mail: laser_laboratorio@yahoo.com.mx



INFORME DE PRUEBAS DE CONCRETO ASFALTICO

MATERIAL: GRAVA TRITURADA DE 3/4" A No. 4
FECHA DE RECIBIDO: 16 de Junio del 2007 **FECHA DE INFORME:** 25 de Junio del 2007
OBRA: Reconstrucción del Camino : 4 CAMINOS - CHURUMUCO
LOCALIZACION: Tramo del Km. 42+300-46+300: zicuiran-churumuco, (Edo. Mich.)
PROCEDENCIA: BANCO DE MATERIAL EL CERRITO COLORADO (NUEVA ITALIA MICH.)

VIAJE No. _____ TENDIDO DE km _____ A km _____
 FRANJA _____
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA AL SALIR DE PLANTA: _____ (°C) EN EL TENDIDO: _____ (°C) AL INICIAR LA COMPACTACIÓN: _____

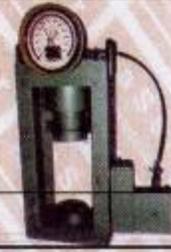


CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA		DEL PROYECTO	CARACTERÍSTICAS DEL ESPÉCIMEN	ESPECIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO
CONTENIDO DE ASFALTO (%)			P. E. (kg/m ³)		TIPO:
MARCA			ESTABILIDAD (kg)	700 min	PENETRACIÓN (grados):
TIPO			FLUJO (mm)	2-4	VISCOSIDAD (seg.):
CANTIDAD (%)			VACIOS (%)	3-5	TEMP. RECOM.(°C):
			V. A. M. (%)	14 min	TEMP. DE APLIC.(°C):

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES:
 El material pétreo analizado presenta valores ACEPTABLES, para emplearlo en la elaboración de concreto asfáltico, en proporción adecuada, según el diseño de mezcla.

EL LABORATORISTA: *[Signature]* **EL JEFE DE LABORATORIO:** *[Signature]* **Vo. Bo.** *[Signature]*
 JAVIER CRUZ OCHOA TDC: J. ALFREDO ZAFIEN B. ING. J.L. LEONEL VALLADARES G.

LABORATORIO Y SERVICIOS PARA CONSTRUCCION



INFORME DE PRUEBAS DE CONCRETO ASFALTICO

MATERIAL: MEZCLA ELABORADA EN EL LABORATORIO. 25% GRAVA DE 3/4" A No. 4 (E6-121).
40% ARENA VOLCANICA (E6-118). 30% ARENA TRITURADA (E6-117) Y 5% FILLER (E6-116)

FECHA DE RECIBIDO: 16 de Junio del 2007 **FECHA DE INFORME:** 25 de Junio del 2007

OBRA: Reconstruccion del Camino : 4 CAMINOS - CHURUMUCO

LOCALIZACION: Tramo del Km. 42+300-46+300; zicuiran-churumuco. (Edo. Mich.)

PROCEDENCIA: BANCO DE MATERIAL EL CERRITO COLORADO (NUEVA ITALIA MICH.)

TEMP. DE LA MEZCLA AL SALIR DE PLANTA: (°C) EN EL TENDIDO: (°C) AL INICIAR LA COMPACTACION



PARA VALORES UNICAMENTE DE EL (TRANSITO) EL $\leq 10^4$
PARA TAMAÑO NOMINAL DEL MATERIAL PETREO DE W^3

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA		DEL PROYECTO	CARACTERISTICAS DEL ESPECIMEN	ESPECIFICACION	CARACTERISTICAS DEL ASFALTO
CONTENIDO DE ASFALTO (%)	6.8		P. E. (kg/m ³)	2210.4	TIPO: AC-20 CON POLIMERO
MARCA			ESTABILIDAD (kg)	906.7	PENETRACION (grados):
TIPO			FLUJO (mm)	3.38	2-4
CANTIDAD (%)			VACIOS (%)	455	3-5
			V. A. M. (%)	18.20	14 min
					TEMP. RECOM (°C):
					TEMP. DE APLIC. (°C):

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES:
La mezcla de materiales pétreos analizada presenta valores ACEPTABLES, para emplearse en la elaboración de concreto asfáltico.

