

30



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGON

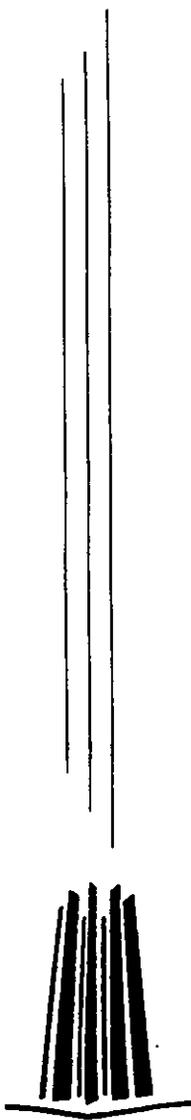
**"PAVIMENTOS CON EL USO DE
GEOTEXTILES EN ZONAS URBANAS"**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N :
CLEMENTE FELIX ZAMUDIO FLORES
PEDRO GALINDO CELIS

ASESOR DE TESIS:
ING. JOSE PAULO MEJORADA MOTA

283900

SAN JUAN DE ARAGON ESTADO DE MEXICO JULIO DEL 2000





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCION

CLEMENTE F. ZAMUDIO FLORES
PRESENTE.

En contestación a la solicitud de fecha 6 de abril del año en curso, presentada por Pedro Galindo Celis y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, Ing. JOSÉ PAULO MEJORADA MOTA pueda dirigirles el trabajo de tesis denominado, "PAVIMENTOS CON EL USO DE GEOTEXTILES EN ZONAS URBANAS", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 14 de abril de 1999
EL DIRECTOR

Lic. CARLOS EDUARDO LEYVA VÁZQUEZ



c c p Secretaría Académica.
c c p Jefatura de la Carrera de Ingeniería Civil.
c c p Asesor de Tesis.

CELV/AIR/MCA/Ila.

"AGRADECIMIENTO"

A DIOS:

POR LA DICHA DE TENER VIDA

A MIS PADRES:

JOSE ZAMUDIO FLORES

DONDE QUIERA QUE ESTES POR DARME LA VIDA Y APOYARME EN TODO MOMENTO

CONSUELO FLORES HERNANDEZ

POR DARME LA VIDA Y EL APOYO INCONDICIONAL QUE HASTA LA FECHA TENGO, POR MOTIVARME DIA A DIA PARA COCLUIR ESTE TRABAJO DE TESIS.

A MIS HERMANOS:

SERGIO RENE

MIRIAM

EDUARDO

POR LA CONFIANZA Y EL APOYO RECIBIDO.

A EL ING. JOSE PAULO MEJORADA MOTA. ASESOR DE TESIS.:

POR EL TIEMPO BRINDADO EN LA ELABORACION DE ESTE TRABAJO.

A MIS PROFESORES:

POR LOS CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIAS Y ENZEÑANSAS ADQUIRIDOS DURANTE MI VIDA DE ESTUDIANTE.

A PEDRO GALINDO CELIS:

POR LA MOTIVACION Y DESEOS DE CONCLUIR ESTE TRABAJO DE TESIS.

A MIS AMIGOS:

POR EL APOYO BRINDADO.

A MIS SOBRINOS:

COMO MOTIVACION A LA SUPERACION.

A LA UNAM:

POR LA OPORTUNIDAD Y EL APOYO QUE RECIBI DURANTE MI FORMACION PROFESIONAL.

CONTENIDO

I.- INTRODUCCION

II.- GENERALIDADES

III.- ESTRUCTURACION

IV.- ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

V.- EVALUACION DE ALTERNATIVAS

VI.- CONTROL DE CALIDAD

VII.- PROCESO CONSTRUCTIVO CON USO DE GEOTEXILES

VIII.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

INDICE

I.- INTRODUCCION

- I.1.- OBJETIVO
- I.2.- BREVE RESEÑA DEL CONTENIDO

II.- GENERALIDADES

- II.1.- BREVE HISTORIA DE LOS PAVIMENTOS Y GEOTEXTILES
- II.2.- DEFINICION DE PAVIMENTOS Y GEOTEXTILES
- II.3.- OBRAS COMPLEMENTARIAS

III.- ESTRUCTURACION

- III.1.- ESTUDIO DE AFORO VEHICULAR
- III.2.- TERRENO NATURAL
- III.3.- GEOTEXTIL ABAJO DE LA CAPA SUB-RASANTE
- III.4.- CAPA SUB-RASANTE
- III.5.- SUB-BASE Y BASE HIDRAULICA
- III.6.- REBAJADOS Y EMULSIONES ASFALTICAS
- III.7.- CARPETAS ASFALTICAS
- III.8.- PAVIMENTO TRADICIONAL
- III.9.- PAVIMENTO CON GEOTEXTIL

IV.- ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

- IV.1.- DEFINICION DE PRECIO UNITARIO
- IV.2.- CATALOGO DE CONCEPTO Y ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

V.- EVALUACION DE ALTERNATIVAS

- V.1.- EVALUACION DE ALTERNATIVAS
- V.2.- PRESUPUESTO DE PAVIMENTO TRADICIONAL
- V.3.- PRESUPUESTO DE PAVIMENTO CON GEOTEXTILES
- V.4.- PARAMETRO DE COSTOS

VI.- CONTROL DE CALIDAD

VI.1.- CONTROLES EN LA PRODUCCION

VI.2 - CONTROL DE CALIDAD EN VIAS TERRESTRES

VI.3 - ESPECIFICACIONES PARA EL TERRENO NATURAL Y GEOTEXTILES

VI.4 - ESPECIFICACIONES PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

VI.5 - ESPECIFICACIONES DE ASFALTOS

VII.- PROCESO CONSTRUCTIVO

VII.1 - TERRENO NATURAL

VII.2 - GEOCOMPUESTO T4/SS1 ABAJO DE LA CAPA SUB-RASANTE

VII.3 - CAPA DE SUB-RASANTE

VII.4 - CAPA DE SUB-BASE Y BASE HIDRAULICA

VII.5 - RIEGOS DE REBAJADOS ASFALTICOS O EMULSIONES

VII.6 - CARPETA ASFALTICA

VIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO I

"INTRODUCCIÓN"

I.1.-OBJETIVO:

El objetivo principal de este trabajo de tesis es el estudio de los refuerzos sintéticos con el uso de Geotextiles en suelos blandos (cohesivos), en donde se colocara una estructura de un pavimento flexible o rígido.

También analizar un mejor soporte a las capas que conforman un pavimento como son:

Capa Sub-rasante

Capa de Sub-base

Capa de Base

Carpeta Asfáltica

I.2.- BREVE RESEÑA DEL CONTENIDO:

En el capítulo I (Introducción) se explica en forma breve el objetivo de este trabajo de tesis así como el contenido de los capítulos.

Referente a el capítulo II (Generalidades) se presenta una breve Historia de los Pavimentos y Geotextiles, a continuación se presenta una semblanza de lo que es un Pavimento flexible y Rígido así como la definición de Geotextil, en la parte final de este capítulo se da la explicación de las obras complementarias que se deberán considerar en toda obra de pavimentación.

Capitulo III (Estructuración) inicia con la definición de aforo Vehicular y los métodos más comunes que se emplean para la determinación de este estudio como una de las bases principales para un diseño de un pavimento, Continuando con las definiciones particulares y características de los siguientes elementos o capas, así como la forma de proyectar los espesores de un pavimento conformado de las diversas capas:

Terreno Natural

Geotextil debajo de la capa de Sub-rasante

capa de Sub-rasante

Capa de Sub-base

Capa de Base Hidráulica

Carpeta Asfáltica

Pavimento tradicional (sin reforzar con Geotextil)

Pavimento considerando el refuerzo con Geotextil

En el capítulo IV se define lo que corresponde a Precios Unitarios, elementos Básicos, Costo Indirecto, Costo Directo, Costo Horario, Matriz y Catalogo de conceptos.

Referente al capítulo V se hace un resumen evaluando las alternativas así como la utilidad y vida útil de las pavimentaciones empleando Geotextiles y sin empleo de estos.

En el capítulo VI se estudia el Control de Calidad en la construcción de los proyectos de Pavimentación, que se emplean.

Geotextiles

Sub-rasante

Sub-base

Base

Rebajados Asfálticos

Emulsiones

Carpeta Asfáltica

El contenido del capítulo VII se contempla lo concerniente al proceso constructivo de las diferentes capas que conforma un pavimento con el uso de Geotextiles.

Terreno Natural

Geotextil Abajo de la capa Sub-rasante

Capa de Sub-base

Geored y Aplicación de Riegos de Asfalto o Emulsiones

Carpetas Asfálticas

Finalmente en el capítulo VIII se realizan las conclusiones correspondientes a este trabajo así como las recomendaciones pertinentes.

CAPITULO II

"GENERALIDADES"

II.1.- BREVE HISTORIA DE LOS PAVIMENTOS Y LOS GEOTEXILES

HISTORIA DE LAS VIAS TERRESTRES

Por necesidad, los primeros caminos fueron de tipo peatonal. Con la invención de la rueda, apareció la carreta jalada, ya fuera por humanos o por bestias, para lo cual fue necesario acondicionar los caminos para que el tránsito se desarrollara lo más "rápido y cómodo" que fuera posible. Así, los Espartanos y los Fenicios construyeron los primeros caminos de que se tiene noticia, los Romanos construyeron caminos tanto en la Península Itálica, como en varios puntos de Europa, Africa, Asia; para poder extender sus dominios.

Cuando en los caminos peatonales las tribus tenían terrenos blandos o de lodazales, seguramente que trataban de mejorar las condiciones, colocando piedras en el camino o utilizaban telas como refuerzos, en carreteras podemos hablar de los romanos que utilizaron camas de varas tejidas antes de colocar los enrocamientos y aún antes se dice que en Inglaterra 2,500 a. C., existieron caminos construidos con varas y ramas sobre regiones pantanosas. En el extremo Oriente hay numerosos ejemplos de estructuras reforzando el suelo con varas, raíces, ramas o bambú. Los caminos para carreteras fueron revestidos en tal forma que las ruedas no se incrustarán, estos revestimientos fueron de piedra machacada hasta empedrados, como los de la vía Apia, en los que se realizó carreras de carretas, estas piedras de los caminos peatonales en lodazales o de los revestimientos tenían la finalidad de recibir las cargas sin ruptura estructural de distribuir los esfuerzos en zonas cada vez más amplias, para que pudieran ser soportados por el terreno natural que son las principales funciones de los pavimentos actuales.

LAS VIAS TERRESTRES EN MEXICO

En la época precortesiana existían, como ya se dijo, numerosos caminos peatonales; los Españoles introdujeron las carretas y Fray Sebastián de Aparicio (monje Franciscano) construyó las primeras brechas o veredas, dejándonos una tradición en la construcción de caminos de aboengo.

En los primeros años de este siglo, se introdujeron al país los primeros automóviles que principalmente utilizaron los caminos de carretas o reales, y es a partir de 1925 que empieza la construcción de caminos, con técnicas avanzadas, siendo de los primeros los caminos de la Ciudad de México a Veracruz, a Laredo y a Guadalajara, estos fueron proyectados y construidos por firmas de Estados Unidos de América, solo a partir de 1940 los Ingenieros mexicanos se han encargado de estos trabajos.

Así con la industria de la construcción, en particular en las obras de beneficio social como son carreteras, ferrocarriles y presas, se han logrado cambios en los sistemas constructivos; estos son debido a diversos

factores como: la simplificación de los procesos constructivos, la dificultad para el suministro de materiales y además el costo de los mismos.

Los Geotextiles son telas que tienen diversas aplicaciones en la ingeniería civil sobre todo en trabajos de vías terrestres. En épocas más modernas el uso de los Geotextiles ha cobrado más auge, las primeras aplicaciones se dieron a raíz de la producción de materiales sintéticos derivados del petróleo.

La fabricación de Geotextiles en México se inició a principios de la década de los 70's pero con un desarrollo muy limitado y fue hasta finales de esta y principios de los 80's cuando se realizaron aplicaciones de cierta importancia utilizando materiales de importación, empleándose en obras como son:

El acceso al margen izquierdo del puente Coatzacoalcos II, en tramos de pruebas de los terraplenes en el vaso del lago de Texcoco, en las protecciones de la margen derecha del Río Grijalba, en las Gaviotas Tabasco, en varios tramos de la carretera Guadalajara Chápala, y varios tramos de la prolongación del Periférico Oriente en la ciudad de México.

Las vías terrestres forman parte de la infraestructura de un país, que son aquellas obras, por lo general a cargo del gobierno, que provocan el desarrollo, entre otras obras de infraestructura se tiene la irrigación, la instalación de energía eléctrica, la introducción de agua potable, las obras de drenaje.

En alguna ocasión se ha dicho que los caminos son la infraestructura de la infraestructura, pues una vez que se ha construido uno de ellos, es más fácil proporcionar el resto de los servicios.

Visto desde el punto de vista de la infraestructura, las vías terrestres tienen una importancia económica y, por tanto, deben evaluarse y programarse de acuerdo a los beneficios sociales y económicos que pueden proporcionar.

II.2.- DEFINICION DE PAVIMENTO Y GEOTEXILES

PAVIMENTO

Un pavimento puede definirse como la capa o conjunto de capas de materiales apropiados, comprendidas entre el nivel superior de las terracerías y la superficie de rodamiento, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, de color y texturas apropiadas, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir adecuadamente a las terracerías los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito. Ver figura 2.1

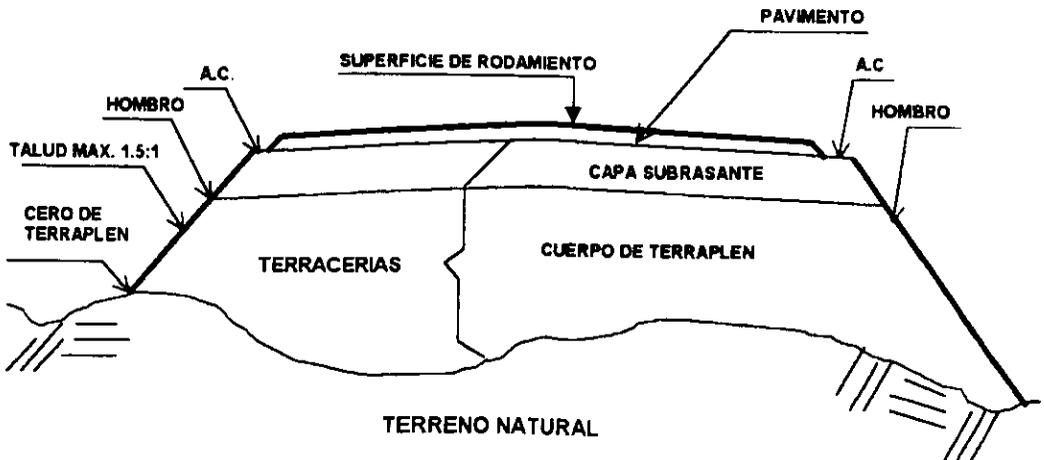


FIGURA 2.1 SECCION TRANSVERSAL TÍPICA EN TERRAPLEN DE UN PAVIMENTO

En otras palabras el pavimento es la estructura de la obra vial, que hace posible el tránsito expedito de los vehículos con la comodidad, seguridad y economía previstos por el proyecto.

La estructura o disposición de los elementos que lo construyen, así como las características de los materiales empleados en su construcción, ofrece una gran variedad de posibilidades de tal suerte que puede estar formado por una sola capa o más, comúnmente por varias y, a su vez dichas capas pueden ser de materiales naturales seleccionados, sometidos a muy diversos tratamientos su superficie de rodamiento propiamente dicha puede ser una carpeta asfáltica, una losa de concreto hidráulico o estar formada por acumulaciones de materiales pétreos. De hecho, la actual tecnología contempla una gama muy diversa de secciones estructurales diferentes y elegir la más apropiada para las condiciones específicas del caso que se trate, de un modo bastante arbitrario y con fines fundamentales prácticos, los pavimentos se dividen en flexibles y rígidos. Sin embargo la rigidez o flexibilidad que un pavimento exhibe no es fácil de definir tan adecuadamente como para permitir una diferenciación precisa entre uno y otro tipo de pavimento; es hasta cierto punto materia de juicio al precisar qué tan rígido puede ser un pavimento flexible o qué tan flexible puede llegar ser un pavimento rígido.

Aún cuando de lo anterior puede desprenderse que los términos empleados para distinguir un pavimento de otro no son del todo adecuados, su uso ha sido tan ampliamente difundido que se considera conveniente conservarlos. Por otra parte, la cuestión resulta un tanto bizantina si se toma en cuenta que muy rara vez surgirá por ello una confusión importante en la comunicación práctica. El hecho es que los pavimentos se diferencian y definen en términos de los materiales de que están constituidos, de como se estructuran esos materiales y por la forma en cómo distribuyen los esfuerzos y las deformaciones producidos por los vehículos a las capas inferiores por lo que constituye un criterio de clasificación más acertado.

PAVIMENTO RIGIDO

Es aquel cuyo elemento fundamental resistente está formado de losas de concreto hidráulico que distribuyen las cargas de los vehículos, hacia las capas inferiores, por medio de toda la superficie de la losa y de las adyacentes que trabajan en forma conjunta con la que recibe directamente las cargas. Este tipo de pavimento no puede plegarse a deformaciones en las capas inferiores sin que se presente la falla estructural. Ver figura 2.2

Aun que en teoría las losas de concreto hidráulico pudieran colocarse en forma directa sobre la capa sub-rasante, es necesario la construcción de una capa de sub-base para evitar que los finos sean bombeados a la superficie de rodamiento al paso de los vehículos, lo cual puede provocar fallas de esquina o de orilla en la losa; la sección transversal de un pavimento rígido está formada por la losa de concreto hidráulico y la sub-base que se construyen sobre la capa sub-rasante.

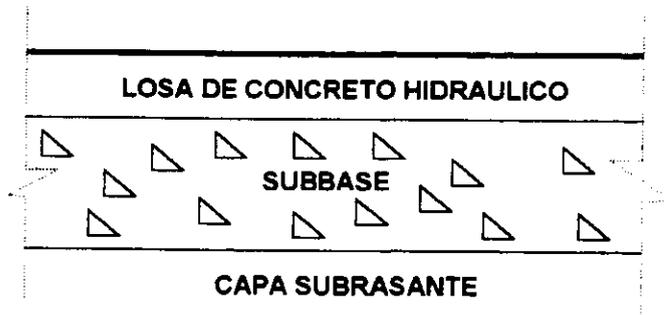


FIGURA 2.2 CAPAS QUE FORMAN UN PAVIMENTO RIGIDO

PAVIMENTO FLEXIBLE

Donde la superficie de rodamiento es proporcionada por una carpeta asfáltica y la distribución de cargas de los vehículos se hace hasta las capas inferiores por medio de características de fricción y cohesión de las partículas de los materiales y la carpeta asfáltica se pliega a pequeñas deformaciones de las capas inferiores; sin que se rompa su estructura. Las capas que forman un pavimento flexible son: carpeta asfáltica, base y sub-base, las cuales se construyen sobre la capa sub-rasante. Como se muestra en la figura 2.3

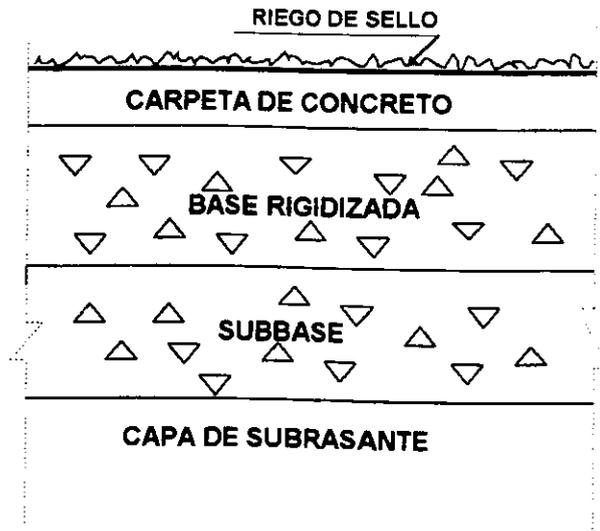


FIGURA 2.3 CAPAS QUE FORMAN UN PAVIMENTO FLEXIBLE

Es evidente que la superficie terrestre no ofrece jamás las condiciones de rodamiento que exigen los modernos medios de transporte. A medida que los vehículos evolucionaron en peso, velocidad, comodidad y autonomía, se fue creando la necesidad de proporcionarles una pista de circulación con unas condiciones de curvatura, pendiente, visibilidad, sección transversal, uniformidad, textura, etc., apropiadas a una demanda de operación cada vez más exigente, las ideas anteriores condujeron a la construcción de terracerías y condicionaron su evolución. Obviamente la superficie de las terracerías debería ofrecer condiciones de rodamiento apropiadas y confortables al volumen creciente de vehículos cada vez más rápidos y pesados. Por razones económicas que saltan a la vista, en la construcción de las terracerías se impone el empleo de los materiales inmediatos a ellas; esto llevo desde un principio a la utilización de suelos y fragmentos de roca, la superficie de rodamiento obtenidas directamente como remate de las terracerías formadas solo por materiales naturales pétreos, solo resuelven los problemas derivados de la presencia del tránsito moderno si este es realmente muy pequeño aún seleccionado los materiales o los fragmentos de roca más apropiados y aún tratándolos mecánicamente (Compactación) no se logrará una superficie de rodamiento adecuada cuando los volúmenes de tránsito circulante sean ya de regular intensidad los materiales naturales utilizados como tales pueden proporcionar condiciones adecuadas de operación durante un cierto tiempo pero no se ha logrado hasta hoy dar tales condiciones, la debida permanencia cuando los volúmenes de tránsito excedan de los mínimos a considerar, los cuales, por otra parte abundan bastante en muchos países de desarrollo industrial aún limitado.

GEOSINTETICOS

Los llamados Geosintéticos son productos fabricados a partir de polímeros (del griego Polys-Meros, que significa "muchas partes") que son empleados en obras de Ingeniería Civil para cumplir funciones de anticontaminación, redistribución de esfuerzos, refuerzos de tierra, filtración, drenaje, control de la permeabilidad y otras funciones.

Los principales miembros de esta familia son los Geotextiles, las Geomembranas, las Georedes y muchos otros, denominados Geocompuestos. Figura 2.4 se presenta el consumo histórico de geosintéticos en los E.U.A.

Consumo Histórico de Gosintéticos en los E.U.A

Millones de Metros Cuadrados

Figura 2.4

AÑO	Geotextiles	Goemembranas	Georedes	Geocompuestos
1970	2.5			
1980	83.6	4.2		0.17
1985	175.5	21.7	4.6	3.34
1987	225.6	27.6	10.9	5.01
1990	308.0	45.0	?	?

Fuente Jagielski (1989) y Koener (1990)

GEOTEXTILES

Los Geotextiles son telas sintéticas, elásticas, permeables y resistentes que utilizadas en combinación con la cimentación, suelo roca, tierra o cualquier otro material geotécnico forman parte de un proyecto, estructura o sistema realizado por el hombre. Se componen de un grupo de polímeros denominados plásticos, que son moléculas gigantes obtenidas sintéticamente a partir de la industria derivados de la industria petroquímica. Indicándose el proceso en la figura 2.5

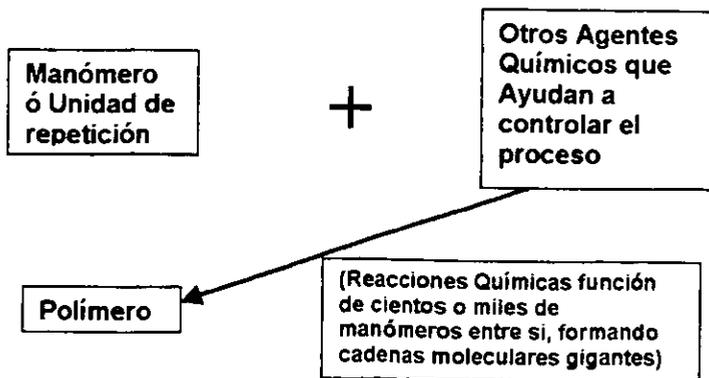


Figura 2.5 Obtención de polímeros sintéticos

Si la unidad de repetición es por ejemplo un gas llamado Etileno, la polimerización produce el plástico conocido como Polietileno, que es un sólido. Existen polímeros naturales como las proteínas y el algodón. Los plásticos así obtenidos poseen propiedades peculiares como son: ligereza, ductilidad maleabilidad, resistencia química muy alta, imputrescibilidad, relativamente alta resistencia mecánica en proporción a su peso, etc. en forma semejante a los metales, pueden incrementar su resistencia mecánica mediante tratamientos térmicos y pretensión.

Para la fabricación de Geotextiles se emplean predominantemente 4 tipos de plásticos: el Polipropileno, el Poliéster, el Nylon y el Polietileno. El primero representa un 65% del consumo mientras que el segundo representa el 32%. Estos plásticos deben transformarse primero en filamentos, para posteriormente, por un proceso textil, formar telas de diferentes características. Así, el plástico obtenido por polimerización, con apariencia de polvo se mezcla con algunos agentes que mejoran su procesabilidad y otros que de alguna manera modifican sus propiedades finales y se granula, sometiéndose posteriormente a un proceso de extrusión, que consiste en hacer pasar los gránulos de plástico por un barril o cañón metálico en cuyo interior gira un tornillo sin fin, el cual mezcla funde y comprime el material, transportándolo de un extremo al otro del cañón. La masa fundida se somete a temperaturas gradualmente mayores mediante resistencias eléctricas colocadas a lo largo del cañón.

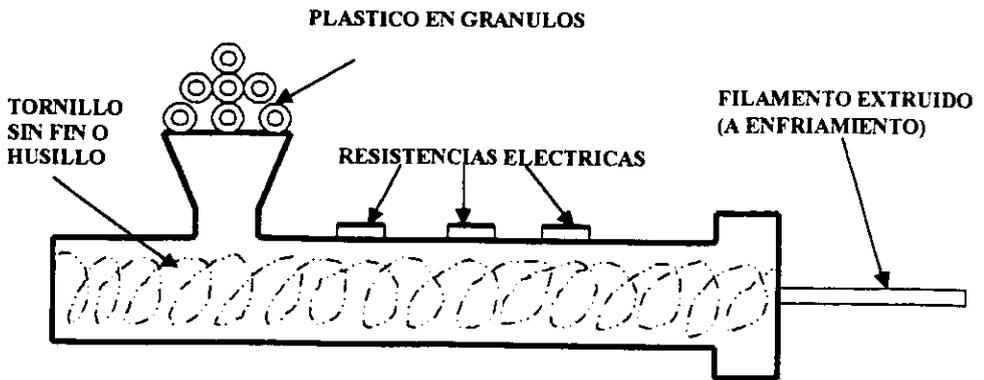


FIGURA 2.6 OBTENCION DE FILAMENTOS DE PLASTICO. POR PROCESO DE EXTRUSION

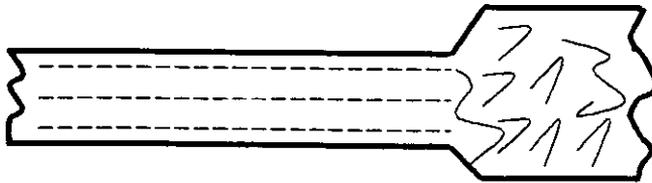
En la figura 2.6 se observa como el plástico fundido es obligado a pasar a través de una salida que tiene la forma deseada. De esta forma se producen filamentos de sección transversal plana o cilíndrica, que posteriormente se emplean para fabricar los Geotextiles tejidos. Para la producción de fibra, los filamentos después de ser enfriados, son obligados a fluir a través de un "Spinneret", especie de regadera donde mediante la aplicación de tensión se reduce la sección transversal del filamento.

Este proceso es definitivo en el establecimiento de las propiedades mecánicas de la fibra, pues como consecuencia de él, se incrementa la Resistencia a la Tracción, el Módulo de Elasticidad, la Resistencia a

la Humedad y se reduce la Elongación. Mediante este proceso se reportan incrementos superiores a 230% en la Resistencia a la Tracción de filamentos de rayón de acetato. La explicación a lo anterior es que las moléculas del polímero, que forman cadenas muy largas, originalmente se encuentran distribuidas en forma desordenada dentro de la fibra y al ejercerse el estiramiento, son obligadas a alinearse en el sentido de la tracción. A este efecto se le denomina Orientación Molecular el cual se explica esquemáticamente en la figura 2.7



Filamentos sin estirar Cadenas Moleculares sin Orientación definida



Filamento estirado, Las Cadenas Moleculares se orientan en el sentido de la tracción

Figura 2.7

Existen dos tipos de Geotextiles, tejidos y no tejidos. Los Geotextiles tejidos son los que tienen los hilos paralelos de tal manera que constituyen una estructura como el de las telas comunes. Los aspectos importantes en los Geotextiles considerados son, su resistencia y elongación estructural del tejido, así como su influencia en la permeabilidad y altas propiedades anisotrópicas.

DIFERENTES TIPOS DE GEOTEXILES

La clasificación de los Geotextiles se hace sobre la base de su proceso de fabricación y propiedades inherentes.

Los Geotextiles no tejidos de acuerdo a su proceso de fabricación se pueden clasificar en telas manufacturadas por punzonamiento y termosoldadas, en las primeras se colocan las fibras sintéticas en máquinas textiles y conforme estas pasan van siendo desmenuzadas y presionadas para darles la consistencia del material conocido como bajo alfombra; los segundos se fabrican con una técnica de manufactura que se rige por la aplicación de altas presiones a una cierta temperatura para obtener Geotextiles de superficie tersa e impermeable.

GEOTEXILES NO TEJIDOS TERMOSELLADOS

Proceso:

Los filamentos se orientan en forma irregular, distribuyéndose en todos los sentidos. El sellado o unión por fusión se logra pasando el material entre rodillos calientes (Calendreo), uniéndose las fibras en las zonas donde se cruzan.

Materia Prima:

Filamentos continuos de Polipropileno o Nylon/Poliétileno. Un porcentaje de los filamentos se funde primero, manteniéndose intacta la resistencia de los filamentos restantes

Principales Características:

No existe movimiento relativo entre las fibras. Productos ligeros de espesor reducido, con Módulo de Tensión intermedio y prácticamente isotrópicos. Su peso por unidad de área es promedio, por la falta de homogeneidad total en la distribución de la fibra. Presentan una variedad amplia de tamaños de aberturas que es necesario medir por métodos indirectos

GEOTEXILES NO TEJIDOS ENTRELAZADOS MECÁNICAMENTE

Proceso:

Por medio de la acción de agujas, las fibras se enredan entre sí. Algunas veces se les imparte un acabado de impregnación de resinas del tipo acrílico que aumenta la Resistencia a la Tensión, la Resistencia a la Perforación, pero con este proceso reduce la Elongación y la Resistencia al rasgado, debiendo aplicar un secado especial para restablecer la permeabilidad.

Materia Prima:

Filamento continuo o bien fibra cortada (típicamente 0.15 m. de longitud). Los polímeros más usados son el polipropileno y el poliéster.

Principales características:

Existe movimiento relativo entre fibras. Productos con apariencia de felpa, gruesos, con modulo de tensión intermedio en los grados de peso intermedio. Pueden fabricarse isotrópicos o anisotrópicos. Su peso por unidad de área es también promedio por la misma razón que los termosellados. Sus tamaños de abertura también deben de medirse por métodos indirectos, con mayor imprecisión que para los termosellados. Su espesor y Permeabilidad varían con la presión.

GEOTEXTILES TEJIDOS Y SUS PRINCIPALES CARACTERISTICAS**Proceso:**

Urdido (Tramado). Los elementos individuales se entrelazan en disposición geométrica regular, perpendicularmente unos con respecto de otros.

Materia Prima:

Monofilamentos, multifilamentos o cinta plana (raffia). Los polímeros pueden ser polipropileno, poliéster o polietileno.

Principales características:

Varía el movimiento relativo entre fibras; su módulo de tensión varía de intermedio a Alto. Pueden ser isotrópicos o anisotrópicos. Tamaños de abertura constante que se miden con procedimientos sencillos.

PROPIEDADES DE LOS GEOTEXTILES

En la figura 2.8 se muestran las propiedades de los Geotextiles que son de relevancia para su aplicación en la Ingeniería Civil, con énfasis en los factores que controlan dichas propiedades.

Figura 2.8

CLASIFICACION DE LAS PROPIEDADES DE LOS GEOTEXILES Y LOS FACTORES QUE LO CONTROLAN

PROPIEDAD	FACTOR QUE CONTROLA (*)	
	POLIMERO	FABRICACION
Propiedades Generales		
Peso Específico	3	0
Espesor	1	3
absorción de Agua	1	3
Homogeneidad	0	3

Propiedades Mecánicas(**)		
Resistencia a la Tracción	2	3
Elongación a la ruptura	2	3
Relación Carga-Elongación	2	3
Elongación bajo carga estática	3	3
Fatiga	1	3
Resistencia a la Perforación	1	3
Resistencia al Reventamiento	2	3
Resistencia a la Abrasión	2	3
Fricción	1	2
Isotropía	0	3

Propiedades Hidráulica		
Permeabilidad Transversal	0	3
Capacidad de filtración	0	3
Resistencia al Taponamiento	?	3

Propiedades de Durabilidad		
Estabilidad Biológica	3	0
Estabilidad a la luz ultravioleta	3	1
Estabilidad Química	3	0
Estabilidad Térmica	3	0

Escala de claves		
(*)	3 - significa	Gran efecto
	2 - representa	Efecto significativo
	1 - significa	Efecto ligero
	0 - representa	Efecto insignificante
	? - significa	Efecto desconocido
(**)		
Puede variar muchísimo para el Geotextil aislado contra el resultado Con el Geotextil en el suelo o agregado.		

II.3.- OBRAS COMPLEMENTARIAS

Los factores principales que deben cuidarse en las obras de pavimentación son las siguientes: la Geología, La Topografía, la Geotecnia y el clima entre otros.

La Geología influye básicamente en la estructuración de un pavimento de un pavimento en lo que se refiere a los materiales que se puede utilizarse. Las características mecánicas o geotécnicas de las zonas en que se localiza la obra influirán en la cimentación, el drenaje, así como el costo y el uso de materiales.

La Topografía es de gran importancia en el diseño de una obra de pavimentación ya que deberá de basarse en un estudio de integración vial el cual estará regido por un proyecto con las vialidades existentes o por ejecutar.

Todas las referencias topográficas existentes en el lugar deberán de respetarse durante el proceso de construcción, tales como alineamiento, niveles, señalamientos, etc.; reponiéndose en caso de que se dañen.

El Clima determinará los parámetros de la estabilidad de la carpeta asfáltica, es decir en las zonas con temperaturas altas, se requerirá mayor estabilidad que en aquellas con temperaturas menores.

El drenaje es uno de los factores que mayores problemas causa a los pavimentos, si no el que más, es el agua, ya que en general provoca la disminución de la resistencia de los suelos, por lo que se presentan fallas en terraplenes, cortes, y drenaje, de tal forma, que el agua se aleje lo más pronto posible de la obra. En consecuencia podría decirse que un buen drenaje es el alma de una vialidad.

Sin dejar de tomar en cuenta las diversas instalaciones de una zona urbana como son: el agua potable, los ductos de teléfono, alumbrado público, gasoductos, entre otros.

Así para llevar a un buen término una obra de pavimentación es necesario conocer, a detalle estas características importantes para ello, se requiere en primer lugar conocerlas en forma general, para posteriormente particularizar lo necesario. Con este fin es conveniente que estos estudios se realicen aprovechando la metodología de tipo interdisciplinario, para la localización y el proyecto de estas obras complementarias de pavimentación.

CAPITULO III

"ESTRUCTURACION"

En este capítulo se hará un estudio de los elementos estructurales que forman una vía terrestre definiéndose las funciones generales y particulares; así como las características y especificaciones de las mismas. Así como exponer de manera breve el método de diseño para determinar los espesores del pavimento tradicional y utilizando Geotextiles.

III.1.- ESTUDIO DE AFORO VEHICULAR

Los aforos sirven para registrar el número de vehículos o peatones. Que pasan por un punto, entran a una intersección o usan parte de un camino; como un carril, un paso de peatones o una acera. Dichos aforos son muestra de los volúmenes actuales; el periodo de la muestra puede variar entre unos minutos, una semana o más tiempo.

Existen estaciones denominadas de aforo permanente en las que se registran los datos en cada una de las horas del año y representan una muestra del volumen Vehicular anual para el camino donde están instaladas.

METODOS DE AFORO

Existen dos métodos básicos de aforos, el mecánico (registro automático) y el manual

III.2- TERRENO NATURAL

El terreno natural puede definirse como la franja de terreno incluida en el derecho de vía, que se ve afectada en su estructura por la construcción de una obra vial, y recibirá las cargas de tránsito distribuidas a través de la estructura.

Algunas alternativas que se recomiendan para el mejoramiento del terreno natural son las siguientes.

A) - Compactación del terreno natural

Cuando el terreno natural tiene una compactación baja y está suelto, sin estructuración, conviene compactarlo, pues en ocasiones al efectuar este tratamiento se rompe su estructura y el resultado es contraproducente.

B) - Utilización de plantillas de suelo estabilizado y rígidas con la finalidad de aumentar la resistencia del terreno natural.

I.- Suelo estabilizado

II.- Concreto hidráulico de $F'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ con malla electrosoldada

III.- Utilización de Geotextiles (membranas sintéticas)

Sobre esta plantilla se coloca un material para construir la capa sub-rasante.

C) SUSTITUCION.

En ocasiones el terreno natural consiste de materiales altamente considerables, por lo que si su espesor es menor a 1.00 mt. Se extraen en su totalidad, pero si es bastante mayor a 1.00 mt. se recomienda extraer el material hasta este espesor y entonces se rellena con material de mejor calidad (material de

banco), este procedimiento se denomina por sustitución, es muy usado en la zona del bajo de México con resultados positivos.

III.3.- GEOTEXTILES ABAJO DE LA CAPA DE SUB-RASANTE

Los Geotextiles como ya se menciono son membranas sintéticas elásticas y resistentes.

El empleo de los Geotextiles en los diferentes campos de aplicación pueden definirse mediante sus funciones y desempeño:

A) SEPARACION DE MATERIALES.

Los Geotextiles son usados para mantener separados materiales diferentes.

- Separación de secciones zonificadas de diferentes materiales dentro de un terraplén o una presa de tierra.
- Separación entre una base de piedra y una sub-rasante bajo un pavimento para aeropistas, carreteras, estacionamientos, etc.
- Separación del balasto de las vías del ferrocarril y la sub-rasante.

B) REFUERZO.

Se pretende usar a los Geotextiles como refuerzo de sub-rasantes de bajo valor relativo de soporte, el concepto es técnicamente valido debido a que el Geotextil decrece el nivel de esfuerzos en el suelo de cimentación cruzado por el esfuerzo cortante horizontal movilizado por las cargas verticales; esto hace que el Geotextil trabaje a tensión (similar a la acción de una varilla pretensada en concreto reforzado) lo cual distribuye las cargas en un área mayor y por ésta decrece su intensidad. un decremento en el esfuerzo significa menor probabilidad de falla y menores asentimientos, se usan estos Geotextiles como refuerzo en:

- Construcción de caminos en zonas pantanosas y depósitos compresibles en general
- Incrementa la estabilidad de terraplenes y bordo
- Reducción de la propagación de una factura cuando se usa un concreto asfáltico nuevo en un reencarpado sobre fracturas, roturas o cualquier otro desperfecto del pavimento existente.

Contención de suelos que podrían deslizarse lateralmente si se dejan sin refuerzo.

C) DRENAJE.

Esta es probablemente la segunda gran área de utilización de Geotextiles, ya que el control de la permeabilidad ejercida por ellos puede ser más económico en muchas soluciones de drenaje, como ejemplo se presentan las siguientes aplicaciones como filtros (capa de capilaridad)

- Prevención de la penetración y perdida de un material grueso de alta permeabilidad en un suelo adyacente
- Prevención del movimiento de suelo finos en gravas o en tubos del sistema de sub-drenaje.

Eliminación de las necesidades de algunos filtros graduados en la construcción de caminos y presas de tierra.

D) CONTROL DE EROSION

En instalaciones para protección estructural de obras, se usan como protección a la erosión del agua (por ejemplo "lavaderos" de caminos) y como defensa de un depósito de limos.

III.4- CAPA SUB-RASANTE

Las terracerías en terraplén se dividen en dos zonas, el cuerpo de terraplén que es la parte inferior de la capa sub-rasante que se coloca sobre la anterior con un espesor mínimo de 30 cms. Cuando el tránsito que va a operar sobre la obra vial es hasta de 5,000 vehículos diarios (ver figura 3.1).

Y cuando el tránsito que va a operar sobre el camino es mayor a 5000 vehículos diarios, al cuerpo del terraplén se le colocan los últimos 50 cm. Con material compactable, a esta capa se le denomina capa subyacente (ver figura 3.2)

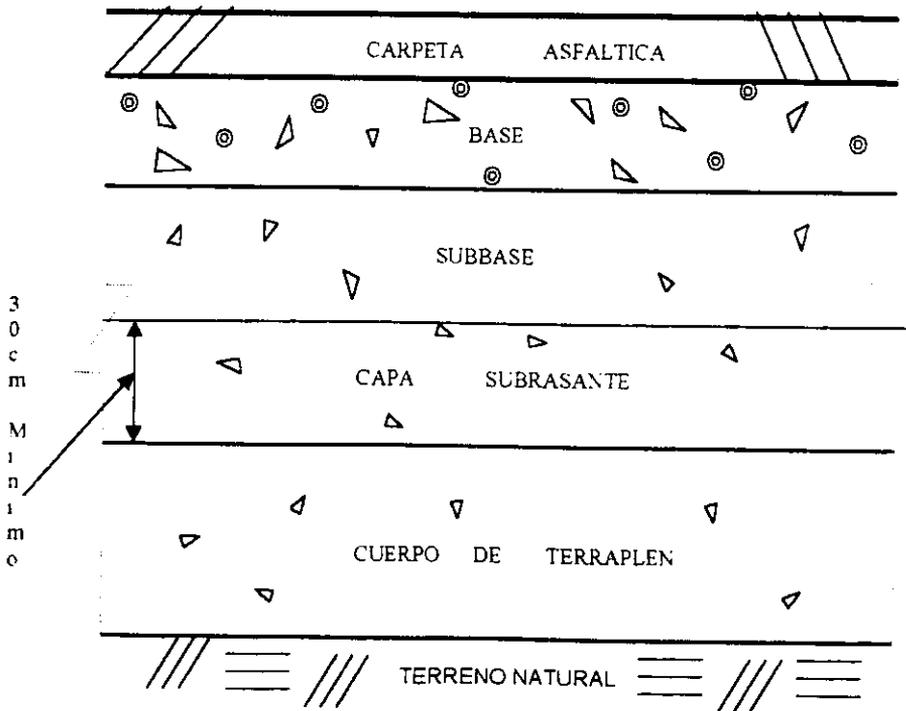


Figura 3.1 Sección Transversal en terraplén de una obra vial con volumen de tránsito hasta de 5000 vehículos diarios

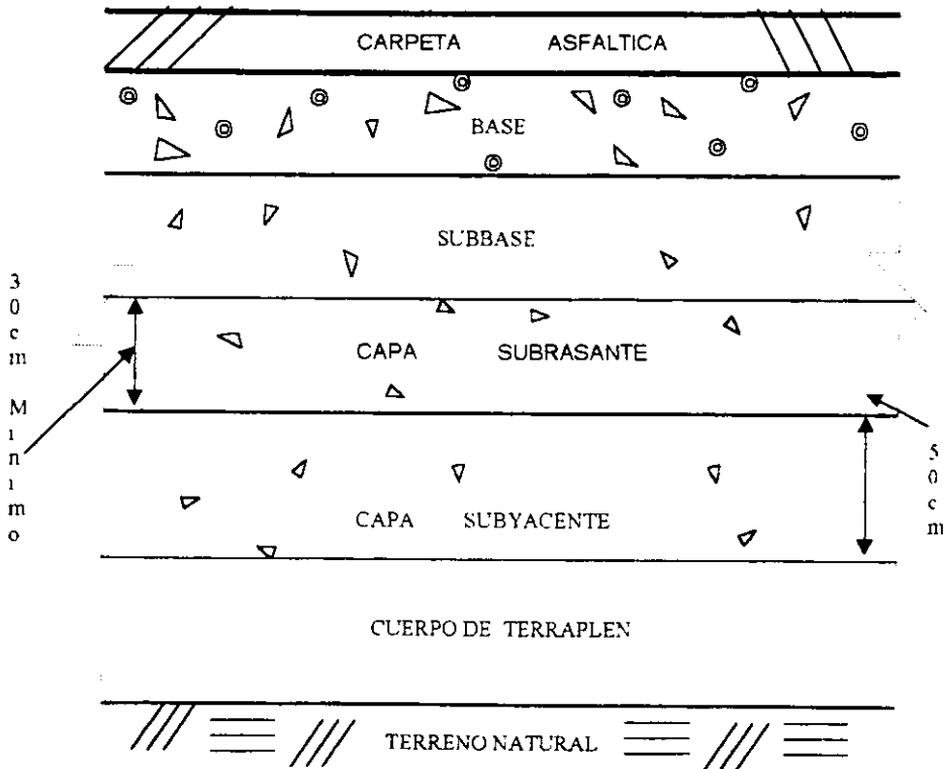


Figura 3.2 Sección Transversal en terraplén de una obra vial con volumen de tránsito mayor de 5000 vehículos diarios

Cuerpo de terraplén, la función de esta parte de la estructura es dar la altura necesaria para satisfacer principalmente las especificaciones geométricas sobre todo en lo relativo a la pendiente longitudinal.

La capa sub-rasante, es un volumen de material que se extrae o sirve de relleno para la construcción de una vía terrestre. su función principal es la de resistir las cargas del tránsito transferidas por las capa superiores, distribuir los esfuerzos a través de su espesor para transmitirlos en forma adecuada, al terreno natural de acuerdo a su resistencia.

FUNCIONES DE LA CAPA SUB-RASANTE.

Las principales funciones que puede desempeñar esta capa son las siguientes:

1. Recibir y resistir las cargas del tránsito que le son transmitidas por el pavimento.
2. Transmitir y distribuir adecuadamente las cargas del tránsito al cuerpo del terraplén.

Estas dos funciones son de tipo estructural, y son comunes a todas las capas de las secciones transversales de una vía terrestre

3. Evitar que cuando el cuerpo del terraplén esté formado de materiales finos plásticos, éstos contaminen el pavimento. El tamaño de las partículas deberá estar entre las finas correspondientes, al cuerpo del terraplén, y las granulares del pavimento.

4. Evitar que el pavimento sea absorbido por las terracerías, cuando éstas estén formadas principalmente por fragmentos de roca (pedraplenes). En este caso, la Granulometría del material debe ser intermedia entre los fragmentos de roca del cuerpo del terraplén, y los granulares del pavimento (base o sub-base)

5. Evitar que las imperfecciones de la cama de los cortes se reflejen en la superficie de rodamiento

6. Uniformar los espesores del pavimento, principalmente cuando se tiene mucha variación de los materiales de terracería, a lo largo del camino

7. Economizar espesores de pavimento, en especial cuando los materiales de las terracerías requieren un espesor grande.

III.5.- SUB BASE Y BASE HIDRAULICA

En caminos y aeropuertos, sobre la capa sub-rasante se construye el pavimento, que en el tipo flexible esta constituido por sub-base, base y carpeta asfáltica (ver figura 3.3).

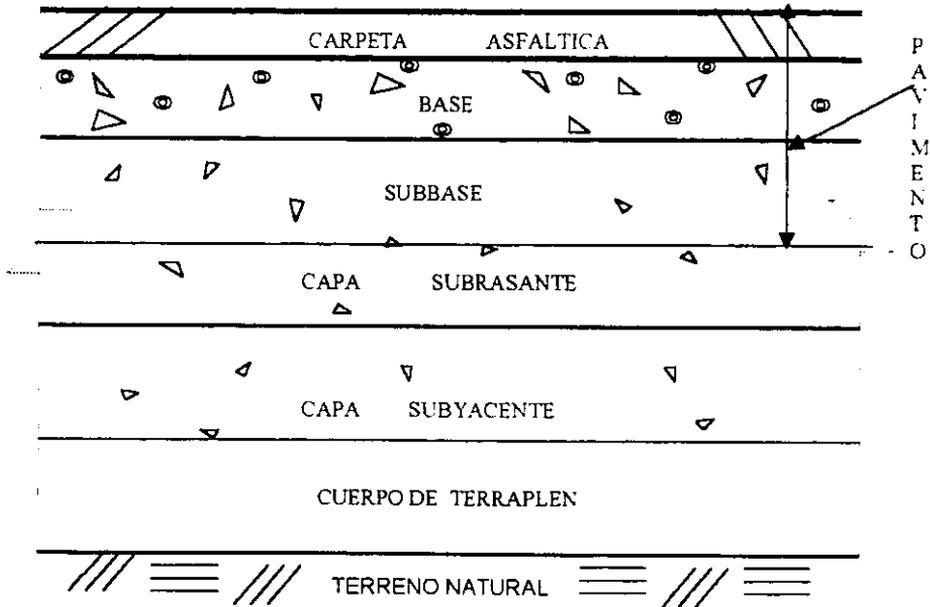


Figura 3.3 Sección Transversal en terraplén de una obra vial. Espesor del Pavimento

FUNCIONES DE SUB BASES Y BASES HIDRAULICA

Las sub-bases y las bases tienen finalidades y características semejantes, sin embargo, las primeras pueden ser de menor calidad; Las funciones de estas capas son

- recibir y resistir las cargas del tránsito a través de la capa que constituye la superficie de rodamiento (carpeta asfáltica o losa hidráulica).
- transmitir adecuadamente, distribuidas, estas cargas a las terracerías.
- impedir que las terracerías asciendan por capilaridad.