EL LABORATORISTA: *[Signature]*
EL JEFE DE LABORATORIO: *[Signature]* **Vo. Bo.** *[Signature]*
JAVIER ORTEGA OCHOA TDC J. ALFREDO ZAPIEN B. ING. J. L. LEONEL MALLADARES-G.

LABORATORIO Y SERVICIOS PARA CONSTRUCCION

Calle Tziri No. 35 Fracc. Santa Bárbara
Uruapan, Mich. Tel. 52 8 84 91
Cels. 044 (452) 11 38 829 y 044 (452) 10 11 582
e-mail: laser_laboratorio@yahoo.com.mx



INFORME DE PRUEBAS EN CEMENTOS ASFALTICOS

PRUEBAS EN:		CEMENTO ASFALTICO AC-20		EXPEDIENTE CC/FHG-Chur/06
FECHA DE RECIBIDO:		16 de Junio del 2007		FECHA DE INFORME:
OBRA:		Reconstrucción del camino: 4 CAMINOS - CHURUMUCO		
LOCALIZACION:		Tramo del Km. 42+300-46+300; ZICUIRAN- CHURUMUCO.		
PRUEBA DE ANALISIS	UNIDADES	ESPECIFICACION	RESULTADO	
VISCOSIDAD A 60°C	Poises	1600/2400	2264	
VISCOSIDAD A 135°C	Centistoke	300 min.	432	
TEMPERATURA DE INFLAMACION	oC	232 min.	326	
PENETRACION A 25°C	1/10mm	60 min.	63	
SOLUBILIDAD	%	99 min.	99.97	
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO	oC	48-56	51	
DUCTILIDAD A 25°C	cm	50 min.	90	
OBSERVACIONES: El cemento asfáltico presenta valores aceptables.				
EL LABORATORISTA:	EL JEFE DE LABORATORIO:	Vo. Bo.		
<i>Javier Cruz</i> JAVIER CRUZ COHOA	<i>Alfredo Zabeñk</i> TEC. ALFREDO ZABENK	<i>Juan Carlos</i> ING. J. L. LEON VALLADARES		

LABORATORIO Y SERVICIOS PARA CONSTRUCCION

Calle Tziri No. 35 Fracc. Santa Bárbara
Uruapan, Mich. Tel. 52 8 84 91
Cels. 044 (452) 11 38 829 y 044 (452) 10 11 582
e-mail: laser_laboratorio@yahoo.com.mx



PRUEBAS DE DESPRENDIMIENTO POR FRICCIÓN

FECHA DE RECIBIDO: 16 de Junio del 2007 **FECHA DE INFORME:** 25 de Junio del 2007

OBRA: Reconstrucción del Camino : 4 CAMINOS - CHURUMUCO

LOCALIZACION: Tramo del Km. 42+300-46+300; zicuiran-churumuco. (Edo. Mich.)

PROCEDENCIA: BANCO DE MATERIAL EL GERRITO COLORADO (NUEVA ITALIA MICH.)

RANGO DE TAMAÑO S DE PARTÍCULAS	DESPRENDIMIENTO POR FRICCIÓN	ESPECIFICACIONES
A).- MATERIALES PÉTREOS DE 1/2" A 1/4"		
MUESTRA 1	12	
MUESTRA 2	14	
MUESTRA 3	8	
PROMEDIO	11,3	25 MAX.
B).- MATERIALES PÉTREOS DE 1/4" A FINOS		
MUESTRA 1	5	
MUESTRA 2	5	
MUESTRA 3	4	
PROMEDIO	4,7	25 MAX.

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES:

La muestra analizada presenta una afinidad BUENA y la pérdida de estabilidad por inmersión de agua es ACEPTABLE, según por lo especificado por las normas SCT.

EL LABORATORISTA:

EL JEFE DE LABORATORIO:

Vo. Bo.

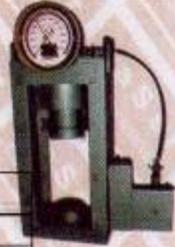
Javier Cruz Dchoa
JAVIER CRUZ DCHOA

Tec. J. Alejandro Zapata
TEC. J. ALEJANDRO ZAPATA

Ing. J. L. Leonel Valladares
ING. J. L. LEONEL VALLADARES

LABORATORIO Y SERVICIOS PARA CONSTRUCCION

Calle Tziri No. 35 Fracc. Santa Bárbara
Uruapan, Mich. Tel. 52 8 84 91
Cels. 044 (452) 11 38 829 y 044 (452) 10 11 582
e-mail: laser_laboratorio@yahoo.com.mx



DISEÑO MARSHALL

OBJETO DEL ENSAYE: DISEÑO MARSHALL, PARA DETERMINAR EL CONTENIDO ÓPTIMO DE C.A.