CARACTERÍSTICAS DE LAS SUB BASES Y BASES HIRAUICAS

Las características que deberán tener los materiales para que puedan funcionar en una capa de sub-base y base son las siguientes:

De Granulometría. La curva granulométrica deberá quedar comprendida entre limite superior de la zona uno y el superior de la zona tres adoptando una forma semejante a la de las curvas que limitan las zonas

y no tener cambios bruscos de pendiente. La relación del porcentaje en peso que pasa a la malla # 200 al que pasa la malla # 40 no deberá ser superior al 65% (ver figuras 3.4 y 3.5)

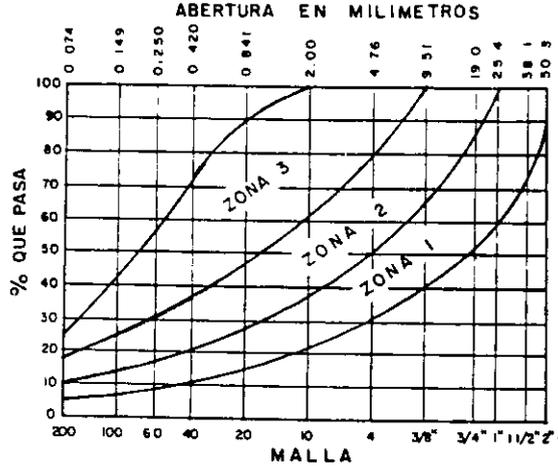
Figura 3.4

MATERIALES DE SUBBASE			
CARACTERISTICAS	ZONAS EN QUE SE CLASIFICA EL MATERIAL DEACUERDO CON SU GRANULOMETRIA		
	1	2	3
Contracción lineal en porcentaje (Máx)	6	4.50	3
Valor cementante, para materiales angulosos en kg/cm ² (Min)	3.50	3	2.50
Valor cementante, para materiales redondeados y lisos en kg/cm ² (Min)	5.50	4.50	3.50
Valor relativo de soporte estándar saturado, en porcentaje	50 Min.		
Equivalente de arena en porcentaje	20 Min (Tentativo)		

Características de calidad que se requieren en los materiales que se utilizaran como sub- bases de pavimento

FIGURA 3 5

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS
PARA MATERIALES DE SUBBASE Y BASE



Se debe hacer la aclaración que en este caso, aunque las normas marcan que la Granulometría tenga una forma semejante a la que marcan las fronteras de la zona 1, 2 y 3, la realidad es que no es de mucha importancia si es que se cumplen las características que se marcan en los cuadros mencionados. sin embargo, si estas características no se cumplen y se mejora la Granulometría, por ejemplo, con una estabilización mecánica, se puede mejorar la resistencia; así, la Granulometría nos sirve como un índice para decidir la forma de realizar el mejoramiento.

El valor cementante de una base es indispensable para dar sustentación adecuada a las carpetas asfálticas delgadas

BASES CEMENTADAS

Si los materiales que se van a utilizar para sub-bases y bases en vialidades con menos de 3,000 vehículos diarios, no tienen suficiente valor cementante, pueden estabilizarse mecánicamente mezclándose materiales de baja elasticidad, o sea material con límite líquido menor al 18 % o contracción lineal menor al 6.5% debe tenerse especial cuidado en que al cementarse un material en la forma indicada, no disminuya su resistencia ni aumente la plasticidad más allá de lo que marcan las normas.

Al incrementar finos en un material inerte, la resistencia aumenta hasta un límite para luego disminuir.

BASES MEJORADAS CON CEMENTO PORTLAND, CAL O ASFALTO

Las bases sobre las cuales se construyen una carpeta de concreto asfáltico, deben tener un módulo de elasticidad semejantes al de esta última, por lo que conviene estabilizarlas, mezclándoles cal hidratada o cemento portland, pues de lo contrario con pequeñas deformaciones de la base, la carpeta se puede agrietar en forma prematura. También se pueden construir bases asfálticas (tamaño básico hasta 5 cms)

Las características anteriores pueden presentarse cuando las carpetas son delgadas, los esfuerzos tangenciales aumentan de modo considerable, y lo mismo sucede si los módulos de elasticidad de las carpetas y de las bases son bastantes diferentes

III.6 REBAJADOS Y EMULSIONES ASFALTICAS

Con el fin de poder hacer trabajable al cemento asfáltico a temperaturas menores, es necesario fluidificarlo, para lo cual se producen los rebajados y las emulsiones asfálticas.

Los rebajados asfálticos se fabrican diluyendo el concreto asfáltico en gasolina, también conocido como petróleo diáfano, o con aceites ligeros.

En el primer caso se obtienen los rebajados de fraguado rápido, denominados FR, en el segundo caso los rebajados de fraguado medio o FM, por último los de fraguado lentos o FL. Los rebajados rápidos medios o lentos, se pueden producir con diferentes proporciones de cemento asfáltico (entre 50 y 80 %). De esta manera, para cada uno de los rebajados se tienen especificado 5 tipos que se enumeran del 0 al 4 teniendo mayor denominación los que tienen mayor cantidad de cemento asfáltico, y disminuye a medida que aumenta el contenido de solventes. Así, se tiene FR del 0 al 4; FM del 0 al 4 y FL del 0 al 4 (FL-0, FL-1, FL-4). Las especificaciones correspondientes se muestran en las figuras 3.6 y 3.7

Figura 3.6

ESPECIFICACIONES PARA REBAJADOS ASFALTICOS
ASFALTOS REBAJADOS DE FRAGUADO RAPIDO

CARACTERISTICAS	GRADO				
	FR-0	FR-1	FR-2	FR-3	FR-4
PRUEBAS AL MATERIAL ASFALTICO					
Punto de inflamación (copa abierta de Tag) °C mínimo			27	27	27
Viscosidad Saybolt-Furol:					
A 25°C, segundos	75-150				
A 50°C, segundos		75-150			
A 60°C, segundos			100-200	250-500	
A 82°C, segundos					125-250
Destilación: % del total destilado a 360°C					
Hasta 45°C mínimo	15	10			
Hasta 45°C mínimo	55	50	40	25	8
Hasta 45°C mínimo	75	70	65	55	40
Hasta 45°C mínimo	90	88	87	83	80
Residuo de la destilación a 360°C. Por ciento del volumen total por diferencia, mínimo	50	60	67	73	78
Agua por destilación por ciento máximo	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACION					
Penetración grados	80-120	80-120	80-120	80-120	80-120
Ductilidad en cm. Mínimo	100	100	100	100	100
Solubilidad en tetracloruro de carbono %, mínimo	99.50	99.50	99.50	99.50	99.50

Figura 3.7

ASFALTOS REBAJADOS DE FRAGUADO MEDIO

CARACTERISTICAS	GRADO				
	FM-0	FM-1	FM-2	FM-3	FM-4
PRUEBAS AL MATERIAL ASFALTICO					
Punto de inflamación (copa abierta de Tag) °C mínimo	38	38	66	66	66
Viscosidad Saybolt-Furol:					
A 25°C, segundos	75-150				
A 50°C, segundos		75-150			
A 60°C, segundos			100-200	250-500	
A 82°C, segundos					125-250
Destilación: % del total destilado a 360°C					
Hasta 225°C máximo	25	20	10	5	0
Hasta 250°C	40-70	25-65	15-55	5 a 40	30 máx
Hasta 315°C	75-93	70-90	60-87	55-85	40-80
Residuo de la destilación a 360°C. Por ciento del volumen total por diferencia, mínimo	50	60	67	73	78
Agua por destilación por ciento máximo	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACION					
Penetración grados	120-300	128-300	120-300	120-300	120-300
Ductilidad en cm. Mínimo	100	100	100	100	100
Solubilidad en tetracloruro de carbono %, mínimo	99.50	99.50	99.50	99.50	99.50

Para realizar las mezclas con agregados pétreos, los cementos y los rebajados asfálticos, es necesario que aquellos estén bien secos, pues de otra manera no hay adherencia con el asfalto.

EMULSIONES ASFALTICAS

Para tener un producto asfáltico que se pueda aplicar o mezclar con pétreos húmedos, se fabrican las emulsiones asfálticas, en las que el cemento asfáltico por medio de un emulsificante y un estabilizador se encuentra en suspensión en agua. De acuerdo al emulsificante usado, se tienen las emulsiones aniónicas y las emulsiones catiónicas, de las cuales, éstas pueden resistir mayores humedades en los pétreos. Las emulsiones pueden ser de fraguado rápido, medio y lento de acuerdo al porcentaje del cemento asfáltico como puede verse en las figuras 3.8 y 3.9 en donde se dan a conocer las normas correspondientes.

En México las emulsiones se adaptan a los materiales pétreos y a las necesidades constructivas tratando de cumplir con las normas de la S.C.T. y no como sucede en muchas ocasiones, que se buscan los materiales adecuados a las emulsiones de línea que existen en el mercado tal como ocurre en los E.U.A. La utilización de rebajados asfálticos y del cemento asfáltico del No 6 se dejaron de utilizar en México a partir del Año de 1996. Debido al incremento de su costo y al daño irreversible que causan los solventes al sistema ecológico, por lo que el uso adecuado de los cementos asfálticos mejora la calidad y diversidad de las emulsiones asfálticas, así como su aprovechamiento puesto que constituye con ventaja el sustituto natural de los asfaltos rebajados en los trabajos de pavimentación.

Figura 3.8

ESPECIFICACIONES PARA EMULSIONES ASFÁLTICAS

EMULSIONES ASFÁLTICAS ANIÓNICAS

CARACTERÍSTICAS	GRADO				
	Rompimiento Rápido		Rompimiento Medio	Rompimiento lento	
	RR-1	RR-2	RM-2	RL-1	RL-2
PRUEBAS AL MATERIAL ASFÁLTICO					
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C segundos	20-100		100 min.	20-100	20-100
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C segundos		75-400			
Residuo de la destilación, porcentaje en peso mínimo	57	62	62	57	57
Asentamiento en 5 días, diferencia en por ciento máx	3	3	3	3	3
Demulsibilidad					
35 ml. De 0.02N Ca Cl ₂ por ciento mínimo	60	50			
50 ml. De 0.10N Ca Cl ₂ por ciento máximo			30		
Retenido en la malla 20 por ciento máximo	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Miscibilidad con cemento portland, por ciento, máximo				2.00	2.00
PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACION					
Penetración, 25°C, 100g, 5 segundos grados	100-200	100-200	100-200	100-200	40-90
Solubilidad en tetracloruro de carbono %, mínimo	97.50	97.50	97.50	97.50	97.50
Ductilidad, 25°C, cm, mínimo	40	40	40	40	40.00

Nota. la viscosidad de las emulsiones no debe aumentar más 30% al bajar su temperatura (de 20°C a 10°C), ni bajar más de 30% al subir su temperatura (de 20°C a 40°C).

Figura 3 9
ESPECIFICACIONES PARA EMULSIONES ASFÁLTICAS

EMULSIONES ASFÁLTICAS CATIONICAS

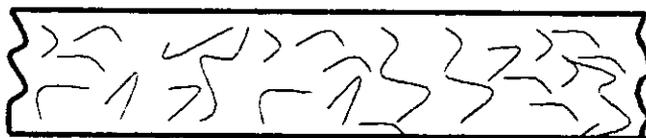
CARACTERISTICAS	GRADO					
	Rompimiento Rápido		Rompimiento Medio		Rompimiento lento	
	RR-2K	RR-3K	RM-2K	RM-3K	RL-2K	RL-3K
PRUEBAS AL MATERIAL ASFÁLTICO						
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C segundos	20-100	100-400	50-500	50-500		
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C segundos					20-100	20-100
Residuo de la destilación, porcentaje en peso mínimo	60	65	60	65	57	57
Asentamiento en 5 días, diferencia en porciento, máx.	5	5	5	5	5	5
Retenido en la malla No 20% máximo	0 10	0 10	0 10	0 10	0 10	0 10
Cubrimiento del agregado (en condiciones de trabajo)						
Prueba de resistencia al agua:						
agregado seco, por ciento de cubrimiento, mínimo			80	80		
agregado húmedo, por ciento de cubrimiento, mínimo			60	60		
Miscibilidad con cemento portland, por ciento, máximo					2	2
Carga de la partícula	positiva	positiva	positiva	positiva		
Ph, máximo					6 70	6 70
Disolvente en volumen por ciento, máximo	3	3	20	12		
PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACION						
Penetración, 25°C, 100g, 5 segundos grados	100-250	100-250	100-250	100-250	100-200	40-90
Solubilidad en tetracloruro de carbono %, mínimo	97	97	97	97	97	97
Ductilidad, 25°C, cm , mínimo	40	40	40	40	40	40

Nota: la viscosidad de las emulsiones no debe aumentar más 30% al bajar su temperatura (de 20°C a 10°C), ni bajar más de 30% al subir su temperatura (de 20°C a 40°C).

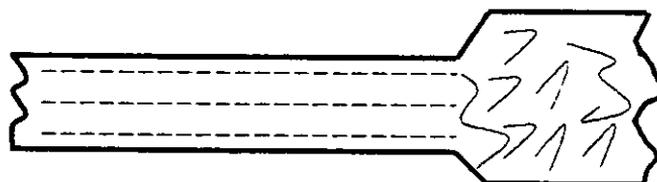
GEORED ABAJO DE LA CAPA DE ASFALTO (GEOREDES ORIENTADAS)

Son estructuras en forma de red, fabricadas a partir de láminas de polietileno de alta densidad y polipropileno. El proceso se inicia mediante la perforación de hoyos en la lamina, para posteriormente someter el material a calentamiento y orientación mediante rodillos giratorios en serie que jalan al material, obligándolo a elongarse en el sentido de la tracción. Los rodillos giran a velocidades mayores a

medida que la lámina avanza de un rodillo al siguiente. De esta manera se produce un incremento en la resistencia y el módulo del material, que se explica por el mismo efecto detallado para el caso de las fibras que componen a los Geotextiles (ver figura 3.10)



Filamentos sin estirar Cadenas Moleculares sin Orientación definida



Filamento estirado, Las Cadenas Moleculares se orientan en el sentido de la tracción

Figura 3.10

Cuando el proceso se lleva a cabo únicamente en un sentido, se producen las georedes uniaxialmente orientadas, se caracterizan por tener sus aberturas en forma de elipse. Para la elaboración de las mismas se utiliza el polietileno de alta densidad, siendo la relación de estiramiento aproximadamente es 8 a 1. Cuando el proceso de orientación se lleva a cabo sobre láminas de polipropileno y las mismas se orientan tanto en el sentido longitudinal como en el sentido transversal, se ha fabricado una geored biaxialmente orientada, se caracteriza por tener aberturas casi cuadradas como se muestra en la figura 3.11

GEOREDES ORIENTADA CARACTERISTICAS FISICAS (KOERNER)						
Nombre	Polimero		Abertura mm		Espesor mm.	
	PEAD	PP	MD	XD	Tiras	Nodos
UX- 1400	X		144.80	15.20	0.76	2.79
UX- 1500	X		144.80	15.20	1.27	4.32
UX- 1600	X		137.20	15.20	1.78	5.84
BX- 1100		X	25.40	33.00	0.76	2.79
BX- 1200		X	25.40	33.00	1.02	3.81
BX- 1300		X	45.7	63.20	1.27	4.32
PEAD	Polietileno de alta densidad					
PP	Polipropileno					
MD	Sentido longitudinal					
XD	Sentido transversal					

Figura 3 11

Las características generales de las georedes orientadas son: alta resistencia a la tracción, alto módulo y bajo flujo plástico. Por dichas características, en conjunto con su alta eficiencia en anclaje (debido a la trabazón de los elementos que lo componen con las partículas de los suelos y agregados), el área de aplicación por excelencia de este tipo de geosintéticos es la de refuerzo.

Propiedades Mecánicas de las Georedes Orientadas						
Producto	Resistencia kN/m %		Módulo secante a 2% de elongación kN/m %		Módulo secante a 2% de elongación kN/m %	
	Tracción/Elongación		MD	XD	MD	XD
Tensar	MD	XD	MD	XD	MD	XD
UX- 1400	54/15		731		497	
UX- 1500	86/15		1463		1050	
UX- 1600	117/15		1902		1384	
BX- 1100	12.30	20.50	205	293	167	257
BX- 1200	17.10	30.70	271	439	205	351
BX- 1300	15.70	26.90	219	431	197	336
PEAD	Polietileno de alta densidad					
PP	Polipropileno					

Figura 3.12

Aunque aparentemente existe una coincidencia en las áreas de aplicación de las georedes con la de los Geotextiles, una circunstancia, sin embargo hace diferentes ambos casos y ésta es la diferencia en características de flujo plástico de ambos tipos de materiales. Para el caso de las georedes orientadas, estos materiales pueden someterse a cargas estáticas correspondientes a 40% de su resistencia a la tracción, causando flujo plástico de menos del 10% a más de 1000 horas de prueba como se indica en la figura 3.12

GEOREJILLAS TENSAR PARA REFORZAR EL ASFALTO

Las georejillas Tensar ofrecen resistencia a los surcos o a las roturas de las superficies del pavimento de asfalto. Esto resulta en mayor tiempo de servicio con menor costo de reparación o mantenimiento reducidos.

Las roturas y surcos en los pavimentos de asfalto son provocados, en general por las cargas excesivas de las ruedas, por las capas que no se ajustan a las especificaciones, por la expansión o contracción provocada por las temperaturas excesivas. Las georejillas tensar confinan los agregados dentro del concreto asfáltico, reducen considerablemente los movimientos laterales, refuerzan la superficie del pavimento y retardan los surcos y las roturas de la superficie.

Las georejillas tensor pueden prolongar la duración los pavimentos de asfalto o reducir el grosor del concreto asfáltico sin perder el rendimiento funcional cuando se comparan con los tramos que no se reforzaron como se observa en la figura 3.13.



Figura 3 13

III.7 CARPETAS ASFÁLTICAS

La carpeta asfáltica es la capa superior de un pavimento flexible y proporciona la superficie de rodamiento para los vehículos, se elabora con materiales pétreos y productos asfálticos.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PÉTREOS

Los materiales pétreos para la construcción de carpetas son suelos inertes, provenientes de playones de ríos o arroyos, de depósitos naturales, denominados minas, o de rocas, los cuales por lo general requieren de cribado, triturado o ambas para poder utilizarse. Las características más importantes que deben satisfacer los materiales pétreos para carpetas asfálticas son: granulometría, dureza, forma de la partícula y adherencia con el asfalto.

En este caso la granulometría es de mucha importancia, y debe satisfacer las normas correspondientes, pues como los materiales pétreos deben cubrirse en su totalidad con el asfalto, si la granulometría cambia, también cambiará la superficie por cubrir. Ya que al aumentar o disminuir los finos, se afecta más la superficie por cubrir, que cuando hay un cambio en partículas gruesas las especificaciones toleran más los cambios en éstas que en aquéllas. Dependiendo del tipo de carpeta asfáltica será necesaria la granulometría y la tolerancia correspondiente.

CONTENIDO ÓPTIMO DE ASFALTO

El contenido óptimo de asfalto para una carpeta es la cantidad de asfalto que forma alrededor de las partículas, una membrana de tal espesor que sea suficiente para resistir los elementos del intemperismo es decir, que el asfalto no se oxide con rapidez y que no sea tan gruesa como para que la mezcla pierda estabilidad o resistencia y no pueda soportar las cargas de los vehículos.

En relación con la forma de las partículas, conviene que éstas sean lo más cúbicas por lo que no deben utilizarse materiales que contengan una cantidad grande en forma de lascas o de aguja, pues tienden a romperse con facilidad haciendo que cambie la granulometría.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS ASFÁLTICOS

El asfalto también llamado cemento asfáltico, es el último residuo de la destilación del petróleo y a temperaturas normales es sólido, de color café oscuro para poder ser mezclado con los materiales pétreos, debe calentarse a 140 grados centígrados por lo que para ello es necesario contar con una planta. Las especificaciones correspondientes se encuentran en la figura 3.14. el más utilizado en su momento fue el cemento no. 6 mismo que a sido sustituido por diferentes tipos de cemento asfáltico con las restricciones para su fabricación y aplicación en cada zona de la República Mexicana como se observa en la figura 3.15.

Figura 3 14

Especificaciones para cementos asfálticos				
CARACTERISTICAS	CEMENTOS ASFALTICOS			
	Núm. 3	Núm.6	Núm. 7	Núm. 8
Penetración, 100g 5s, 25°C, grados	180-200	80-100	60-70	40-50
Viscosidad Saybolt-Furoi A 135°C, s. mínimo	60	85	100	120
Punto de Inflamación (copa abierta de Cleveland), °C mínimo	220	232	232	232
Punto de reblandecimiento, °C	37-43	45-52	48-56	52-60
Ductividad, 25°C, cm mínimo	60	100	100	100
Solubilidad en tetracloruro de carbono, por ciento, mínimo		99.5	99.5	99.5
Prueba de la película delgada, 50 cm ³ , 5h, 163°C Penetración retenida, por ciento mínima	40	50	54	58
Perdida por calentamiento, por ciento máximo	1.4	1.0	0.8	0.8

Figura 3 15

Tipo de Asfalto	Región que se recomienda para su empleo tentativamente, para mezclas y elaboración de emulsiones asfálticas
AC-5	Aiguinas partes de la Sierra Madre Occidental comprendidas en los Estados de Durango y Chihuahua
AC-10	Regiones Central y Altiplano
AC-20	Regiones costera del Golfo y Pacifico hasta el estado de Sinaloa incluyendo Baja California Sur
AC-30	Región norte y noreste excluyendo al estado de Tamaulipas

TIPOS DE CARPETAS ASFÁLTICAS

Existen tres tipos de carpetas asfálticas más usadas en el país: por riegos, mezclas en el lugar y mezclas en caliente (en planta)

Las carpetas por riegos consisten en una serie de capas sucesivas de productos asfálticos y pétreos sobre la base impregnada

Las mezclas asfálticas elaboradas en el lugar, se ejecutan utilizando materiales pétreos de granulometría continua, las normas establecen dos zonas que se establecen en la figura, la Granulometría de los pétreos debe tener una forma semejante a las que marcan las fronteras entre las zonas, el material pétreo se mezcla a la temperatura ambiente, se pueden utilizar en la mezcla: rebajado asfáltico FR-3 (que se caliente a la temperatura adecuada) o emulsión de fraguado medio, la mezcla se puede realizar con motoconformadoras o con mezcladores semifijas

CARPETAS DE CONCRETO ASFÁLTICO

Las carpetas de concreto asfáltico son mezclas de materiales pétreos y cemento asfáltico: como éste último a temperatura ambiente es sólido, es necesario que la elaboración se efectúe en una planta en la que se caliente hasta 140 grados centígrados y, por consiguiente también se calienta el material pétreo lo que se hace hasta la temperatura de 160 grados centígrados

Debido a las características del cemento asfáltico, este tipo de carpetas tienen características de tipo elástico, con ruptura de tipo frágil y de poca resistencia, principalmente a bajas temperaturas por lo que este tipo de carpetas no deben construirse sobre bases naturales, con módulos de elasticidad bajos que pueden tener deformaciones bajo la acción del tránsito si no que se deben construir sobre bases rigidizadas con cal hidratada o cemento portland o sobre bases asfálticas

El material pétreo que se utiliza en este caso, en general es roca triturada del tipo de basalto, andesita o reolita sanos, aunque también pueden ser bancos de grava-arena, de minas, playones de río arroyo, conviene que estos dos últimos tengan bastante desperdicios de triturar ya que muchas veces son materiales redondeados puede ser que la mezcla no pase las normas de resistencia pero al triturarse se producen superficies rugosas que mejoran su calidad.

Para este tipo de carpetas las normas son muy exigentes en lo que a granulometría se refiere y marcan una sola zona granulométrica (ver figura) relativamente angosta, en donde debe quedar alojada la curva de proyecto. Esta curva está en función de la dureza y densidad del material y el equipo de trituración del contratista, en el que algunos casos deben hacerse cambios o ajustes para dar cumplimiento a las especificaciones.

III.B- PAVIMENTO TRADICIONAL

La estructuración de la sección transversal de una vía terrestre como cualquier obra de ingeniería debe ser funcional, es decir debe cumplir con las finalidades para la cual fue proyectada y por ende debe ser

económica, lo que indica que en la construcción, operación, mantenimiento y/o conservación se debe tener los costos más económicos.

Como las tecnologías actuales se basan principalmente en conocimientos empíricos, existe la posibilidad de personas ajenas a estas obras, sin ninguna base práctica presenten tecnologías en las que en el mejor de los casos resultan estructuras muy sobradas y desprecian la labor del profesional de la ingeniería de pavimentos, ya que en general, estas tecnologías se presentan en forma de recetas y el proyectista no tiene oportunidad de hacer el mejor uso de los materiales cercanos a las obras para que estas, siendo funcionales, también sean económicas. En muchas ocasiones, estas personas sin juicio técnico pueden tener poder político y de esta manera provocar un encarecimiento de las obras y disminución de los programas de construcción, dejando sin comunicación vastas zonas, sobre todo en países en vías de desarrollo como es el caso de México.

En general las tecnologías para el proyecto de pavimentos flexibles que actualmente están en vigor en el mundo son de tipo empírico y se basan en los siguientes aspectos.

Cumplimiento de las normas de calidad de los materiales y observación de los procedimientos de construcción

Elección de una prueba de resistencia

Correlación de los resultados de la prueba de resistencia con el comportamiento real de los pavimentos.

Para la determinación de los espesores de un pavimento flexible existen varios métodos como son:

Método de Hveem

Este método está en uso en el estado de California EUA y se basa en cuatro pruebas:

Exudación, expansión, estabilidad, cohesión

Método triaxial de Texas

Como lo indica su nombre este método está basado en pruebas triaxiales se usa en el estado de Texas y Kansas EUA

Métodos basados en el valor relativo de soporte (VRS)

El método de proyecto de pavimentos basado en el VRS fue inicialmente utilizado en el estado de California, donde seguramente el inventor fue el Sr. Porter dándole la denominación de California Bearing Ratio (CBR) este método se define como la relación en porcentaje de las resistencias a la penetración del material en estudio y la de un material estándar (caliza triturada) obtenido de la prueba Porter estándar

R.P.M E: Resistencia a la penetración del material en estudio

$$VRS = \frac{R \cdot P \cdot M \cdot E}{R \cdot P \cdot M \cdot e} \cdot 100$$

R.P.M.e: Resistencia a la penetración del material estándar triturados de piedra caliza con un valor de 1360 Kg

La prueba de resistencia más usada en el mundo, aún en métodos más modernos y elaborados, es la del valor relativo de soporte (VRS), aunque su aplicación varía con las modalidades adoptadas por las agencias de caminos nacionales o estatales (departamentales) para elaborar los especímenes o interpretar los resultados de las pruebas.

Este método se emplea en California, Kentucky y Wyoming EUA.

Método del cuerpo de Ingenieros

Basada también en el valor relativo de soporte, con la variante en la prueba Porter estándar para la compactación, no se realiza de manera estática, se lleva a cabo de manera dinámica para 12, 28 y 56 golpes con estos resultados se obtiene una gráfica que muestra las curvas VRS-humedad de donde se desprende otra gráfica VRS-PVS.

METODO DE DISEÑO DE LA UNAM PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

El criterio de diseño desarrollado por el instituto de ingeniería para la estructura de un pavimento flexible toma el modelo de comportamiento a fatiga que supone que la carretera tiene una resistencia relativa uniforme en todas las capas de su estructura y llega a la falla funcional cuando ha soportado el número de cargas estándar especificado para la vida de proyecto.

Se emplean los conceptos de capacidad de carga en suelos cohesivos y la teoría de distribución de esfuerzos verticales δ_z de Boussinesq deducida para una placa circular flexible de radio a , apoyada uniformemente en la superficie de un medio elástico, homogéneo e isótropo, para aplicarse al caso de una estructura de capas múltiples, en la cual las gráficas a dimensionales esfuerzo - deformación de los materiales son iguales.

El esfuerzo vertical se considera un indicador adecuado del comportamiento a cargas repetidas en la capa correspondiente. Se supone que las carpetas asfálticas son delgadas y que su duración a la falla depende de la resistencia a la tensión.

El criterio de diseño está limitado al caso típico de las estructuras empleadas en México, donde el espesor de proyecto de las carpetas de concreto asfáltico rara vez excede de 10 cm. Y las demás capas del pavimento están constituidas por materiales granulares o suelos finos estabilizados mecánicamente por compactación. En el caso de carpetas asfálticas varían las hipótesis de diseño y se toman en cuenta los esfuerzos radiales que pueden producir fallas por fatiga a la tensión en el concreto asfáltico. De manera semejante, en el caso de bases y sub-bases estabilizadas con asfalto, cal o cemento.

ASPECTOS SIGNIFICATIVOS QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO METODO DE LA UNAM

a) Determinación de la resistencia de los materiales. Se efectúan pruebas de compactación y resistencia en laboratorio en intervalos amplios a varios sondeos de materiales, determinando la resistencia mínima de la capa sub-rasante, sub-base y base empleando criterios similares; donde se estima el $\widehat{V.R.S.}$ medio y su coeficiente de variación (V), mismo que se fija de acuerdo con las condiciones esperadas en campo.

- b) Determinación del tránsito equivalente. El tránsito equivalente o número de cargas estándar acumulado final del periodo de análisis (ΣL), requiere de la determinación previa de los coeficientes de daño por eje y por vehículo, mismo que se obtiene de realizar un estudio de aforo vehicular y la utilización de los nomogramas ya establecidos.
- c) Asignación del nivel de confianza. Este rango es estimado de acuerdo al control de calidad durante el proceso de la construcción y conservación de la vialidad por lo que puede considerarse un nivel de confianza relativamente bajo $Q_u = 0.80$.
- d) Determinación de espesores. Para la obtención de los espesores mínimos equivalentes requeridos sobre una capa de material se utilizan los nomogramas correspondientes al nivel de confianza (Q_u) elegido, siendo los argumentos ΣL y $\sqrt{V.R.S.}$

Método de la Porter modificado (Padrón)

En México se inició la construcción de caminos en el año de 1925 con los que, partiendo de la capital, unirían a las poblaciones de Puebla, Veracruz, Guadalajara, Laredo; estas obras fueron proyectadas y construidas por compañías extranjeras siendo hasta la década de los cuarenta en que los ingenieros nacionales se hicieron cargo de estas obras y se vieron en la necesidad de utilizar un método para proyectar pavimentos, por lo que se interesaron en establecer o adoptar una prueba de resistencia que fuera sencilla pero eficaz para este fin, con lo que se dieron a la tarea de revisar los estudios realizados por el Sr. Porter y la técnica que empezaban a utilizar el cuerpo de ingenieros del Ejército de EUA.

Los resultados de la investigación, que se llevó más de ocho años se dieron a conocer en el Quinto Congreso Panamericano de Carreteras, celebrado en Lima, Perú, en 1951, por el Ingeniero Rodrigo Padrón Llaca que fue el que la dirigió, auxiliado y asesorado por otros ingenieros como Juan Oropeza Clark, Manuel Bustamante Velasco y Luis Guzmán Garduño, quien era jefe del Departamento de Investigaciones y Laboratorios (DIL) de la extinta Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas donde todos ellos laboraban.

En la ponencia Mexicana al congreso mencionado, se describía la investigación realizada y se daba a conocer la prueba Porter modificado que en justicia debió haberse llamado "Prueba Padrón", de acuerdo a la práctica que se tiene en otros países de honrar de esa manera a las personas que destacan en alguna actividad.

La prueba Porter Modificado (Padrón), consiste en obtener el valor relativo de soporte de un espécimen compactado estáticamente para obtener la combinación de peso volumétrico y humedad que el proyectista crea conveniente de acuerdo a las condiciones críticas que se esperan en la obra, a diferencia de la Prueba Porter Estándar la Prueba Porter Modificado (Padrón) no se satura.

Con la finalidad de obtener los resultados requeridos en el proyecto de un pavimento se procede de la siguiente manera:

Se requiere obtener la resistencia (VRS) así como la humedad de o los materiales que se pretenden emplear en el cuerpo del terraplén y capa sub-rasante por medio de un muestreo en la obra o en el banco de materiales, para lo cual se emplea la prueba de la Porter modificado (Padrón), dicha prueba se

explica ampliamente en el capítulo VI control de calidad. En las figuras siguientes 3.16, 3.17, 3.18, 3.19 y 3.20 se da un por menor de los elementos, estudios y pruebas necesarios para realizar el proyecto de un pavimento flexible utilizando el método de la PORTER MODIFICADO PADRON.

Elementos económicos y regionales que se deberán considerar en la estructuración de la sección transversal de una vía terrestre.

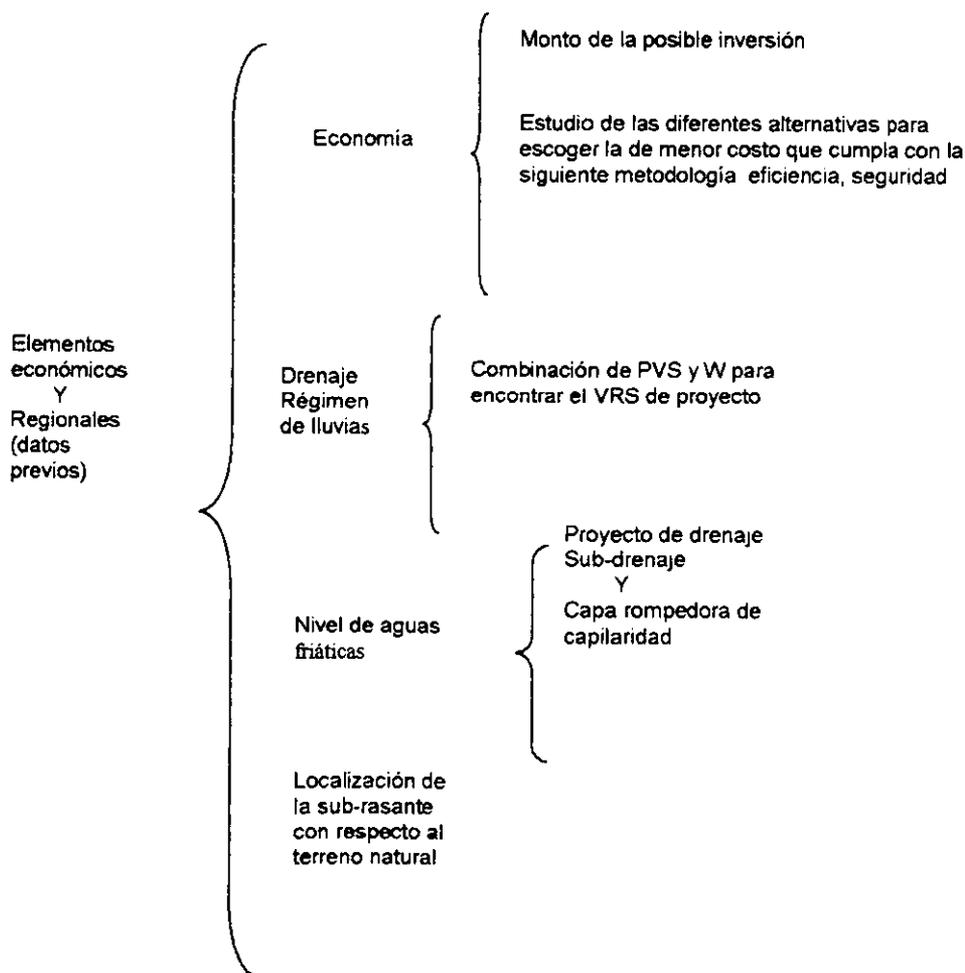


Figura 3.16

Pruebas que se realizan a los materiales de terracerías para el proyecto de la sección estructural de una vía terrestre Método de la Porter modificado (Padrón)

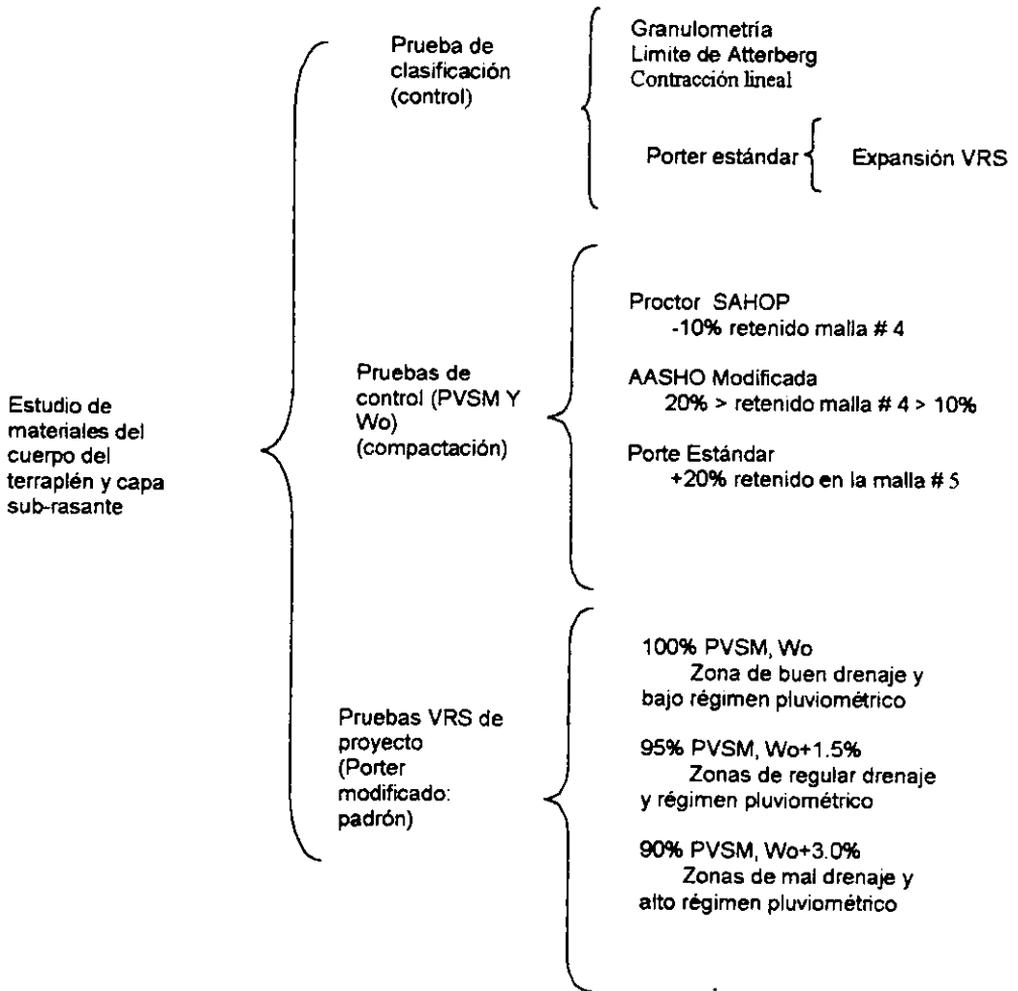


Figura 3.17

Pruebas que se realizan a los materiales de sub-base, base y carpeta asfáltica para el proyecto de una sección estructural de una vía terrestre. Método de Porter modificado (Padrón)

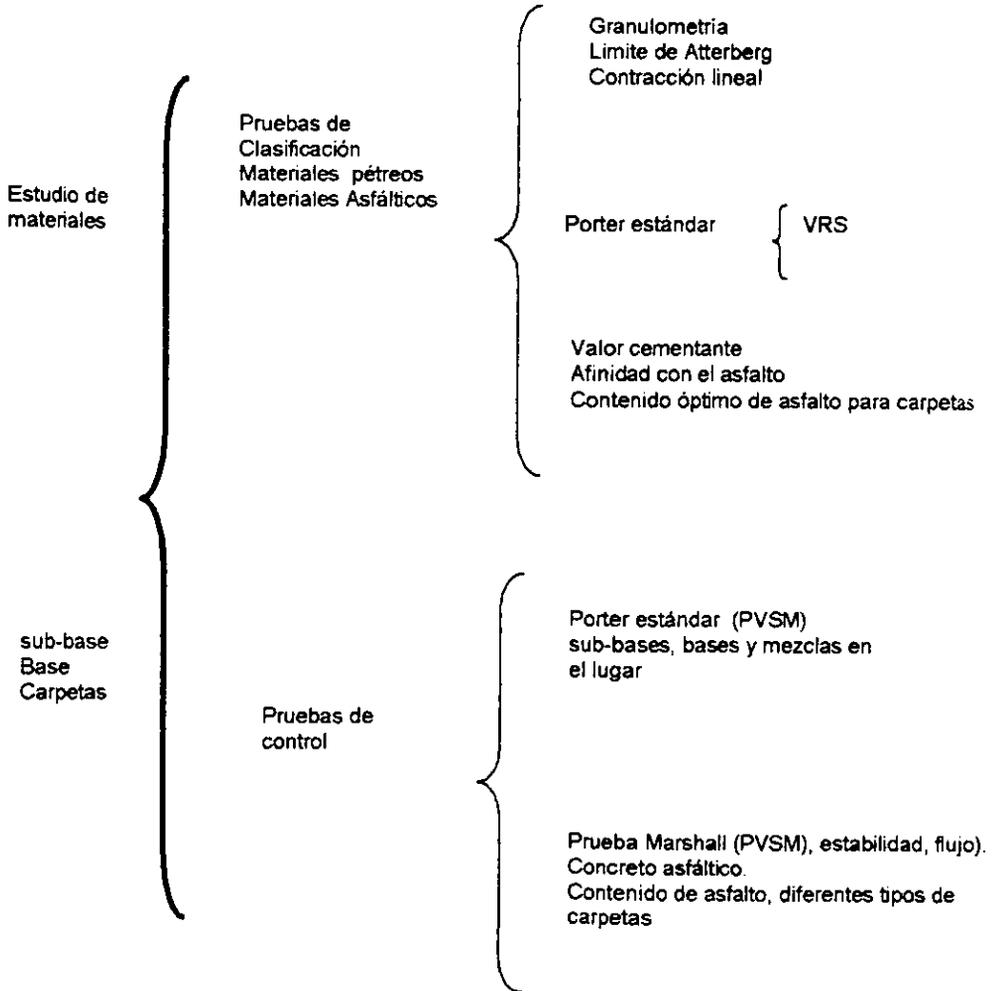


Figura 3.18

Características del tránsito para el proyecto de la sección estructural de una vía terrestre con pavimento flexible

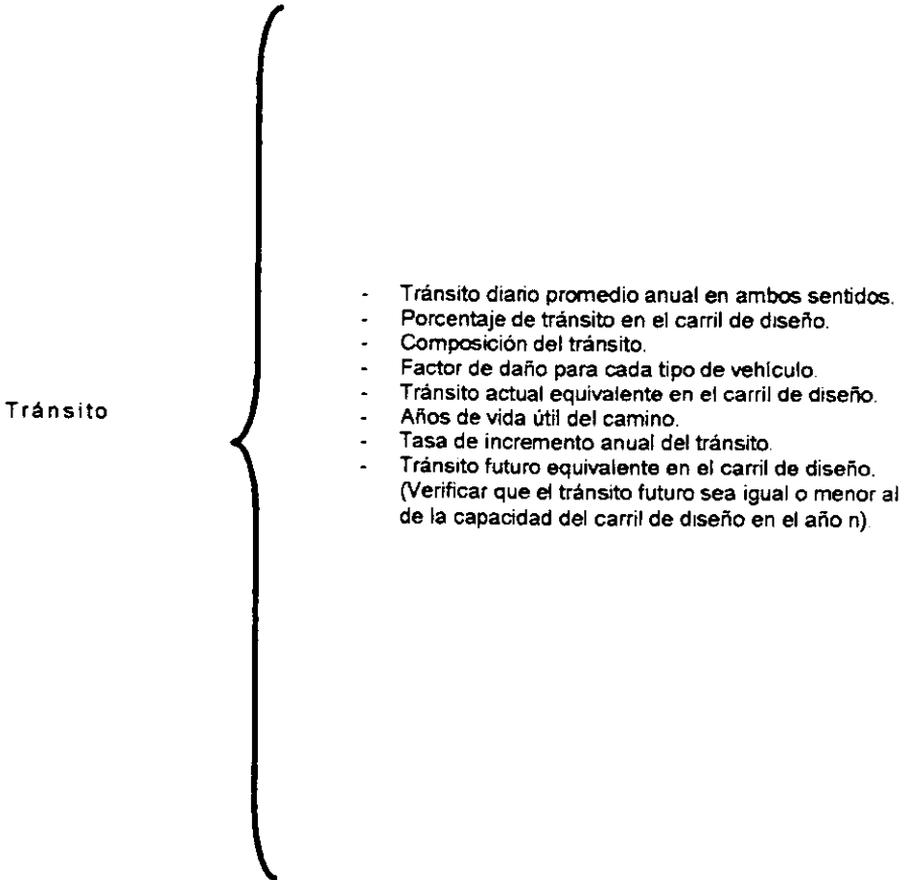


Figura 3.19

Elemento para la estructuración final de una vía terrestre. Método de Porter modificado (Padrón).

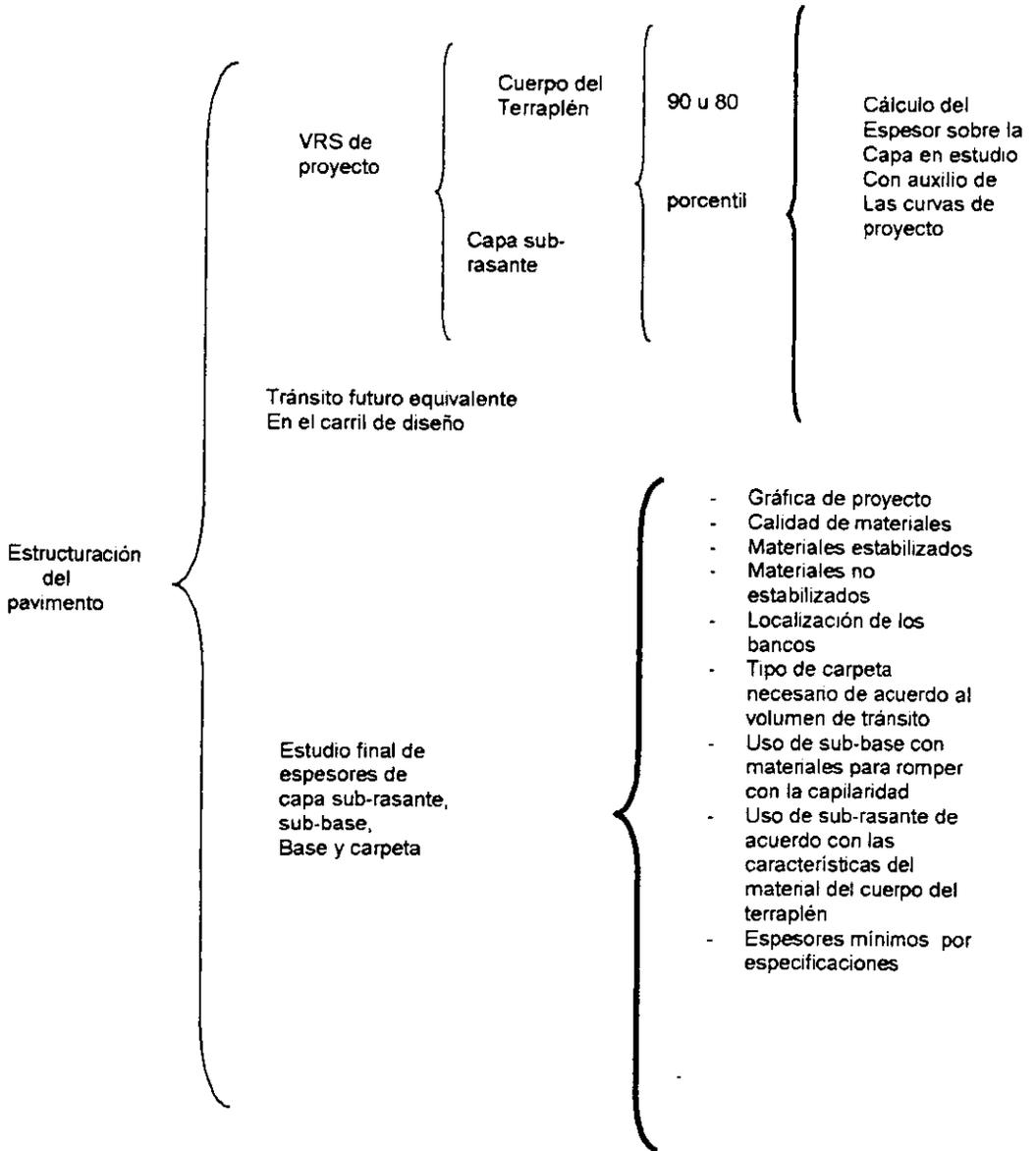
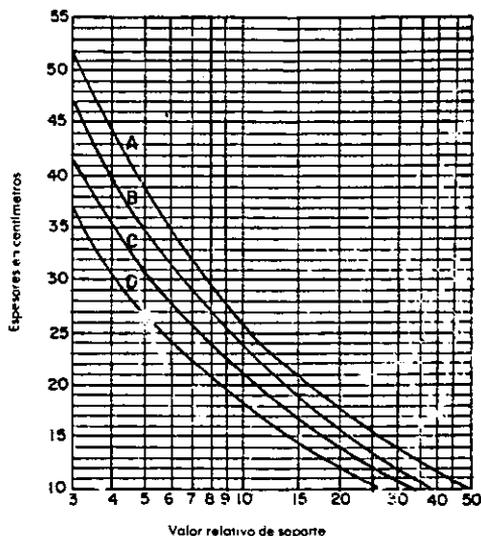


Figura 3.20

Para el cálculo de espesores basados en esta prueba de Porter modificado, de acuerdo con La experiencia obtenida durante la investigación antes mencionada, se realizaron tres nomogramas, en el primero se tomo el tránsito mezclado en un sentido de circulación y se excluyen los vehiculos con menos de 3 ton. Cada una de las curvas corresponde al volumen de tránsito que se indica en la figura 3.21 el espesor que se obtenía en las ordenadas se refería sólo a base más sub-base y el espesor de carpeta quedaba a juicio del proyectista.



INTENSIDAD DE TRANSITO DE VEHICULOS CON CAPACIDAD DE CARGA IGUAL O SUPERIOR A 3 TON METRICAS, CONSIDERANDO EN UN SOLO SENTIDO	CURVA APLICABLE PARA PROYECTO DE ESPESORES	TIPO RECOMENDABLE DE CARPETA ASFALTICA
Mayor de 1000 vehiculos al dia	A	Mezcla en planta
De 600 a 1000 vehiculos al dia	B	Mezcla en el lugar o mezcla en planta
De 200 a 600 vehiculos al dia	C	Tratamiento superficial triple o mezcla en el lugar
Menor de 200 vehiculos al dia	D	Tratamiento superficial simple o doble

Gráficas de proyecto utilizadas inicialmente para el proyecto de espesores de pavimento de acuerdo al método de Porter modificado (padrón). Figura 3.21

Este nomograma sólo se utilizó durante dos o tres años, ya que se observó que proporcionaba espesores reducidos, y que por otro lado, el volumen y peso de los vehículos estaba aumentando, esto dio la pauta para elaborar el segundo nomograma con las curvas que se muestran en la figura 3.22 las cuales se han usado desde el año de 1957, teniendo características semejantes a las primeras, pero proporcionan mayores espesores de pavimento y corresponden a volúmenes de tránsito mayores.

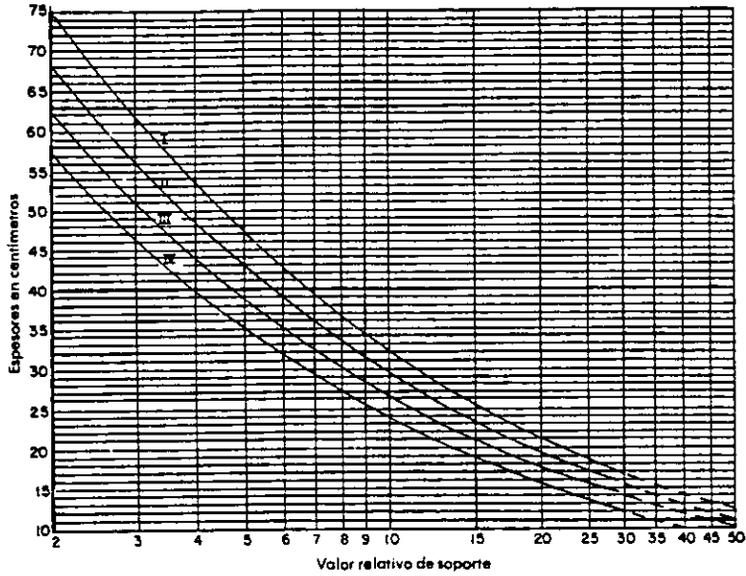
Al paso del tiempo en las carreteras nacionales se fue incrementando el volumen así como el peso del tránsito, por lo que se tuvo la necesidad de contar con gráficas para volúmenes mayores a los que se marca para las curvas anteriores, por otro lado se hace necesario actualizar en forma técnica estas nuevas curvas, introduciendo el tránsito equivalente en función de ejes de 8.2 ton.