FECHA DE RECIBIDO: 16 de Junio del 2007 **FECHA DE INFORME:** 26 de Junio del 2007

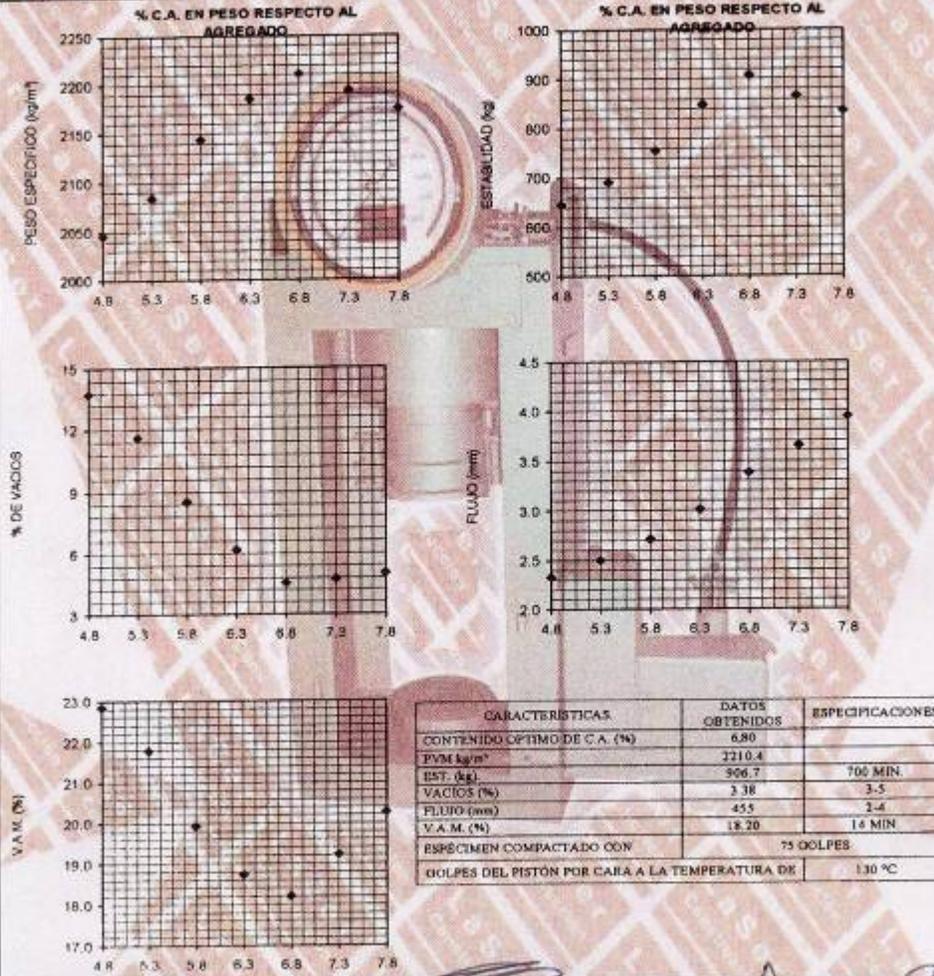
OBRA: Reconstrucción del Camino : 4 CAMINOS - CHURUMUCO

LOCALIZACION: Tramo del Km. 42+300-46+300: zicuiran-churumuco. (Edo. Mich.)

PROCEDENCIA: BANCO DE MATERIAL EL CERRITO COLORADO (NUEVA ITALIA MICH.)

ESTUDIO (X)

REVISIÓN ()



EL LABORATORISTA:

EL JEFE DE LABORATORIO:

Vo. Bo.

JAVIER CRUZ OCHOA

ING. ALFREDO ZAPIEN B.

ING. J.L. GONZALEZ VALLABARES G.

LABORATORIO Y SERVICIOS PARA CONSTRUCCION