En vista de que se han tenido resultados aceptables durante el tiempo que ha estado vigente este método, el Ing. Fernando Olivera calculó el tránsito equivalente en ejes de 8.2 ton. Utilizando los factores de la AASHO que corresponde prácticamente a los que propone la UNAM, para las curvas I y IV actuales y para la de menos de 200 vehículos diarios del primer nomograma utilizado. Los tránsitos equivalentes resultaron de 8 031 600; 625 250 y 70 075 respectivamente.

Los datos anteriores se llevaron a un rayado semilogarítmico obteniendo las curvas de la tabla No. 13 las cuales se extrapolaron hasta 200 millones de ejes, que resulta exagerado, pues cuando en un carril se llega a una cantidad del orden de 125 millones de ejes equivalentes que han transitado sobre él, durante 15 o 20 años, lo más probable es que ya se haya llegado a su capacidad y ese carril no es forzoso que requiera un mayor espesor de pavimento sino que se necesita que el camino cuente con mayor número de carriles.

En la figura 3.23 se muestra el 3^{er} nomograma de proyecto que a la fecha se utiliza, para calcular los espesores de pavimento de acuerdo al método de la Porter modificada (Padrón).

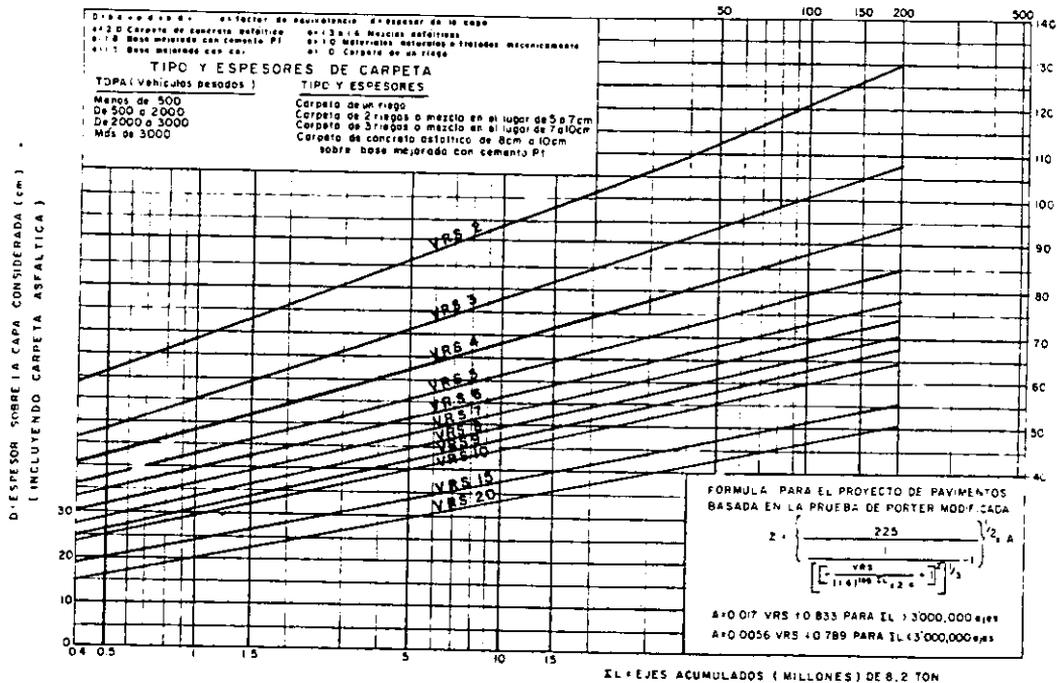
GRAFICA PARA CALCULAR EL ESPESOR MINIMO DE SUBBASE MAS BASE EN PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA CAMINOS EN FUNCION DE V. R. S. DE LA SUBRASANTE.



INTENSIDAD DE TRANSITO DE VEHICULOS CON CAPACIDAD DE CARGA IGUAL O SUPERIOR A 3 TON METRICAS, CONSIDERADO EN UN SOLO SENTIDO	CURVA APLICABLE PARA PROYECTO DE ESPESORES	ESPESOR MINIMO DE BASE
Menos de 500 vehiculos al día	IV	12 cm
DE 500 a 1000 vehiculos al día	III	12 cm
De 1000 a 2000 vehiculos al día	II	15 cm
Más de 2000 o Autopistas	I	15 cm

Gráficas de proyecto modificadas para el proyecto de espesores de pavimento figura 3.22

GRAFICA PARA LA ESTRUCTURACION DE UNA OBRA VIAL EN BASE A VRS OBTENIDO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA



Gráficas de proyecto para el método de Porter modificado (Padrón) propuesta por el Ing. Fernando Olivera Bustamante con base al transito equivalente (8.2 ton) acumulado durante la vida útil de la obra figura 3.23.

Los elementos necesarios para poder utilizar este método son los siguientes.

Tránsito equivalente durante la vida útil del pavimento

Valor relativo de soporte (VRS) para el cuerpo del terraplén

Valor relativo de soporte (VRS) para capa sub-rasante

Con el VRS del cuerpo del terraplén y el dato del tránsito, en el nomograma se localiza el espesor D_1 ; con el correspondiente a la capa sub-rasante se localiza el espesor D_2 . La diferencia de estos valores es el valor de la capa sub-rasante necesario para resistir las cargas; sin embargo como ya se hizo mención con anterioridad esta capa puede tener hasta cinco funciones además de las estructurales por lo que su espesor debe ser de 30cm como mínimo como se observa en la figura 3.24.

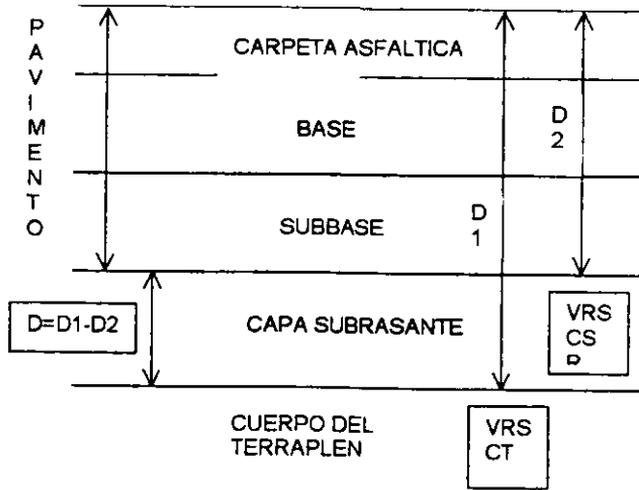


Figura 3.24 que muestra en forma objetiva los espesores D_1 y D_2 para la estructuración de una vía terrestre con pavimento flexible. Método de Porter modificado (Padrón)

Así, si en los cálculos se obtiene un espesor menor, se deberá aumentar por especificación hasta la cantidad de 30 cm.

Sólo en ocasiones cuando el material del cuerpo del terraplén es de baja calidad y el tránsito intenso, al efectuar los cálculos correspondientes se pueden tener espesores de capa sub-rasante mayor de 30 cm. Como recomendación lo anterior deberá evitarse y en el caso que se tengan buenos materiales en el

cuerpo del terraplén, se puede reducir el número de pruebas de resistencia para proyecto en estos materiales bajo la capa sub-rasante y sólo realizar algunas pruebas por seguridad.

El espesor de las capas de pavimento, (Carpeta Asfáltica, Base y de la sub-base), se lleva acabo partiendo de D2 que corresponde a gravas naturales o estabilizadas en forma química o con asfalto, adquiriendo mayor resistencia que los naturales, el espesor de la capa donde intervienen se puede reducir, para ello se recomienda utilizar los factores de equivalencia siguiente:

Tipo de materia	factor de equivalencia
Carpeta de concreto asfáltico	2.00
Carpeta de mezcla en el lugar de buena calidad	1.80
Carpeta de mezcla en el lugar de regular calidad	1.30
Base estabilizada con cemento Portland	1.80
Base estabilizada con cal	1.50
Carpeta de tres riegos	1.30
Carpeta de uno o dos riegos	1.00
Material natural	1.00

Elementos necesarios utilizados para la determinación de espesores en un pavimento flexible mediante el método Porter modificado

VALOR RELATIVO DE SOPORTE DE PROYECTO

VRS de proyecto para el cuerpo del terraplén (%)

VRS de proyecto para capa de sub-rasante (%)

TDPA Transito diario promedio anual (vehiculos)

Porcentaje para el carril de diseño

Para dos carriles se considera el 60% y el 65% del TDPA

Para cuatro carriles se considera el 50% del TDPA

Composición del transito

A Automóvil (%)

B Autobús (%)

C Camiones (%)

Periodo diseño (años)

Tasa de incremento anual

Hoja de cálculo para espesores de pavimentos flexibles método de Porter modificado (Padrón)

Nomograma de proyecto por el método de Porter modificado (Padrón)

Cálculo de la estructura de un pavimento en la zona del valle de México (en el Municipio de Chimalhuacán Estado de México) por el método de Porter modificado (Padrón):

Conociendo los datos necesarios se calcula el espesor de una vialidad primaria de dos carriles

VRS de proyecto para el cuerpo del terraplén = 3%

VRS de proyecto para capa sub-rasante = 7%

TDPA = 6480 vehículos

Porcentaje para el carril de diseño = 60% por ser de dos carriles

Periodo de diseño = 20 años

Tasa de incremento anual = 8%

Composición del tránsito

Vehículos con menos de 15ton.	40%
Autobuses	10%
Camiones de 17 ton.	20%
Camiones de 25 ton.	15%
Camiones de 40 ton.	10%
Camiones de 70 ton.	5%

Solución:

- Los datos se registran en la hoja de cálculo para el proyecto como se muestra en la figura 3.25
- se calcula el tránsito para el carril de diseño = $8500 \times 0.60 = 5100$ vehículos
- Se calcula el factor de proyección del tránsito a futuro por medio de la siguiente fórmula:

$$C = \frac{(1+r)^n - 1}{r} 365$$

Donde:

C = factor de proyección del tránsito a futuro (vehículos)

r = tasa de incremento anual (%)

n = periodo de diseño (años)

Por lo que se tiene:

$$C = \frac{(1+0.08)^{20} - 1}{0.08} \times 365 \text{ días} = 16,703 \text{ vehículos}$$

3. - Se calcula la distribución del tránsito (en numero) columna 3 de la tabla No. 14, multiplicando el valor del tránsito en el carril de diseño por el porcentaje de su composición Vehicular valor de la columna 2.
- En la columna 4 se colocan los coeficientes de equivalencia que para cada tipo de vehículo que le corresponda según figura 3.26.

FIGURA 3.25
Hoja de cálculo de espesores para pavimentos flexibles
método de la prueba PORTER MODIFICADO (Padrón)

Obra: Pavimentación Av. Chimalhuacan Fecha: 17 de Abril del 2000
 Tramo: Av. Chimalhuacan Subtramo: Prolongación Av. Chimalhuacan

Datos para proyecto:

Tránsito diario promedio anual en dos sentidos (TDPA) **8500** Vehículos

Tránsito en el carril de diseño (60%) = **5100** Período de diseño (n) = **20** Años

Tasa anual de crecimiento (r) = **8%** Factor de proyección al futuro (c) = **16703**

Tipo de vehículos	Distribución del tránsito (%) (2)	Distribución del tránsito (Núm) (3)	Coefficiente de equivalencia (4)	Ejes sencillos equivalentes de 8.2 ton. (5)
Vehículos hasta 15 ton.	40	2040	0.06	122
Autobuses	10	510	2.10	1071
Camiones (15 a 23 ton.)	20	1020	2.10	2142
Tractor c/semirremolque (25 a 33 ton.)	15	765	4.10	3137
Camión c/remolque (35 a 55 ton.)	10	510	6.40	3264
Tractor c/semi. y remolque (65 a 85 ton)	5	255	8.40	2142
			suma	11878

Tránsito equivalente acumulado al final de la vida útil = factor de proy. (C) X suma = **16703** × **11878** **198,397,953**

Cálculo de espesores

VRS de diseño del cuerpo del terraplén **3** %
 D1 = Espesor de capa subrasante + pavimento **108** cm de grava
 VRS de diseño de la capa subrasante **7** %
 D2 = Espesor del pavimento **73** cm de grava

Estructuración del pavimento

Capa	Tipo	Esp. Real (cm)	Fac. de Conv.	Espesor de gravas (cm)		
				por capa	de pavimento	Total
Carpeta		8	2	16		
Base		15	1.5	23		
Subbase		35	1	35		
Subrasante		35	1	35	74	109

Factor de proyección a futuro

$$C = \frac{(1+r)^n - 1}{r} \quad 365$$

$$C = \frac{(1+0.08)^{20} - 1}{0.08} \quad 365$$

16703

FIGURA 3.26
COEFICIENTES DE EQUIVALENCIA

TIPO DE VEHÍCULOS	PESO TOTAL (TON)	COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA	PESO DE EJES CARGADOS (TON.)					
			TRACTOR		CAJA	REMOLQUE		
			DELANTERO	TRASERO		DELANTERO	TRASERO	
Automóvil								
A2	2	0.003	1 (s)	1 (s)				
Autobús								
B2	15.5	2.00	5.5 (s)	10 (s)				
B3	20	1.8	5.5 (s)	14.50 (t)				
B4	27	2.3	9 (t)	18 (t)				
Camiones								
A' 2	5.5	0.06	1.70 (s)	3.8 (s)				
C2	15.5	1.8	5.5 (s)	10 (s)				
C3	23.5	2.2	5.5 (s)	18 (t)				
C4	28	2.5	5.5 (s)	22.50 (tr)				
T2-S1	25.5	4.00	5.5 (s)	10 (s)	10 (s)			
T2-S2	33.5	4.2	5.5 (s)	10 (s)	18 (t)			
T3-S2	41.5	4.3	5.5 (s)	18 (t)	18 (t)			
C2-R2	35.5	5.5	5.5 (s)	10 (s)		10 (s)	10 (s)	
C3-R2	43.5	6.3	5.5 (s)	18 (t)		10 (s)	10 (s)	
C3-R3	51.5	6.3	5.5 (s)	18 (t)		10 (s)	18 (t)	
T2-S1-R2	48.5	6.1	5.5 (s)	10 (s)	10 (s)	10 (s)	10 (s)	
T3-S3	50.5	6.00	5.5 (s)	18 (t)	22.50 (tr)			
T2-S2-R2	53.5	6.4	5.5 (s)	10 (s)	18 (t)	10 (s)	10 (s)	
T3-S1-R2	53.5	6.6	5.5 (s)	18 (t)	10 (s)	10 (s)	10 (s)	
T3-S2-R2	61.5	8.4	5.5 (s)	18 (t)	18 (t)	10 (s)	10 (s)	
T3-S2-R3	69.5	8.2	5.5 (s)	18 (t)	18 (t)	10 (s)	18 (t)	
T3-S2-R4	77.5	8.00	5.5 (s)	18 (t)	18 (t)	18 (t)	18 (t)	

SIMBOLOGIA: (s) = eje sencillo; (t) = eje tándem; (tr) = eje triple.

Para obtener los valores de la columna 5 (conversión a ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas)

Se multiplica el valor de la columna 3 por el valor de la columna 4 es decir distribución del tránsito (numero) por el coeficiente de equivalencia de 8.2 toneladas

- se obtiene la sumatoria de la columna 5

Para obtener el tránsito equivalente acumulado al final de su vida útil se multiplica el resultado de la Sumatoria de la columna 5 por el factor de proyección al futuro, Es decir:

Factor de proyección (C) X Sumatoria de la columna 5

4. - Con el dato del tránsito acumulado en ejes de 8.2 Ton. Al final de la vida de proyecto, el V.R.S. de proyecto del cuerpo del terraplén y el nomograma de proyecto (método de Porter modificado Padrón) Se obtiene el espesor necesario desde la parte inferior de la capa sub-rasante hasta al superficie de rodamiento.

El nomograma se utiliza de la siguiente manera:

Los valores del tránsito acumulado se localiza en el eje de las "X", el valor del V.R.S. se localiza en las líneas diagonales del nomograma (valores que oscilan entre V.R.S. de 2 a 20%) donde se intercepten los valores de tránsito acumulado y el V.R.S. del terraplén se traza una línea paralela al eje "X" hasta cortar la línea final derecha eje "Y" donde se localizan los valores del espesor D1.

Para el presente estudio se tienen los siguientes valores con los que se entra al nomograma de proyecto.

V.R.S. de proyecto del cuerpo del terraplén = 3%

Tránsito acumulado en ejes de 8.2 ton. Al final de la vida de proyecto = 198, 397, 953 vehiculos valor obtenido en la tabla de proyecto.

Obteniendo el espesor D1 = 108 cm. Como se ilustra en la figura 3.27.

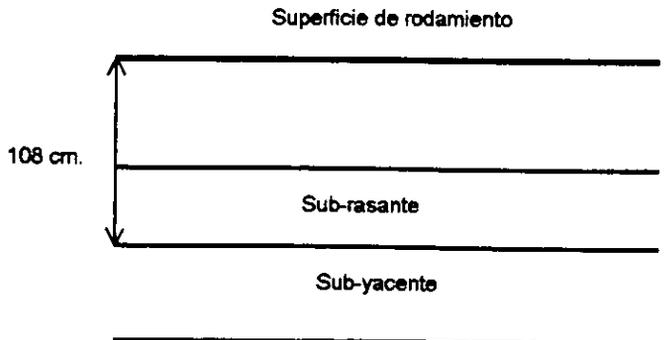


Figura 3.27 resultado del espesor

Con el mismo valor del tránsito acumulado en ejes de 8.2 ton. Al final de la vida de proyecto = 198, 397, 953 vehiculos, pero ahora con el V.R.S. de proyecto del material de capa sub-rasante = 7% utilizando el mismo nomograma, se obtiene el espesor de la estructura del pavimento (sub-base, base y carpeta asfáltica) D2 = 73 cm. Observar figura 3.28

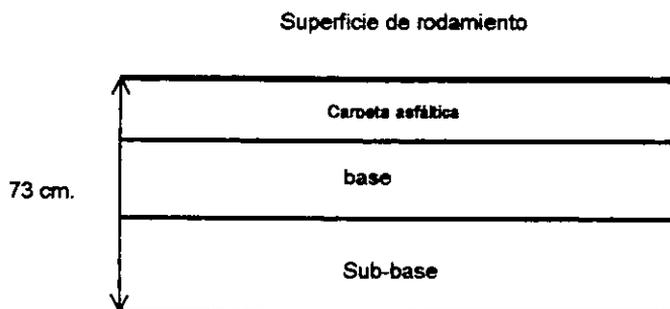


Figura 3.28 estructura del pavimento

5. - Teniendo estos dos valores de los espesores, se procede a calcular la capa sub-rasante resultando de la diferencia de dichos espesores "D1-D2" es decir:

$$\text{sub-rasante} = D1 - D2 = 108 \text{ cm.} - 73 \text{ cm.} = 35 \text{ cm.}$$

6. - Se procede a calcular las capas de pavimento procediendo de la siguiente manera:

Se presupone el 30% de vehículos con menos de 5 ton. Con lo que se tiene la cantidad de vehículos actuales con peso mayor a 5 ton. = 70% x TDPA

$$\text{Vehículos actuales con peso mayor a 5 ton.} = 0.70 \times 8,500 = 5,950 \text{ vehículos / día}$$

Las recomendaciones que se localizan en las curvas de proyecto (nomograma) para mas de 3,000 vehículos pesados actuales se recomienda carpeta de concreto asfáltico de 8 a 10 cm. De espesor (con factor de conversión de grava "a" a = 2 estos factores de conversión se localizan en la margen izquierda superior del nomograma.

El espesor de carpeta para este ejemplo se considera de 8 cm., Por especificación el espesor de una base hidráulica como mínimo es de 15 cm. Para mas de 3,000 vehículos se recomienda que la base sea rigidizada con cal o cemento portlan, en el ejemplo se utiliza cal como material para rigidizar (el factor de conversión de grava es a = 1.5)

Con estos datos se procede a calcular el espesor de la sub-base de la siguiente manera:

$$\text{Espesor de pavimento "D2"} = a_1d_1 + a_2d_2 + a_3d_3$$

$$73 = (2)(8) + (1.5)(15) + \text{sub-base}$$

a = Factor de equivalencia correspondiente a carpeta, base y sub-base de acuerdo con la calidad del material que se utilice

d = Espesor real de carpeta, base y sub-base

$$73 = 16 + 22.50 + \text{sub-base}$$

de la formula anterior se despeja sub-base y se obtiene:

$$SB = 73 - 16 - 22.50$$

SB = 34.50 cm.

7. – Finalmente la estructura real se muestra en la figura 3.29.

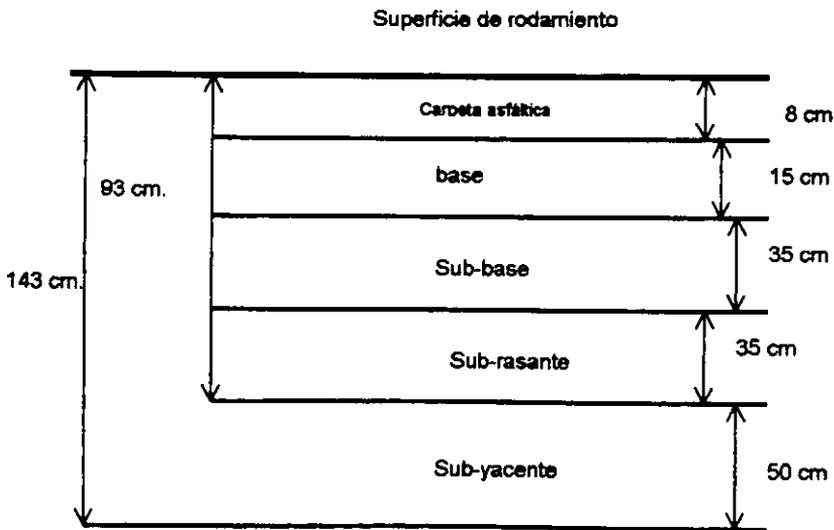


Figura 3.29 estructura de pavimento final

Nota: se considera una capa Sub-yacente ya que por especificación para un tránsito diario mayor a 5000 vehículos esta capa es necesaria.

III.9- PAVIMENTOS CON GEOTEXILES

Los métodos tradicionales de resolución de problemas geotécnicos relacionados con la construcción sobre suelos de baja capacidad de carga, drenaje, estabilidad de taludes y erosión, han sido resueltos adecuadamente mediante el empleo de diversas técnicas; tales como la sustitución de suelos o el mejoramiento de ellos in-situ, el uso de capas de materiales graduados para formación de filtros, el uso de drenes verticales, la aplicación de cargas concentradas para desplazar suelos blandos, la construcción por etapas y aplicación de precargas, etc., En todos estos casos, los materiales empleados han sido suelos y agregados, combinados en algunos casos con productos químicos como la cal y el cemento. Sin embargo, actualmente existe una serie de opciones a las mencionadas, que consiste en los denominados Geotextiles, que son en forma muy sencilla, materiales textiles permeables compuestos a partir de fibras sintéticas provenientes de la industria petroquímica que, incorporados a sistemas geotécnicos sirven a diferentes funciones como son la separación de materiales de diferentes características, la distribución de esfuerzos, el control de la permeabilidad, filtración o bien la contención o confinamiento de suelos.

En forma práctica, estas funciones permiten al constructor el logro de algunos objetivos importantes, como pueden ser: la reducción de la cantidad de agregados requeridos, la eliminación de algunos procesos de mejoramiento de ellos (como la trituración y cemento), la posibilidad de empleo de materiales que normalmente son eliminados, como los suelos plásticos y expansivos etc. También ofrecen la posibilidad de ayudar a proteger las obras, incrementando su vida útil y reduciendo los gastos de conservación.

EL FUNCIONAMIENTO DE LOS GEOTEXILES EN LA CONSTRUCCION DE VIAS TERRESTRES SOBRE SUELOS BLANDOS.

Separación.

Esta función consiste en imponer una frontera entre suelos cohesivos y agregados no cohesivos que forman la sub-base o la base del camino. Así cuando los esfuerzos que generan las cargas rodantes forzan la intrusión del agregado dentro del material cohesivo éste penetra desplazando al suelo y los finos del suelo penetran al material granular a través de huecos existentes en él. Otro mecanismo de penetración de finos origina cuando los suelos cohesivos en estado saturado son sometidos a carga y las presiones de poro son disipadas mediante la extrusión de lodos que penetran al material granular, recubriéndolo y reduciendo sus características friccionantes, con lo que reduce su capacidad de carga. Al colocar un Geotextil entre ambos materiales, se impide el intercambio de partículas, permitiendo sólo el paso del agua.

El efecto de la separación no es despreciable. Diversos estudios muestran que el espesor efectivo que reparte los esfuerzos transmitidos por el tránsito y la resistencia de la base o sub-base, iniciando un mecanismo progresivo de falla.

Cuando la base se encuentra contaminada con suelos limosos o arcillosos, el valor relativo de soporte VRS se reduce de un valor inicial de 80, $a=0.13$ hasta un valor de aproximadamente 15, $a=0.09$. Para el ejemplo, se requieren 2.5 pulg. De espesor adicional de base densa graduada para obtener la misma capacidad estructural en la sección contaminada, con respecto a la sección sin contaminación.

En este punto es interesante observar que los criterios de diseño de pavimentos más comunes no toman en cuenta el efecto de la contaminación al determinar los espesores de base correspondientes, por lo que la falla de tales sistemas puede deberse no a errores de diseño, sino a una incapacidad del mismo a mantener las condiciones consideradas.

Refuerzo Local.

Este concepto, mostrando esquemáticamente en la figura 3.30 implica la capacidad del Geotextil a oponerse a las fuerzas de penetración del agregado hacia el suelo de cimentación, proporcionando una resistencia puntual en las zonas donde el agregado contacta con el suelo. La consecuencia de este refuerzo se manifiesta mediante una reducción de la incrustación del agregado

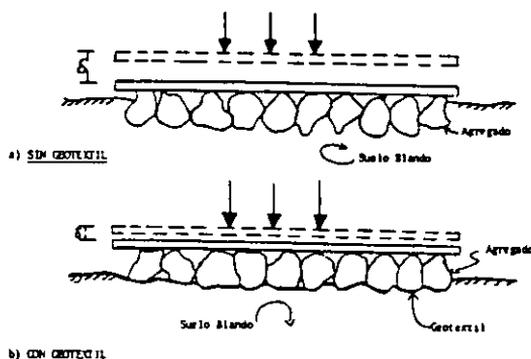


Figura 3.30

Cuando no se coloca Geotextil en la interfase, las fuerzas de penetración del agregado vencen la resistencia local del suelo y la edentación es mayor. El Geotextil reduce las fallas locales.

Efecto Membrana

La figura 3.31 muestra el desarrollo de tensión en el plano de un Geotextil instalado en una base de agregados donde la magnitud de los esfuerzos transmitidos por el tránsito es bastante alta para producir deformación en el suelo debajo de la tela. Si existe suficiente fricción en las zonas fuera de la zona deformada, el Geotextil experimentará una Elongación que tendrá como resultado la generación de tensión en su plano. El efecto membrana se compone por los esfuerzos verticales ascendentes mostrados, que contribuyen al soporte de la carga. Este esfuerzo es importante sólo para Geotextiles de relativamente alto Módulo de Tensión, pues ellos proporcionan refuerzos verticales sin permitir deformaciones altas.

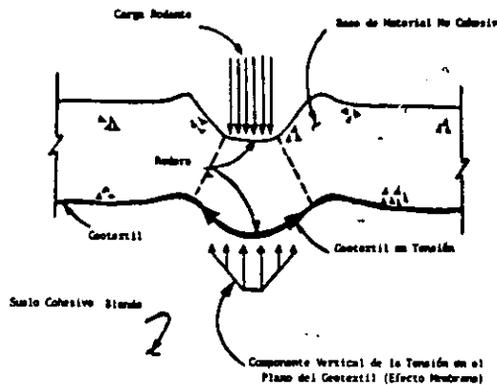


Figura 3.31 efecto membrana

DISEÑO

Los criterios de diseño para refuerzo de suelos inestable con Geotextiles se han desarrollado primordialmente para caminos revestidos en los que cierta deflexión de la rasante es permitida. En tales casos, se han incorporado a los diseños los conceptos de efecto Membrana, junto con los principios inicialmente postulados. Que la presencia del Geotextil incrementa el rango de respuesta elástica del suelo. En modelos de laboratorio se encontró:

Que el esfuerzo máximo permisible al cual se puede someter un suelo cohesivo, sin generación de roderas profundas (> 2 pulg.) Está relacionado con su capacidad de carga última determinada, de acuerdo a la ecuación general de Terzaghi para suelos arcillosos saturados, donde:

Para $\phi = 0^\circ$

$$q = cNc \text{ - - - - - Ec. (1)}$$

Donde :

q = es la presión de contacto en la superficie del suelo

c = es la resistencia no drenada del suelo.

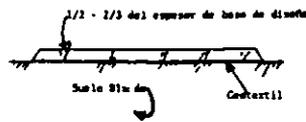
Nc = es el factor de capacidad de carga de Terzaghi

Y $Nc = 3.8$ para el caso de relativamente grandes deformaciones elásticas previas a la falla plástica del suelo (falla local). Y $Nc = 5.14$ para falla general (relativamente, pequeñas deformaciones "elásticas" del suelo previo a la falla plástica); entonces, los valores encontrados en su estudio de $Nc=3.3$ como los niveles de esfuerzo en el suelo a los cuales se presentaban grandes (>2 pulg) deformaciones del mismo, sin refuerzo de Geotextil y $Nc 06.0$ para el caso de suelo reforzado, bajo un mínimo número de aplicaciones de carga, lo anterior indica que la presencia del Geotextil utilizado inhibida la formación de fallas locales, inhibiendo la deformación del suelo. Lo cual confirma la teoría de que la inclusión de un Geotextil en un camino construido sobre suelos cohesivos saturados, sujetos a carga rápida, significa prolongar el rango de respuesta elástica del suelo a mayores niveles de esfuerzos.

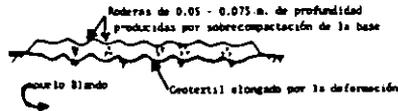
El Geotextil puede contribuir en forma apreciable al refuerzo, mediante el efecto Membrana debe elongarse, lo cual significa necesariamente que el suelo debe deformarse debajo de la tela, con la formación de una rodera, tal como puede observarse en la figura, sin embargo, investigaciones posteriores concluyen que la contribución del Geotextil no es la de incrementar la resistencia del suelo sino más bien la de reducir la magnitud de los esfuerzos que se transmiten hasta él, mediante un efecto de refuerzo del agregado. Burmister concluye que dicho refuerzo se explica como un aumento en la relación de Módulos de Deformación del agregado y el suelo, pues cuando una capa de suelo con bajo Módulo de deformación es cubierta con una capa de otro material que posee una sustancial mayor Módulo de deformación, los esfuerzos se disipan más rápidamente con la profundidad en la capa superior, que el sistema homogéneo. Se realizaron pruebas de laboratorio midiendo las deflexiones en suelos blandos con y sin refuerzo de Geotextiles de diferentes propiedades y concluyeron, entre otras cosas, que los Geotextiles con menor potencial de alargamiento (mayor Módulo) son los que más contribuyen al refuerzo. Se confirmó para que el Geotextil proporcione un refuerzo significativo, debe estar colocado a la profundidad óptima en un sistema agregado-Geotextil-Suelo.

Aplicación en Caminos Pavimentados

La necesidad de que el Geotextil se deforme para proporcionar refuerzo via efecto Membrana, condujo a la elaboración de procedimientos constructivos donde el textil, se somete a deformación durante la construcción, para poder ser utilizado en una carretera pavimentada la figura 3.32 muestra el desarrollo de dicho procedimiento.



A. INICIALMENTE, EL GEOTEXTIL SE COLOCA SOBRE EL SUELO BLANCO Y SE CUBRE CON 1/2 - 2/3 DEL ESPESOR TOTAL DE BASE.



B. EL GEOTEXTIL SE DEFORMA PARA DESARROLLAR EFECTO MEMBRANA POR SOBRECOPACTACION



C. COLOCACIÓN DEL ESPESOR COMPLEMENTARIO DE LA BASE Y COMPACTACIÓN NORMAL, HASTA TERMINAR EL PROYECTO.

Figura 3.32

También es de importancia recordar que el beneficio proporcionado por la capacidad de evitar la contaminación de la base de agregados mediante el efecto de Separación, tiene implicaciones económicos importantes. Sin embargo, diversos investigadores han establecido que son necesarios métodos que permitan tomar en consideración el efecto de Restricción lateral en el incremento del Módulo de Deformaciones de los Agregados, pues ello conduciría a la predicción de la distribución de esfuerzos con la profundidad, para pavimentos reforzados con Geotextiles, mediante procedimientos de Elemento Finito o de la Teoría de multicapas Elásticas.

En Resumen

- a). Al tomar en cuenta los factores mencionados, el agregado trabaja como una losa, por lo que la resistencia y rigidez del sistema se incrementan notablemente.
- b). Se incorpora el concepto de "fricción movilizada", lo cual permite el control de los desplazamientos verticales, de acuerdo a la rigidez del Geotextil en consideración.
- c). Su modelo, desarrollado para el caso de suelos con comportamiento plástico, puede adaptarse a comportamientos elásticos también.

DEFORMACIONES TIPO BENKELMAN.

Para tener idea del efecto que producen las cargas en la estructura del pavimento, se hicieron mediciones de recuperación de espesor después de haber aplicado una carga de 11.5 ton. Por medio de un camión de volteo.

La secuencia de medición consistió de los siguientes pasos.

1. - Se ubicó el camión cargado en el punto por medir (carril y ala).
2. - Se colocó la regla de medición entre las ruedas dual del camión y de registró la lectura inicial.
3. - Se mantuvo la carga hasta que hubo consistencia en las lecturas del micrómetro.
4. - Se retiró lentamente el camión y se llevó a un lugar apartado del sitio de prueba.
5. - Se permitió la recuperación del pavimento hasta obtener lecturas constantes.
6. - Se registró el valor de lectura final del micrómetro.
7. - Se Calculó la recuperación total del pavimento, en mm, de la situación con carga a descargado.

Las recuperaciones en mm tenidas para cada caso, se presentan resumidas en las figuras 3.33 y 3.34.

Figura 3.33. Recuperaciones, Carril Izquierdo.

ESTACIÓN	A LA IZQUIERDA MM.	A LA DERECHA MM.
0+040	0.22	0.25
0+090	0.13	0.25
0+140	0.01	0.19
0+190	0.23	0.19
0+240	0.27	0.37

Figura 3.34. Recuperaciones, carril Derecho.

Estación	A la izquierda mm	A la derecha mm
0+010	0.72	0.72
0+040	0.72	0.72
0+090	0.24	0.24
0+140	0.26	0.23
0+190	0.27	0.30
0+240	0.15	0.17

En la figura 3.35 se considera como tramo A, el construido con una capa de Geotextil, tramo B el correspondiente a dos capas, tramo C, el construido mediante encapsulado y tramo D, el efectuado por método convencional, en el tramo 0+090 al 0+110.

Figura 3.35 resultado de pruebas

	A	B	C	D
TRAMO				
P.V. S. M.				
<u>Inicial</u>	1582		1776	1729
Final		1760	1801	1720
Humedad opt.				
<u>Inicial</u>	19.6		14.9	14.8
Final	14.5	15.1	15.0	16.7
VRS Standard				
<u>Inicial</u>	136.0		110.3	1169.1
Final	161.8	139.7	66.2	73.5
Límite Líq.				
<u>Inicial</u>	29.7		33.71	29.55
Final	1.6	30.33	32.04	32.25
Límite Plást.				
<u>Inicial</u>	24.4		18.67	22.40
Final	20.27	20.97	18.40	16.76
Índice Plást.				
<u>Inicial</u>	5.3		13.04	7.15
Final	11.33	9.36	13.64	15.49
Humedad Nat.				
<u>Inicial</u>	13.5		13.6	13.6
Final	13.0	17.6	10.4	11.8
Expansión				
<u>Inicial</u>	0.28		0.08	0.39
Final	0.113	0.2	0.3	0.2
Absorción				
<u>Inicial</u>	11.7		9.8	11.87
Final	13.5	13.5	11.5	9.4

1. - Los resultados de las pruebas efectuadas a los tres meses no reportan cambios significativos en el comportamiento de la base.
2. - De la inspección visual realizada al año y medio se considera que los tramos reforzados con tela de Geotextiles trabajan satisfactoriamente y los tramos sin refuerzo requieren de mantenimiento.
3. - Después de 3 años las deformaciones de los tramos reforzados se consideran aceptables para las condiciones de servicio.
4. - Después de 3 años las deformaciones en los tramos sin refuerzo requieren mantenimiento mayor aunado al bacheo de que han sido objeto.

El diseño actual de la estructura del pavimento fue analizado de acuerdo al método de la Porter Modificado Padrón el cual consiste como ya se ha dicho en la asignación de coeficientes a cada capa de la estructura para que distribuyan los esfuerzos a las capas inferiores.

Una vez conocida la estructura del pavimento de acuerdo a los cálculos realizados se obtienen los espesores equivalentes tomando como criterio de calculo para aceptación del presente proyecto la correlación empírica de resultados obtenidos en aplicaciones reales con las propiedades de los materiales empleados, tomando en consideración la tabla No 3 y de acuerdo a los estudios experimentales podemos considerar que la utilización de Geotextiles nos ayudan a reducir el espesor de un pavimento hasta en un 45%.

Así tomando como base la utilización de Geotextiles la estructura del pavimento queda de la siguiente forma como se muestra en la figura 3.36.

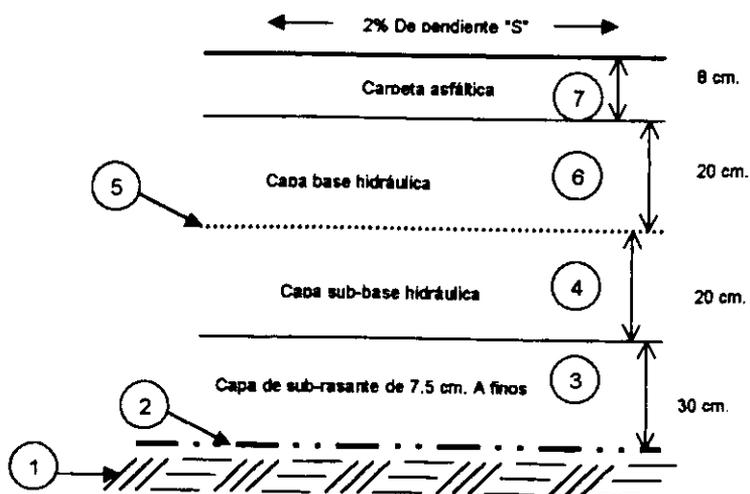


Figura 3.36 estructura de pavimento con el uso de Geotextiles

1. - TERRENO NATURAL
2. - GEOCOMPUESTO T4 / SS1
3. - CAPA DE SUB-RASANTE TEZONTLE DE 7.5 cm. A FINOS
4. - SUB-BASE HIDRAULICA
5. - GEORED TENSAR BX - 1100
6. - BASE HIDRAULICA
7. - CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO

Debido a que el espesor de la capa granular se debe reducir y ya que la resistencia del terreno de desplante es extremadamente baja, es necesario utilizar un Geocompuesto del tipo T4/SS1 que además de servir como refuerzo tiene las funciones de filtrar partículas, así mismo se recomienda colocar una Geored tensar BX - 1100 misma que hará el trabajo de rigidizar la estructura del pavimento por tal motivo puede considerarse comparable la estabilización con una loza de concreto con las restricciones que conlleva el Geotextil.

CAPITULO IV

"ANALISIS DE PRECIOS

UNITARIOS"

IV.1 DEFINICION DE PRECIOS UNITARIOS.

El estudio de los precios unitarios es el medio mas adecuado para calcular el precio total de una obra, sabiéndose que estos no deberán tomarse como cantidades fijas o invariables sino como una base para las dos partes el contratante y el contratista.

Las Secretarías de Estado, y ahora también las Dependencias u Organismos de obras públicas de los Estados tienen catálogos de precios unitarios, que actualizan a cada 3 meses los cuales son utilizados en la contratación de diversas obras para definir o señalar los montos de contrato según las cantidades de obra que se vayan a realizar en una construcción.

Estos análisis son sobre la base de los costos actuales tanto de salario real, costo de la empresa con impuestos, precios de material que publica el banco de México cada mes en boletines oficiales, costos horarios de la maquina así como los fletes

Para integrar un precio unitario se deben tomar en cuenta todas las actividades que se requiere realizar para la ejecución del concepto, así como también el grado de dificultad que representa el trabajo que en consecuentemente define el rendimiento que se lograra en la unidad de tiempo.

A continuación se establecen los factores más importantes que intervienen para la elaboración de un precio unitario:

Costo Indirecto. Son aquellos gastos o erogaciones que no intervienen específicamente con el producto o servicio, y que debe cargarse al precio conforme a un prorrateo determinado, clasificándose en Administración Central y Administración de Obra

Administración Central. Son los que se generan en oficina central como son: la organización, dirección técnica, administración general, control, financiamiento y relación.

Administración de Obra. Se genera por la Administración de la obra, transporte de equipo, campamento, almacenes, talleres, dirección, técnica, control de calidad, etc.

Costos Directo. Es la suma de gastos de materiales, mano de obra, equipo, herramienta e instalaciones por unidad de obra terminada de cierto concepto, es decir, la integración de los gastos.

Precio Unitario. Se integra de sumar todos los costos directos e indirectos, correspondientes al concepto de trabajo, el cargo por utilidad del contratistas y aquellos cargos adicionales estipulados contractualmente.

Para poder elaborar un precio o costo unitario diremos que esta constituido por variables que son valores de materiales, mano de obra, equipo, herramienta e instalaciones además como variable condicionante las cantidades consumidas de cada uno de estos conceptos y que a su vez la integración de estos se ve afectada por porcentajes constantes como son los costos indirectos, utilidad y cargos adicionales.

Si las variables condicionantes las hacemos constantes para una obra en específico. Para un grupo de obras en promedio y si también hacemos constantes los valores de materiales, mano de obra, equipo, para un tiempo determinado, entonces se puede decir que las variables estarán en función del tiempo de operación y las variables condicionadas estarán en función del método constructivo adecuado optimo.

ESTA TESIS NO DEBE VALER DE LA BIBLIOTECA

Ahora bien; si cambiamos las constantes (valor de materiales, mano de obra, equipo) por valor promedio, tendremos controlados una gran parte del proceso productivo, con esto podemos presuponer a tiempos inmediato y mediato.

Los factores que intervienen en la elaboración de un precio unitario pueden clasificarse como se indica a continuación.

Materiales.

Mano de obra.

Equipo

Herramienta e Instalaciones.

Costo Directo.

Costo Indirecto.

Cargo por utilidad de contratista.

Cargos adicionales que se estipulan contractualmente.

Cargo por utilidad. Es la ganancia que en teoría debe percibir el contratista por la ejecución de trabajo.

Cargos adicionales. Son todos aquellos que se estipulan contractualmente.

Especificaciones. Debe definirse como especificaciones a la descripción detallada de características y condiciones mínimas de calidad que debe de presentar un trabajo al ejecutarse.

Especificaciones Generales: Son aquellas que dictan algunas dependencias, normas, reglamentos, ley de obras, públicas, etc.

Especificaciones Detalladas: Estas son de gran utilidad para la contratante y la contratista ya que de ellas se deriva que cuanto más exactas y detalladas, mayor aproximación con la realidad tendrá el costo en cuestión.

COSTOS

En forma general constituye el 30% del costo de una obra, existen dos formas de pago: A lista de raya (jornada de trabajo) y cantidad de obra terminada (destajo) esta última es la que más se acostumbra aunque no siempre la mejor.

Para obtener el costo unitario de un trabajo, hacer uso de la unidad conocida como factor de salario diario real, y el rendimiento diario promedio de un trabajador de un determinado tipo de trabajo y lo que se representa de la siguiente forma:

$$C. U. T. = \frac{\text{SAL. DIAR. REAL}}{\text{REND. DIAR. PROM.}}$$

$$\frac{\text{S.D.R}}{\text{R.D.R}}$$

EQUIPO DE CONSTRUCCION.

Una vez identificado el equipo por utilizar se procede ha efectuar él calculo de los costos horarios del equipo.

Lo más común es encontrar una gama bien variada en los métodos de cálculo de los cargos fijos, no existe uniformidad de criterios en los consumos de combustibles y de lubricantes,

Las horas de vida consideradas a las llantas son muy variables y también existen diferencias en el personal que opera e interviene en le manejo del equipo, todo ello se debe a que cada empresa constructora tienen sus propios índices, factores, porcentajes que en la mayoría de los casos son producto de sus particulares experiencias, aunque los resultados que obtienen se pueden decir que son bastante aproximados entre sí.

Elementos que componen un costo horario.

- Vida económica.
- Determinación de la vida económica.
- Valor de rescate.

Integración de cargos de un costo horario.

Cargos fijos:

Cargo por depreciación.

Cargo por inversión.

Cargo por seguros.

Cargos por almacén.

F) Premisas (cuidado de equipo y neumáticos en buen estado, mantenimiento, etc.)

IV.2- CATALOGO DE CONCEPTOS Y ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

El costo en las obras para pavimentación de calles en zonas urbanas con el uso de Geotextiles quedara en función de método constructivo usado. A continuación se presenta un presupuesto preliminar de obra, él calculo de factor de salario real, lista de sueldos base, costos de materiales de insumos, costos horarios de maquinaria y los análisis de los precios unitarios más representativos.

PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE CHIMALHUACAN ESTADO DE MEXICO

PRESUPUESTO PRELIMINAR

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
	EXCAVACION EN CAJA				
1	TRAZO Y NIVELACION TOPOGRAFICA DEL EJE DE LA VIALIDAD Y PROYECTO DE RASANTE OBTENIENDO SECCIONES, NIVEL, ESTABLESIENDO EJES Y REFERENCIAS BANCOS DE NIVEL, REPORTES, INCLUYE: MANO DE OBRA, MATERIALES, HERRAMIENTA, EQUIPO TOPOGRAFICO Y TODO LO NECESARIO PARA SU COMPLETA EJECUCION (LA SUPERFICIE SERA CONSIDERADA PARA SU PAGO UNA SOLA VEZ), P.U.O.T.	M ²	5,696.93	\$ 1.14	\$ 6,494.50
2	EXCAVACION EN CAJA POR MEDIOS MACANICOS EN CUALQUIER ZONA Y CLASE DE MATERIAL EN SECO Y/O SATURADO A CUALQUIER PROFUNDIDAD DE ACUERDO AL PROYECTO DE SUBRASANTE, VOLUMEN MEDIDO EN BANCO INCLUYE: MAQUINARIA CORTES AFINES Y CARGAS P.U.O.T.	M ³	4,442.18	\$ 11.02	\$ 48,952.82
3	ACARREO EN CAMION DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION EN CAJA, MEDIDO SUELTO PRIMER KILOMETRO, P.U.O.T.	M ³	5,863.68	\$ 3.20	\$ 18,763.78
4	ACARREO EN CAMION PRODUCTO DE LA EXCAVACION MEDIDO SUELTO A KILOMETROS SUBSECUENTES, P.U.O.T.	M ³ -KM	117,273.60	\$ 3.15	\$ 369,411.84
	DESCARGAS PLUVIALES				
5	EXCAVACION A MANO DE 0.00 A 2.00 MTS. DE PROF. ZONA "C" MATERIAL "A", EN SECO Y/O SATURADO, MEDIDO EN BANCO, INCLUYE AFINE, TRASPALEOS, EXTRACCION AL BORDE DE LA ZANJA, CARGA Y ACARREOS LOCALES Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, P.U.O.T. (EN DESCARGAS PLUVIALES Y RED DE AGUA POTABLE)	M ³	606.33	\$ 36.37	\$ 22,052.22
6	CARGA Y ACARREO DE MATERIAL NO APTO PARA RELLENO DE ZANJAS, MEDIDO SUELTO EN EL TIRADERO DE LA ZONA, INCLUYE: EXTENDIDO DEL MATERIAL, EN EL TIRADERO PRODUCTO DE LAS DESCARGAS (PRIMER KILOMETRO) P.U.O.T. (EN DESCARGAS PLUVIALES Y RED DE AGUA POTABLE)	M ³	800.35	\$ 6.21	\$ 4,970.17
	IMPORTE DE ESTA HOJA:				\$ 470,645.34

PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE CHIMALHUACAN ESTADO DE MÉXICO

PRESUPUESTO PRELIMINAR

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
7	ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION NO APTO PARA RELLENO DE ZANJAS, PRODUCTO DE DESCARGAS MEDIDO SUELTO, DEPOSITADO EN EL TIRADERO DE LA ZONA, KILOMETROS SUBSECUENTES P.U.O.T.	M ³ -KM	16,007.00	\$ 1.26	\$ 20,168.82
8	PLANTILLA DE 10 CMS. DE ESPESOR CON ARENA PARA DESPLANTE DE TUBERIAS INCLUYE: ACREOS, MATERIAL, MANO DE OBRA, P.U.O.T.	M ³	57.42	\$ 87.69	\$ 5,035.16
9	RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL PRODUCTO DE BANCO DE LA ZONA (TEPETATE), COMPACTADO CON PISON DE MANO EN CAPAS DE 10 CMS. DE ESPESOR, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIAL L.A.B., TENDIDO, COMPACTADO, ACARREO, HERRAMIENTA, SUMINISTRO E INCORPORACION DE AGUA.	M ³	576.07	\$ 87.65	\$ 50,482.54
10	COLADERA PLUVIALES DE BANQUETA (CONCRETO) UBICADAS DE 30 A 40 MTS. DE DISTANCIA APROXIMADAMENTE CADA UNA, INCLUYE: MATERIALES MANO DE OBRA, FLETES, TUBO ARENERO, REJILLA, ROPTURA Y REPOSICION DE GUARNICION Y BANQUETA, CONEXIÓN A LA RED GENERAL CON TUBO DE CONCRETO SIMPLE DE 15 CMS. DE DIAMETRO JUNTEADO CON MORTERO CEMENTO ARENA PROPORCION 1:4, EXCAVACION, RELLENO, COMPACTACION, RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE FUERA DE OBRA, LIMPIEZA Y TODO LO NECESARIO PARA SU EJECUCION. P.U.O.T.	M ² PZA	34.00	\$ 850.35	\$ 28,911.90
11	REPARACION Y/O EJECUCION DE TOMAS DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE DE 1/2" DE DIAMETRO. INCLUYE EXCAVACION, MATERIAL PARA SU REPARACION E INSTALACION Y RELLENO, ABRAZADERA DE INSERCIÓN CONEXIÓN, TUBO EN UNA LONGITUD DE HASTA 5 MTS. PRUEBAS Y TODO LO NECESARIO PARA LA COMPLETA EJECUCION DEL CONCEPTO. P.U.O.T.	PZA	60.00	\$ 45.58	\$ 2,734.80
IMPORTE DE ESTA HOJA:				\$	107,343.22

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MÉXICO**

PRESUPUESTO PRELIMINAR

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
12	REPARACION DE DESCARGAS DOMICILIARIAS DE DIAMETRO INDICADO INCLUYE: EXCAVACION, CAMBIO DE TUBO, MATERIAL NECESARIO PARA SU REPARACION, RELLENOS, HERRAMIENTAS, MATERIALES, MANO DE OBRA, P.U.O.T.	PZA	60.00	\$ 850.35	\$ 51,021.00
13	EJECUCION DE CALAS PARA VERIFICACION Y UBICACION DE INSTALACIONES SUBTERRANEAS, INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, MANIOBRAS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION P.U.O.T.	M ³	45.00	\$ 50.00	\$ 2,250.00
14	FABRICACION Y CONSTRUCCION DE PASOS DE BANQUETA PARA MINUSVALIDOS, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO CARGAS, DESCARGAS, ACARREOS DENTRO Y FUERA DE LA OBRA, FABRICACION DE CONCRETO F'C=150 KG/CM2 DE 10 CMS. DE ESPESOR, CON FORJADO DE CANALES DE ACUERDO A INDICACIONES DE LA SUPERVISION, DEMOLICION DE GUARNICIONES Y BANQUETAS, EXCAVACION, TENDIDO DE 10 CMS. DE TEPETATE COMPACTADO AL 90 % DE SU P.V.S.M. RESANES Y EMBOQUILLADOS DE ELEMENTOS EXISTENTES Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, SE CONSIDERA LA PROYECCION EN PLANTA DE LA SUPERFICIE PARA EFECTOS DE PAGO P.U.O.T.	M ²	54.38	\$ 110.50	\$ 6,008.99
15	BANQUETA DE CONCRETO DE F'C=150 KG/CM ² , HECHO EN OBRA, DE 10 CMS. DE ESPESOR, ACABADO ESCOBILLADO, INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA EQUIPO, HERRAMIENTA, ACARREOS, MAQUINARIA, CIMBRADO DE FRONTERAS. P.U.O.T.	M ²	1,066.00	\$ 79.04	\$ 84,256.64
16	GUARNICION DE CONCRETO, HECHO EN OBRA F'C=200 KG/CM ² . CON AGREGADO MAXIMO DE 19 MM. DE SECCION TRAPEZOIDAL DE 15 x 20 x 50 CMS. INCLUYE: EXCAVACION, CIMBRA, DECIMBRADO, MATERIAL, MANO DE OBRA, ACARREOS, HERRAMIENTA, DESPERDICIOS Y RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE. P.U.O.T.	ML	1,066.00	\$ 77.90	\$ 83,041.40
IMPORTE DE ESTA HOJA:					\$ 226,578.03

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MÉXICO**

PRESUPUESTO PRELIMINAR

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
17	DENTELLON DE CONCRETO F'c= 150 KG/CM ² HECHO EN OBRA CON AGREGADOS MAXIMOS DE 3/4" (19 mm.) DE SECCION 0.30 X 0.20 MTS. ACABADO PULIDO TERMINADO CON VOLTEADOR INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, ACARREOS, MAQUINARIA, CIMBRA EN FRONTERAS, DECIMBRADO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	ML	140.00	\$ 55.00	\$ 7,700.00
18	RENIVELACION DE CAJAS DE AGUA CON MUROS DE TABIQUE DE 26 CMS. DE ESPESOR CON APLANADO INTERIOR, ACABADO PULIDO, DOMOLICION DE LOSA DE CONCRETOEXISTENTE REPOSICION DE LOSA ARMADA CON VARILLAS DEL N° 3 @ 15 CMS. AMBOS SENTIDOS, RETIRO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA DEMOLICION, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, ACARREOS, DESPERDICIOS, LIMPIEZA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.	PZA	5.00	\$ 650.00	\$ 3,250.00
19	DEMOLICION DE ELEMENTOS DE CONCRETO SIMPLE TALES COMO GURNICIONES Y BANQUETAS INCLUYE: EQUIPO NECESARIO, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA, ACARREOS, DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA DEMOLICION AL TIRO PROPUESTO POR LA CONTRATISTA, ASI COMO LA LIMPIEZA GRUESA DE LA ZONA DE TRABAJO P.U.O.T.	M ³	118.02	\$ 265.00	\$ 31,275.30
20	AFINACION Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE AL 90% DEL P.V.S.M. INCLUYE: SUMINISTRO E INCORPORACION DE AGUA, EQUIPO, MAQUINARIA, CARGA, ACRREOS, SOBRE ACARREOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA. P.U.O.T.	M ²	5,696.93	\$ 3.56	\$ 20,281.07
21	SUMINISTRO Y TENDIDO DE GEOCOMPUESTO T-4/SS1 O SIMILAR EN CALIDAD INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, ACARREOS A LA OBRA Y LOCALES, COSTURA, DESPERDICIOS, TRASLAPES NECESARIOS PARA SU CORRECTA EJECUCION P.U.O.T.	M ²	6,152.73	\$ 14.00	\$ 86,138.22
IMPORTE DE ESTA HOJA:					\$ 148,644.59

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MÉXICO**

PRESUPUESTO PRELIMINAR

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
22	SUMINISTRO, TENDIDO Y BANDEADO DE CAPA DE SUBRASANTE A BASE DE TEZONTLE GRADUADO DE HASTA 3" DE DIAMETRO CON EQUIPO INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA HERRAMIENTA, EQUIPO INCRUSTACION DEL MATERIAL, LIMPIEZA Y TODO LO NECESARIO PARA SU COMPLETA EJECUCION P.U.O.T.	M ³	1,005.81	\$ 64.31	\$ 107,126.24
23	ACARREO Y CARGA DE MATERIAL DE SUBRASANTE (TEZONTLE) MEDIDO SUELTO AL 1" KM. P.U.O.T.	M ³	2,165.55	\$ 5.77	\$ 12,495.22
24	ACARREO DE MATERIAL DE TEZONTLE PARA SUBRASANTE A KILOMETROS SUBSECUENTES.	M ³ -KM	86,822.12	\$ 1.26	\$ 109,143.87
25	SUB-BASE DE GRAVA CEMENTADA, DE ESPESOR INDICADO EN PROYECTO, COMPACTADA AL 90% DE SU P.V.S.M. INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIAL, SUMINISTRO DE INCORPORACION DE AGUA, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, MAQUINARIA, TENDIDOS, RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE, P.U.O.T.	M ³	1,110.55	\$ 75.50	\$ 83,846.53
26	ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE BANCO PARA SUB-BASE, MEDIDO SUELTO A PRIMER KILOMETRO INCLUYE: CARGA, DESCARGA, P.U.O.T.	M ³	1,443.71	\$ 5.77	\$ 8,330.21
27	ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE BANCO PARA SUB-BASE, KILOMETROS SUBSECUENTES. P.U.O.T.	M ³ -KM	43,311.30	\$ 1.26	\$ 54,572.24
28	BASE DE GRAVA DE ESPESOR INDICADO EN PROYECTO CONTROLADA Y COMPACTADA AL 85% DE SU P.V.S.M. DE 1850 A 1950 KG/M ³ , INCLUYE: SUMINISTRO E INCORPORACION DE AGUA, SUMINISTRO DE MATERIAL L.A.B., MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, TENDIDOS, RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE, AFINE Y LIMPIEZA P.U.O.T.	M ³	1,110.55	\$ 75.50	\$ 83,846.53
29	ACARREO Y CARGA DE MATERIAL DE BASE MEDIDO SUELTO AL PRIMER KILOMETR. P.U.O.T.	M ³	1,443.72	\$ 5.77	\$ 8,330.26
30	ACARREO DE MATERIAL DE BASE, MEDIDO SUELTO A KILOMETROS SUBSECUENTES. P.U.O.T.	M ³ -KM	43,311.30	\$ 1.26	\$ 54,572.24
				IMPORTE DE ESTA HOJA:	\$ 522,265.33

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MEXICO**

PRESUPUESTO PRELIMINAR

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
31	BROCAL Y TAPA DE CONCRETO PARA POZOS DE VISITA INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, FLETES, ACARREOS, HERRAMIENTA, P.U.O.T.	PZA	20.00	\$ 346.55	\$ 6,931.00
32	RENIVELACION DE POZOS DE VISITA HASTA NIVEL DE RASANTE CON MURO DE TABIQUE O TABICON DE 28 CMS. APROXIMADAMENTE. INCLUYE: DEMOLICION, PROTECCION DEL POZO CON MADERA, EXCAVACION, MATERIALES, MANO DE OBRA (NO INCLUYE BROCAL DE CONCRETO). P.U.O.T.	PZA	20.00	\$ 206.65	\$ 4,133.00
33	BARRIDO POR MEDIOS MANUALES Y/O MECANICAS DE LA BASE HIDRAULICA Y/O CARPETA PARA RIEGOS DE IMPREGNACION Y LIGA. P.U.O.T.	M ²	11,105.46	\$ 0.33	\$ 3,664.80
34	RIEGO A BASE DE EMULSION ASFALTICA DE ROMPIMIENTO LENTO RL 2K A RAZON DE 1.50 LTS/M ² . INCLUYE: SUMINISTRO Y COLOCACION DE LOS ASFALTOS, MONO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, RIEGOS, ACARREOS, TENDIDOS, DESPERDICIOS, RETIRO DE MATERIAL Y LIMPIEZA. P.U.O.T.	LTS	8,329.09	\$ 2.76	\$ 22,989.29
35	RIEGO A BASE DE EMULSION ASFALTICA DE ROMPIMIENTO RAPIDO RR 2K A RAZON DE 0.50 LTS/M ² . INCLUYE: SUMINISTRO Y COLOCACION DE LOS ASFALTOS, MONO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, RIEGOS, ACARREOS, TENDIDOS, DESPERDICIOS, RETIRO DE MATERIAL Y LIMPIEZA. P.U.O.T.	LTS	2,776.37	\$ 2.76	\$ 7,662.78
36	FORMACION Y COMPACTACION DE CARPETA ASFALTICA COMPACTADA AL 95% DE SU P.V.S.M.. NO INCLUYE MATERIALES (CRITERIO DE PAGO MEDIDO COMPACTADO) P.U.O.T.	M ³	555.27	\$ 110.25	\$ 61,218.52
37	MEZCLA ASFALTICA DE LA PLANTA INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIAL. (CRITERIO DE PAGO MEDIDO COMPACTADO) P.U.O.T.	M ³	555.27	\$ 515.08	\$ 286,008.47
38	ACARREO DE MEZCLA ASFALTICA PRROCEDENTE DE LAS PLANTAS DE LA ZONA. (CRITERIOS DE PAGO MEDIDO COMPACTADO). P.U.O.T.	M ³ /KM	22,210.80	\$ 3.15	\$ 69,984.02
			IMPORTE DE ESTA HOJA:	\$	\$ 392,606.86

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MÉXICO**

PRESUPUESTO PRELIMINAR

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
	INFRAESTRUCTURA				
39	PINTADO DE RAYA BLANCA Y/O AMARRILLO TRAFICO DE 10 CMS. DE ANCHO REFLEJANTE, CONTINUO O DISCONTINUO. INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA EQUIPO, SEÑALAMIENTO DE SEGURIDAD, MAQUINA PINTARRAYAS Y HERRAMIENTA. P.U.O.T.	ML	2,132.00	\$ 4.47	\$ 9,530.04
40	PINTADO DE GUARNICION CON PINTURA AMARILLA TRAFICO HASTA 35 CMS. DE DESARROLL, INCLUYE: MATERIAL, SEÑALAMIENTO DE SEGURIDAD MAQUINA PINTARRAYAS, HERRAMIENTA Y EQUIPO. P.U.O.T.	ML	2,132.00	\$ 109.00	\$ 232,388.00
41	PINTADO DE RAYA BLANCA REFLEJANTE DE 40 CMS. DE ANCHO PARA LINEA DE ALTO, INCLUYE: MATERIALES ALINEACION, MICROESFERA, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, SEÑALAMIENTO DE SEGURIDAD Y TODO LO NECESARIO PARA SU EJECUCION. P.U.O.T.	ML	200.00	\$ 13.40	\$ 2,680.00
42	PINTADO DE FLECHAS DIRRECCIONALES EN EL PAVIMENTO A BASE DE PINTURA BLANCA TRANSITO REFLEJANTE GRADO INGENIERIA, INCLUYE: TRAZO, MATERIALES, MICROESFERA, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA SEÑALAMIENTO DE SEGURIDAD. P.U.O.T.	PZA	22.00	\$ 71.63	\$ 1,575.86
43	PINTADO DE RAYA BLANCA DE 20 CMS. DE ANCHO CON REFLEJANTE, PARA CRUCE PEATONAL, INCLUE: MATERIALES, MANO DE OBRA, TRAZO, EQUIPO, SEÑALAMIENTO DE SEGURIDAD, MAQUINA PINTARRAYAS Y HERRAMIENTA. P.U.O.T.	ML	400.00	\$ 8.93	\$ 3,572.00
44	SEÑAL RESTRICTIVA SR-22, 61 X 61CMS. (PROHIBIDO ESTACIONARSE), EN LAMINA NEGRA CALIBRE 16, FONDO REFLEJANTE SCOCH-LITEM, GRADO INGENIERIA BLANCO Y CARACTERES IMPRESOS CONTINUA SERIGRAFICA, SOLVENTE, THINER, LIJA, ESTOPA, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, POSTE, P.T.R. DE 2" X 2", CAL. 14 Y TODO LO NECESARIO PARA SU EJECUCION. P.U.O.T.	PZA	4.00	\$ 1,027.01	\$ 4,108.04
				IMPORTE DE ESTA HOJA:	\$ 253,853.04

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MÉXICO**

PRESUPUESTO PRELIMINAR

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
45	SEÑAL RESTRICTIVA SR-6 (ALTO) DE 0.61 MTS. EN LAMINA NEGRA CALIBRE 16, CON FONDO REFLEJANTE SCOCH-LITEM. GRADO INGENIERIA BLANCO Y CARACTERES IMPRESOS CON TINTA SERIGRAFICA, SOLVENTES, THINER, LIJA, ESTOPA, ULANO Y MARCOS PARA IMPRESIÓN, INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA HERRAMIENTA, EQUIPO. POSTE P.T.R DE 2" X 2" CAL. 14 Y TODO LO NECESARIO PARA SU EJECUCION. P.U.O.T.	PZA	4.00	\$ 1,027.01	\$ 4,108.04
46	SEÑAL RESTRICTIVA SR-11 (CIRCULACION DE UN SOLO SENTIDO), DE DE 61 X 61 CMS. (CIRCULACION), EN LAMINA NEGRA CALIBRE 16, CON FONDO REFLEJANTE SCOCH-LITEM. GRADO INGENIERIA BLANCO Y CARACTERES IMPRESOS CON TINTA SERIGRAFICA, SOLVENTE, THINER, LIJA, ESTOPA, ULANO Y MARCOS PARA IMPRESIÓN, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, POSTES P.T.R. DE 2" X 2" CAL. 14 Y TODO LO NECESARIO PARA SU EJECUCION. P.U.O.T.	PZA	4.00	\$ 1,027.01	\$ 4,108.04
47	SEÑAL RESTRICTIVA SR-9, DE 61 X 61 CMS. (VELOCIDAD MAXIMA), EN LAMINA NEGRA CALIBRE 16, CON FONDO REFLEJANTE SCOCH-LITEM. GRADO INGENIERIA BLANCO Y CARACTERES IMPRESOS CON TINTA SERIGRAFICA, SOLVENTE, THINER, LIJA, ESTOPA, ULANO Y MARCOS PARA IMPRESIÓN, INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, POSTE P.T.R. DE 2" X 2" CAL. 14 Y TODO LO NECESARIO PARA SU EJECUCION. P.U.O.T.	PZA	4.00	\$ 1,027.01	\$ 4,108.04
48	LETRERO INFORMATIVO DE 2.00 X 3.00 MTS., EN LAMINA CALIBRE 16, INCLUYE: FLETE AL LUGAR DE SU COLOCACION, POSTE P.T.R. DE 4" X 4", CONCRETO HIDRAULICO DE F'c= 200 KG/CM ² PARA SU FIJACION, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, MATERIALES COLOCACION, SUMINISTRO. P.U.O.T.	PZA	1.00	\$ 7,899.19	\$ 7,899.19
				IMPORTE DE ESTA HC	\$ 20,223.31
				IMPORTE TOTAL:	\$ 2,142,160.61

CALCULO DEL FACTOR DE SALARIO REAL
OBRA: PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR

ABRIL 17 DEL 2000

PRESTACIONES	PARA SSM		PARA SM	
	DIAS	PART. EN TxU	DIAS	PART. EN TxU
CALCULO DE DIAS PAGADOS REALMENTE EN EL AÑO	ART LFT			
COTIZACION DIARIA = SALARIO NOMINAL	82	365	1	365
DIAS PAGADOS SEGUN DISPOSICIONES DE LA LFT (1)				
PRIMA VACACIONAL	80	1.5	0.0041	1.5
AGUINALDO 15 DIAS	87	15	0.0411	15
DIAS PAGADOS CON PREST LFT (1) = SB= SAL BASE COTIZACION	84 ISS 32	381.5	1.0452	381.5
DIAS PAGADOS SEGUN DISPOSICIONES DE LA LSS	(SSM)	(SM)		
ENFERMEDAD Y MATERNIDAD				
PRESTACIONES EN ESPECIE (ART 106 FRACC I)	14.546	14.5426	53.0805	0.1454
PRESTACIONES EN DINERO (ART 107 F-I Y II)	0.7000	0.9500		
GASTOS MEDICOS PENCIONADOS (ART 25)	1.0500	1.4250		
INVALIDEZ Y VIDA (ART 147)	1.7500	2.3750		
RETIRO (ART 168, FRACC I)	0.0000	0.0000		
CESANT EN EDAD AVANZ Y VEJEZ (ART 168 FRACC II)	3.1500	4.2750		
RIESGOS DE TRABAJO (ART 70)	4.1425	4.1425		
GUARDERIA Y PRESTACIONES SOCIALES (ART 211)	1.0000	1.0000		
TOTAL	11.7925	14.1675	43.0426	0.1179
DIAS PAGADOS POR OTRAS RAZONES OBLIGACIONES		9.000	0.0247	9.000
INFONAVIT	0.0000	0.0000		
SAR	0.0000	0.0000		
ISER	0.0000	0.0000		
ISN	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
DIAS PAG TOTALES CON PRES LFT Y LSS		486.6231	1.3332	495.2919
PRODUCTIVIDAD				
CALCULO DE DIAS LABORADOS REALMENTE AL AÑO				
DIAS CALENDARIO		366.0000	1.0000	366.0000
DIAS NO LABORADOS SEGUN DISPOS LFT				
SEPTIMOS DIAS		52.0000		52.0000
NO LABORADOS POR LEY		8.0000		8.0000
VACACIONES		6.0000		6.0000
ENFERM , FESTIVOS COSTUMBRE, MAL TIEMPO, ETC		9.0000		9.0000
		291.0000		291.0000
FACTOR DE PRODUCTIVIDAD =	365.00 / 291.0000		1.2543	
FACTOR DE SALARIO REAL = (FACT PRES x FAC DE PRODUC)			1.6722	
	1.2543	1.3332 x 1.2543 =	1.6722	SSM
	1.2543	1.3570 x 1.2543 =	1.7021	SM

OBRA: PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR

LISTA DE SUELDOS BASE

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	SALARIO BASE	FSR	COSTO UNITARIO
C-001	CABO DE OFICIOS	JOR	66.08	1.6722	\$ 110.50
C-002	AYUDANTE GENERAL	JOR	23.05	1.7021	\$ 39.23
C-003	TOPOGRAFO	JOR	142.50	1.6722	\$ 238.29
C-004	AYUDANTE TOPOGRAFO	JOR	51.50	1.6722	\$ 86.12
C-005	ELECTRICISTA DE SEGUNDA	JOR	51.50	1.6722	\$ 86.12
C-006	CHOFER DE CAMION VOLTEO	JOR	120.00	1.6722	\$ 200.66
C-007	OPERADOR TRAXCAVO	JOR	123.64	1.6722	\$ 206.75
C-007	OPERADOR MOTOCONFORMADORA	JOR	123.64	1.6722	\$ 206.75
C-007	OPERADOR PAVIMENTADORA	JOR	123.64	1.6722	\$ 206.75
C-007	OPERADOR VIBROCOMPACTADOR	JOR	123.64	1.6722	\$ 206.75

INSUMO DE MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO
CLAVO DE 1" A 4" DE LONGITUD	Kg.	8.50
AGUA EN PIPA	M ³	10.40
TEZONTLE EN BANCO	M ³	16.00
TEPETATE PUESTO EN OBRA	M ³	35.50
GRAVA CEMENTADA CONTROLADA PRECIO DE BANCO	M ³	27.50
CEMENTO GRIS TIPO 1 NORMAL	TON	1450.00
CALHIDRA	TON	680.00
CIMBRA METALICA PARA GUARNICION	PIEZA	560.00
COLADERA DE BANQUETA INCLUYE TAPA DE CONCRETO	PIEZA	238.50
DIESEL	LITRO	3.57
GASOLINA	LITRO	4.30
EMULSION ASFALTICA RR-2K	LITRO	1.25
CONCRETO ASFALTICO DE 3/4" CON ASFALTO DEL NO. 6	TON	144.00
GEOCOMPUESTO T4/SS1	M ²	6.65
GEORED TENSAR BX - 1100	M ²	12.80
TABIQUE ROJO RECOCIDO	MILLAR	947.00
TUBO ARENERO PARA COLADERA BANQUETERA	PIEZA	57.50
TUBO DE CONCRETO SIMPLE DE 15 CMS. DE DIAMETRO	PIEZA	15.50

OBRA: PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR

LISTA DE EQUIPO

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO UNITARIO
E-001	TRAXCAVO CAT- 955 L	HRA	\$ 250.00
E-002	CAMION VOLTEO	HRA	\$ 187.30
E-003	CAMION PIPA	HRA	\$ 187.30
E-004	CAMION PETROLIZADORA	HRA	\$ 205.50
E-005	MOTOCONFORMADORA CAT 120 B	HRA	\$ 256.86
E-006	PAVIMENTADORA BARBER GREEN BG-240 B	HRA	\$ 305.01
E-007	VIBRO COMPACTADOR VAP 70	HRA	\$ 119.65
E-007	VIBRO COMPACTADOR NEUMATICO LISO CP-22	HRA	\$ 88.84
E-007	RETROEXCAVADORA CAT 225	HRA	\$ 184.17
E-007	EQUIPO DE TRANSITO PARA TOPOGRAFIA	HRA	\$ 4.00

CALCULO DE COSTO HORARIO
OBRA: PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR

ABRIL 17 DEL 2000

DESCRIPCION: TRAXCAVO Cat - 955 (1 1/4 YD²)

DATOS GENERALES DEL EQUIPO

Costo Maquina Base	\$	880.000	Moneda	Tipo de Cambio	\$	0.00
Costo Equipo Adicional	\$	0.00	Moneda	Tipo de Cambio	\$	0.00
Valor de Adquisición (Va)	\$	880.000				
Valor de Rescata (Vr)	\$	88.000				
Vida Economica Hrs (Ve)		15.000				
LLantas Maquina Base			Cantidad 0	Horas Anuales (Ha)		2000.00
LLantas Equipo Adicional			Cantidad 0	Costo Unitario Llantia	\$	0.00
Vida LLantas Hrs (HVL)		0.00		Costo Total	\$	0.00
Seguros (s) %		3.00000	Clave	Motor Diesel	\$	
Almacenaje (Fa) %		0.00000	M0002	Diesel	\$	3.57
Tasa Interes (i) %		20.00000	M0003	Acete para Motor	\$	11.70
Mantenimiento (Q) %		0.80000	M		\$	0.00
			M		\$	0.00

ANALISIS DE COSTO

I.- CARGOS FIJOS

Depreciación.....	$D = (Va - Vr) / Ve$	\$	52.80		
Inversión.....	$I = i(Va + Vr) / 2Ha$	\$	48.40		
Seguros.....	$S = s(Va + Vr) / 2Ha$	\$	7.26		
Almacenaje.....	$A = Fa \times D$	\$	-		
Mantenimiento.....	$Q = Q \times D$	\$	42.24	Cargos Fijos	150.70

II.- CONSUMOS

Potencial Nominal.....(HP):	120				
Factor De Operación.....	0.80000				
Potencial De Operación.....	96	H.P op			
Capacidad Carter.....(C):	15				
Tiempo de Cambio.....(T):	160				
Combustible.....	$0.180000 \times HP \cdot Op \times PC$	\$	61.89		
Otras Fuentes De Energia.....		\$	-		
Lubricante de Motor.....	$(C/T + 0.009500 \times HP \cdot op) PL$	\$	11.77		
Lubricante Hidráulico.....	$0.000000 \times CLh$	\$	-		
Llantas.....	Vl / HVL	\$	-		
Gasolina para Arranque.....	$0.000000 \times HP \cdot op \times PC$	\$	-	Cargos por Consumos	73.48

COSTO HORARIO SIN OPERACIÓN 224.16

III.- OPERACIÓN

Factor de Operación de Mano de obra:	1				
Operador de Traxcavo	No 1 :	Salario Real \$	206.75 / Hr	Importe \$	206.75
	No 2 :	Salario Real \$	0.00 / Hr	Importe \$	0.00
	No 3 :	Salario Real \$	0.00 / Hr	Importe \$	0.00
Operación:	$(206.75 / 1.0000 \times 8)$	Suma de Salarios	\$	206.75	
		Cargos de Operación \$		25.84	

IV.- COSTO DIRECTO HORA / MAQUINA COSTO HORARIO CON OPERACIÓN \$ 250.00

CALCULO DE COSTO HORARIO
OBRA: PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR

ABRIL 17 DEL 2000

DESCRIPCION: CAMION VOLTEO DE 7.00 M³ DE CAPACIDAD

DATOS GENERALES DEL EQUIPO

Costo Maquina Base	\$	445,000	Moneda	Tipo de Cambio	\$	0.00
Costo Equipo Adicional	\$	0.00	Moneda	Tipo de Cambio	\$	0.00
Valor de Adquisición	(Va) \$	445,000				
Valor de Rescate	(Vr) \$	44,500				
Vida Economica Hrs	(Ve)	15,000				
LLantas Maquina Base			Cantidad	0	Horas Anuales (Ha)	2000.00
LLantas Equipo Adicional			Cantidad	8.00	Costo Unitario Llantia	\$ 0.00
Vida LLantas Hrs	(HVI)	2000.00			Costo Unitario Llantia	\$ 650.00
					Costo Total	\$ 3900.00
Seguros	(s) %	3.00000	Clave		Motor Diesel	
Almacenaje	(Fa) %	0.00000	M0002		Diesel	\$ 3.57
Tasa Interes	(i) %	20.00000	M0003		Acete para Motor	\$ 11.70
Mantenimiento	(Q) %	0.80000	M			\$ 0.00
			M			\$ 0.00

ANALISIS DE COSTO

I.- CARGOS FIJOS

Depreciación.....	D = (Va - Vr) / Ve	\$ 28.70		
Inversión.....	I = i(Va+Vr) / 2Ha	\$ 24.48		
Seguros.....	S = s(Va+Vr) / 2Ha	\$ 3.87		
Almacenaje.....	A = Fa x D	\$ -		
Mantenimiento.....	Q = Q x D	\$ 21.38	Cargos Fijos	76.21

II.- CONSUMOS

Potencial Nominal.....(HP):	180		
Factor De Operación.....	0.80000		
Potencial De Operación.....	144	H.P op	
Capacidad Carter.....(C):	18		
Tiempo de Cambio.....(T):	200		
Combustible.....	0.150000 x HP . Op x PC	\$ 77.11	
Otras Fuentes De Energia.....		\$ -	
Lubricante de Motor.....	(C/T + 0.003500 xHP :op) PL	\$ 6.95	
Lubricante Hidráulico.....	0.00000 x CLh	\$ -	
Llantas.....	VI / HVI	\$ 1.95	
Gasolina para Arranque.....	0.00000 x HP .op x PC	\$ -	
		Cargos por Consumos	88.01

COSTO HORARIO SIN OPERACIÓN \$ 162.22

III.- OPERACIÓN

Factor de Operación de Mano de obra:	1		
Operador de Traxcavo	No 1 : Salario Real \$ 200.86 / Hr	Importe \$	200.86
	No 2 : Salario Real \$ 0.00 / Hr	Importe \$	0.00
	No 3 : Salario Real \$ 0.00 / Hr	Importe \$	0.00
Operación:	(200.86 / 1.0000 x 8)	Suma de Salarios	\$ 200.86
		Cargos de Operación \$	25.08

IV.- COSTO DIRECTO HORA / MAQUINA COSTO HORARIO CON OPERACIÓN \$ 187.30

CALCULO DE COSTO HORARIO
OBRA: PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR

ABRIL 17 DEL 2000

DESCRIPCION: PAVIMENTADORA BARBER GREEN BG-240-B

DATOS GENERALES DEL EQUIPO

Costo Maquina Base	\$	900,000	Moneda	Tipo de Cambio	\$	0.00
Costo Equipo Adicional	\$	0.00	Moneda	Tipo de Cambio	\$	0.00
Valor de Adquisición (Va)		900,000				
Valor de Rescate (Vr)		90,000				
Vida Economica Hrs (Ve)		10,000		Horas Anuales (Ha)		2000.00
LLantas Maquina Base			Cantidad	2.00	Costo Unitario Llantia	\$ 4000.00
LLantas Equipo Adicional			Cantidad	4.00	Costo Unitario Llantia	\$ 2600.00
Vida LLantas Hrs (HVl)		1000.00			Costo Total	\$ 6,600.00
Seguros (s) %		3.00000	Clave		Motor Diesel	
Almacenaje (Fa) %		0.00000	M0002		Diesel	\$ 3.57
Tasa Interes (i) %		20.00000	M0003		Acete para Motor	\$ 11.70
Mantenimiento (O) %		0.80000	M			\$ 0.00
			M			\$ 0.00

ANALISIS DE COSTO

I.- CARGOS FIJOS

Depreciación.....	$D = (Va - Vr) / Ve$	\$ 81.00	
Inversión.....	$I = i(Va + Vr) / 2Ha$	\$ 49.50	
Seguros.....	$S = s(Va + Vr) / 2Ha$	\$ 7.43	
Almacenaje.....	$A = Fa \times D$	\$ -	
Mantenimiento.....	$Q = Q \times D$	\$ 84.80	
			Cargos Fijos \$ 202.73

II.- CONSUMOS

Potencial Nominal.....(HP):	150	
Factor De Operación.....	0.75000	
Potencial De Operación.....	112.50 H.P op	
Capacidad Carter.....(C):	19	
Tiempo de Cambio.....(T):	200	
Combustible.....	$0.1400000 \times HP \cdot Op \times PC$	\$ 56.23
Otras Fuentes De Energia.....		\$ -
Lubricante de Motor.....	$(C/T + 0.009500 \times HP \cdot op) PL$	\$ 13.62
Lubricante Hidráulico.....	$0.000000 \times CLh$	\$ -
Llantas.....	Vl / HVl	\$ 6.60
Gasolina para Arranque.....	$0.00000 \times HP \cdot op \times PC$	\$ -
		Cargos por Consumos \$ 76.44

COSTO HORARIO SIN OPERACIÓN \$ 279.17

III.- OPERACIÓN

Factor de Operación de Mano de obra:	1	
Operador de Traxcavo	No 1: Salario Real \$ 208.75 / Hr	Importe \$ 208.75
	No 2: Salario Real \$ 0.00 / Hr	Importe \$ 0.00
	No 3: Salario Real \$ 0.00 / Hr	Importe \$ 0.00
Operación:	$(208.75 / 1.0000 \times 8)$	Suma de Salarios \$ 208.75
		Cargos de Operación \$ 25.84

IV.- COSTO DIRECTO HORA / MAQUINA COSTO HORARIO CON OPERACIÓN \$ 305.01

CALCULO DE COSTO HORARIO
OBRA: PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR

ABRIL 17 DEL 2000

DESCRIPCION: MOTOCONFORMADORA CATERPILLAR 120 B

DATOS GENERALES DEL EQUIPO

Costo Maquina Base	\$	880,000	Moneda	Tipo de Cambio	\$	0.00
Costo Equipo Adicional	\$	0.00	Moneda	Tipo de Cambio	\$	0.00
Valor de Adquisición (Va)	\$	880,000				
Valor de Rescate (Vr)	\$	88,000				
Vida Economica Hrs (Ve)		15,000				
LLantas Maquina Base			Cantidad	0.00	Horas Anuales (Ha)	2000.00
LLantas Equipo Adicional			Cantidad	6.00	Costo Unitario Llantia	\$ 2000.00
Vida LLantas Hrs (HVl)		1000.00			Costo Total	\$ 12,000.00
Seguros (s) %	3.00000		Clave	Motor Diesel	\$	
Almosenaje (Fa) %	0.00000		M0002	Diesel	\$	3.57
Tasa Interes (I) %	20.00000		M0003	Acete para Motor	\$	11.70
Mantenimiento (Q) %	0.80000		M		\$	0.00
			M		\$	0.00

ANALISIS DE COSTO

I.- CARGOS FIJOS

Depreciación.....	$D = (Va - Vr) / Ve$	\$	52.80		
Inversión.....	$I = i(Va + Vr) / 2Ha$	\$	48.40		
Seguros.....	$S = s(Va + Vr) / 2Ha$	\$	7.28		
Almacenaje.....	$A = Fa \times D$	\$	-		
Mantenimiento.....	$Q = Q \times D$	\$	42.24	Cargos Fijos	150.70

II.- CONSUMOS

Potencial Nominal.....(HP):	120				
Factor De Operación.....	0.80000				
Potencial De Operación.....	96	H.P op			
Capacidad Carter.....(C):	15				
Tiempo de Cambio.....(T):	180				
Combustible.....	$0.20000 \times HP \cdot Op \times PC$	\$	68.54		
Otras Fuentes De Energia.....		\$	-		
Lubricante de Motor.....	$(C/T + 0.009500 \times HP : op) PL$	\$	11.77		
Lubricante Hidráulico.....	$0.00000 \times CLh$	\$	-		
Llantas.....	Vl / HVl	\$	-		
Gasolina para Arranque.....	$0.00000 \times HP \cdot op \times PC$	\$	-	Cargos por Consumos	80.31

COSTO HORARIO SIN OPERACIÓN \$ 231.01

III.- OPERACIÓN

Factor de Operación de Mano de obra:	1				
Operador de Traxcavo	No 1: Salario Real \$ 206.75 / Hr	Importe \$	206.75		
	No 2: Salario Real \$ 0.00 / Hr	Importe \$	0.00		
	No 3: Salario Real \$ 0.00 / Hr	Importe \$	0.00		
Operación:	$(206.75 / 1.0000 \times 8)$	Suma de Salarios	\$ 206.75		
		Cargos de Operación	\$ 25.84		

IV.- COSTO DIRECTO HORA / MAQUINA COSTO HORARIO CON OPERACIÓN \$ 256.86

CÁLCULO DE COSTO HORARIO
OBRA: PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR

ABRIL 17 DEL 2000

DESCRIPCION: EQUIPO DE TRANSITO PARA TOPOGRAFIA

DATOS GENERALES DEL EQUIPO					
Costo Maquina Base	\$	25,000	Moneda	Tipo de Cambio	\$ 0.00
Costo Equipo Adicional	\$	0.00	Moneda	Tipo de Cambio	\$ 0.00
Valor de Adquisición (Va) \$		25,000			
Valor de Rescate (Vr) \$		2,500			
Valor Económico Hrs (Ve)		20,000		Horas Anuales (Ha)	1800.00
LLantas Maquina Base			Cantidad: 0	Costo Unitario Llantia	\$ 0.00
LLantas Equipo Adicional			Cantidad: 0	Costo Unitario Llantia	\$ 0.00
Valor Llantias Hrs (HVI)		0.00		Costo Total	\$ 0.00
Seguros (s) %		3.00000	Clave	Motor Diesel	
Ameseneje (Fa) %		0.00000	M0002	Diesel	\$ 0.00
Tasa Interés (I) %		20.00000	M0003	Acete para Motor	\$ 0.00
Mantenimiento (Q) %		0.80000	M		\$ 0.00
			M		\$ 0.00
ANALISIS DE COSTO					
I.- CARGOS FIJOS					
Depreciación.....	$D = (Va - Vr) / Ve$		\$	1.13	
Inversión.....	$I = i(Va + Vr) / 2Ha$		\$	1.72	
Seguros.....	$S = s(Va + Vr) / 2Ha$		\$	0.28	
Almacenaje.....	$A = Fa \times D$		\$	-	
Mantenimiento.....	$Q = Q \times D$		\$	0.90	
				Cargos Fijos	4.00
II.- CONSUMOS					
Potencial Nominal.....(HP):	0				
Factor De Operación.....	1.00000				
Potencial De Operación.....	0	H.P op			
Capacidad Carter.....(C):	0				
Tiempo de Cambio.....(T):	0				
Combustible.....	$0.180000 \times HP \cdot Op \times PC$		\$	-	
Otras Fuentes De Energia.....			\$	-	
Lubricante de Motor.....	$(C/T + 0.009500 \times HP \cdot op) PL$		\$	-	
Lubricante Hidráulico.....	$0.000000 \times CLh$		\$	-	
Llantias.....	Vl / HVI		\$	-	
Gasolina para Arranque.....	$0.000000 \times HP \cdot op \times PC$		\$	-	
				Cargos por Consumos	0.00
COSTO HORARIO SIN OPERACIÓN					4.00
III.- OPERACIÓN					
Factor de Operación de Mano de obra:	1				
Operador de Traxcavo	No 1 :	Salario Real \$ 0.00 / Hr		Importe \$	0.00
	No 2 :	Salario Real \$ 0.00 / Hr		Importe \$	0.00
	No 3 :	Salario Real \$ 0.00 / Hr		Importe \$	0.00
				Suma de Salarios	\$ 0.00
Operación:	$(0.00 / 0.0000 \times 0)$			Cargos de Operación \$	0.00
IV.- COSTO DIRECTO HORA / MAQUINA					COSTO HORARIO CON OPERACIÓN \$ 4.00

PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

EXCAVACION EN CAJA POR MEDIOS MECANICOS EN CUALQUIER ZONA Y CLASE DE MATERIAL EN SECO Y/O SATURADO A CUALQUIER PROFUNDIDAD DE ACUERDO AL PROYECTO DE SUBRASANTE, VOLUMEN MEDIDO EN BANCO INCLUYE: MAQUINARIA, CORTES, AFINES Y CARGAS P. U. O. T.
 UNIDAD DE MEDIDA: M3

<u>MANO DE OBRA</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>COSTO UNITARIO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>IMPORTE</u>
CABO	JOR.	110.5	0.008000	0.884
AYUDANTE	JOR.	38.55	0.005700	0.220
HERRAMIENTA MENOR	%MO	0.33	0.030000	0.01
TOTAL MANO DE OBRA:				\$ <u>1.11</u>

EQUIPO Y HERRAMIENTA

RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGAS 640 HD	HR	184.17	0.040000	7.367
TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTA:				\$ <u>7.37</u>

COSTO DIRECTO 8.481

INDIRECTO (30%) \$ 2.54

PRECIO UNITARIO M3 11.021

PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACARREO EN CAMION DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION EN CAJA, MEDIDO SUELTO PRIMER KILOMETRO

UNIDAD DE MEDIDA: M3

<u>MATERIALES</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>COSTO UNITARIO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>IMPORTE</u>
TARIFA ACARREO 1ER KILOMETRO		0.67	1.300000	<u>0.871</u>
TERRACERIA	M3	TOTAL :		\$ <u>0.87</u>

<u>EQUIPO Y HERRAMIENTA</u>				
CARGADOR FRONTAL SOBRE ORUGAS		250	0.006360	1.59
955-L	HR	TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTA:		\$ <u>1.59</u>

COSTO DIRECTO \$ 2.46

INDIRECTO \$ 0.74

PRECIO UNITARIO M3 \$ 3.20

PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ACARREO DEL MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION, MEDIDO SUJETO
A KILÓMETROS SUBSECUENTES.

UNIDAD DE MEDIDA: M3-KM

<u>MATERIALES</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>COSTO UNITARIO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>IMPORTE</u>
TARIFA ACARREO KMS. SUBSECS.	M3KM	2.425	1.000000	2.425
		TOTAL :		\$ 2.43
<u>COSTO DIRECTO</u>				\$ 2.43
<u>INDIRECTO (30 %)</u>				\$ 0.73
 <u>PRECIO UNITARIO</u>	 M3KM			 \$ 3.15

PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

FORMACION Y COMPACTACION DE CARPETA ASFALTICA DE 10 CMS DE ESPESOR COMPACTADA AL 95% DE SU P.V.S.M.
NO INCLUYE LOS MATERIALES (CRITERIO DE PAGO MEDIDO COMPACTO) P.U.O.T.

UNIDAD DE MEDIDA: M3

<u>MANO DE OBRA</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>COSTO UNITARIO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>IMPORTE</u>
CABO	JOR	110.5	0.001300	0.14365
AYUDANTE	JOR	38.55	0.020000	0.771
HERRAMIENTA MENOR	JOR	1.13	0.030000	0.03
	TOTAL .			<u>\$ 0.94</u>
 <u>EQUIPO Y HERRAMIENTA</u>				
VIBROCOMPACTADOR VAP-70	HR	119.85	0.200000	23.93
PAVIMENTADORA BARBER GREEN BG-240-B	HR	305.01	0.138280	42.18
VIBROCOMPACTADOR NEUMATICO LISO CP-22	HR	88.84	0.200000	<u>17.769</u>
				<u>\$ 83.87</u>
<u>COSTO DIRECTO</u>				<u>\$ 84.82</u>
<u>INDIRECTO (30 %)</u>				<u>\$ 25.45</u>
 <u>PRECIO UNITARIO</u>	 M3			 <u>\$ 110.25</u>

PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MEZCLA ASFALTICA DE LA PLANTA INCLUYE : SUMINISTRO DE MATERIAL (CRITERIO DE PAGO MEDIDO COMPACTO) P.U.O.T.

UNIDAD DE MEDIDA: M3

<u>MATERIALES</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>COSTO UNITARIO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>IMPORTE</u>
MEZCLA ASFALTICA 3/4"	M3	377.35	1.050000	<u>396.22</u>
		TOTAL DE MATERIALES:		\$ <u>396.22</u>
<u>COSTO DIRECTO</u>				\$ <u>396.22</u>
<u>INDIRECTO (30 %)</u>				\$ <u>118.87</u>
<u>PRECIO UNITARIO</u>	M3			\$ <u>515.09</u>

PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

SUMINISTRO Y TENDIDO DE GEOCOMPUESTO T4/SS1 O SIMILAR EN CALIDAD INCLUYE :MATERIAL, MANO DE OBRA ACARREOS A LA OBRA Y LOCALES, COSTURA, DESPERDICIOS TRASLAPES NECESARIOS, EXTENDIDO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION; P. U. O. T.

UNIDAD DE MEDIDA: M2

<u>MANO DE OBRA</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>COSTO UNITARIO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>IMPORTE</u>
CABO	JOR.	110.5	0.008200	0.8851
AYUDANTE	JOR.	38.55	0.008200	0.239
HERRAMIENTA MENOR	%MO	0.33	0.030000	0.01
TOTAL MANO DE OBRA:				<u>\$ 0.93</u>

MATERIALES

GEOTEXTIL GEOCOMPUESTO T4/SS1	M2	8.93	1.100000	<u>\$ 9.82</u>
-------------------------------	----	------	----------	----------------

COSTO DIRECTO \$ 10.77

INDIRECTO (30 %) \$ 3.23

PRECIO UNITARIO M3 \$ 14.00

CAPITULO V

“EVALUACION DE ALTERNATIVAS”

V.1.- EVALUACION DE ALTERNATIVAS

La construcción de pavimentos con Geotextiles representa una alternativa, a las posibilidades de garantizar una estructura de pavimento de calidad y buena operación al tráfico vehicular; por lo que puede establecerse que la utilización de Geotextiles en forma adecuada como capa separadora logra disminuir el espesor de las capas del pavimento, conforme se indico en el capítulo III donde se estableció el diseño de dos tipos de pavimento:

A) Pavimento tradicional

B) Pavimento con Geotextiles

Considerando ambas alternativas se presenta a continuación una evaluación de costos presentándose a manera de presupuesto una vialidad del municipio de Chimalhuacan en el Estado de México con las siguientes características:

Avenida: Chimalhuacan

Longitud: 633.00 mts.

Ancho: 9.00 mts.

Superficie: 5,697.00 m²

V.2.- PRESUPUESTO DE PAVIMENTO TRADICIONAL

El presupuesto del pavimento tradicional se considera basándose en los resultados obtenidos en el capítulo III como se ilustra en la figura 4.1.

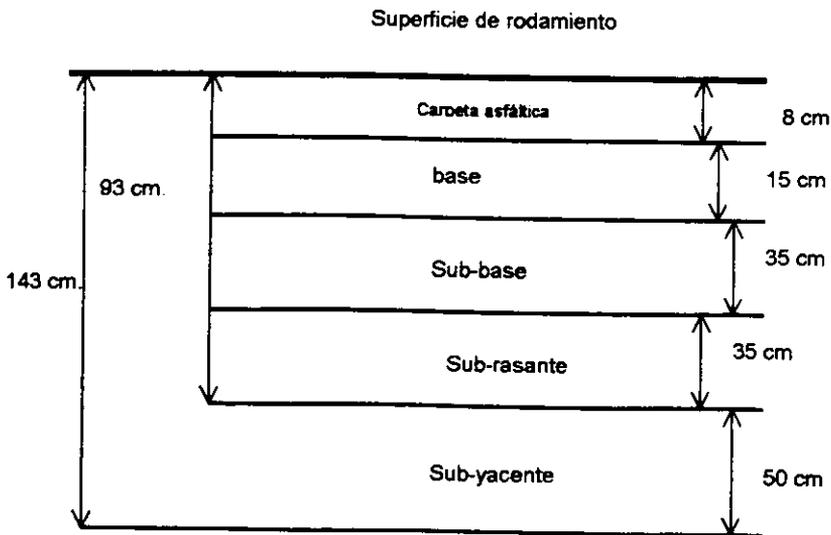


Figura 4.1 estructura de pavimento tradicional

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MÉXICO**

PRESUPUESTO DE PAVIMENTO TRADICIONAL

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
	EXCAVACION EN CAJA				
1	TRAZO Y NIVELACION TOPOGRAFICA DEL EJE DE LA VIALIDAD Y PROYECTO DE RASANTE OBTENIENDO SECCIONES, NIVEL, ESTABLESIENDO EJES Y REFERENCIAS BANCOS DE NIVEL, REPORTES, INCLUYE: MANO DE OBRA, MATERIALES, HERRAMIENTA, EQUIPO TOPOGRAFICO Y TODO LO NECESARIO PARA SU COMPLETA EJECUCION (LA SUPERFICIE SERA CONSIDERADA PARA SU PAGO UNA SOLA VEZ), P.U.O.T.	M ²	5,697.00	\$ 1.14	\$ 6,494.58
2	EXCAVACION EN CAJA POR MEDIOS MACANICOS EN CUALQUIER ZONA Y CLASE DE MATERIAL EN SECO Y/O SATURADO A CUALQUIER PROFUNDIDAD DE ACUERDO AL PROYECTO DE SUBRASANTE, VOLUMEN MEDIDO EN BANCO INCLUYE: MAQUINARIA CORTES AFINES Y CARGAS P.U.O.T.	M ²	8,146.71	\$ 11.02	\$ 89,776.74
3	ACARREO EN CAMION DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION EN CAJA, MEDIDO SUELTO PRIMER KILOMETRO, P.U.O.T.	M ³	10,753.66	\$ 3.20	\$ 34,411.71
4	ACARREO EN CAMION PRODUCTO DE LA EXCAVACION MEDIDO SUELTO A KILOMETROS SUBSECUENTES, P.U.O.T.	M ³ -KM	215,073.20	\$ 3.15	\$ 677,480.58
	DESCARGAS PLUVIALES				
5	EXCAVACION A MANO DE 0.00 A 2.00 MTS. DE PROF. ZONA "C" MATERIAL "A", EN SECO Y/O SATURADO, MEDIDO EN BANCO, INCLUYE AFINE, TRASPALEOS, EXTRACCION AL BORDE DE LA ZANJA, CARGA Y ACARREOS LOCALES Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, P.U.O.T. (EN DESCARGAS PLUVIALES Y RED DE AGUA POTABLE)	M ³	606.33	\$ 36.37	\$ 22,052.22
6	CARGA Y ACARREO DE MATERIAL NO APTO PARA RELLENO DE ZANJAS, MEDIDO SUELTO EN EL TIRADERO DE LA ZONA, INCLUYE: EXTENDIDO DEL MATERIAL, EN EL TIRADERO PRODUCTO DE LAS DESCARGAS (PRIMER KILOMETRO) P.U.O.T. (EN DESCARGAS PLUVIALES Y RED DE AGUA POTABLE)	M ³	800.35	\$ 6.21	\$ 4,970.17
	IMPORTE DE ESTA HOJA:				\$ 835,188.01

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MEXICO**

PRESUPUESTO DE PAVIMENTO TRADICIONAL

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
7	ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION NO APTO PARA RELLENO DE ZANJAS. PRODUCTO DE DESCARGAS MEDIDO SUELTO, DEPOSITADO EN EL TIRADERO DE LA ZONA, KILOMETROS SUBSECUENTES P.U.O.T.	M ² -KM	16,007.00	\$ 1.26	\$ 20,168.82
8	PLANTILLA DE 10 CMS. DE ESPESOR CON ARENA PARA DESPLANTE DE TUBERIAS INCLUYE: ACRREOS, MATERIAL, MANO DE OBRA, P.U.O.T.	M ³	57.42	\$ 87.69	\$ 5,035.18
9	RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL PRODUCTO DE BANCO DE LA ZONA (TEPETATE), COMPACTADO CON PISON DE MANO EN CAPAS DE 10 CMS. DE ESPESOR, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIAL L.A.B., TENDIDO, COMPACTADO, ACARREO, HERRAMIENTA, SUMINISTRO E INCORPORACION DE AGUA.	M ³	578.07	\$ 87.65	\$ 50,482.54
10	COLADERA PLUVIALES DE BANQUETA (CONCRETO) UBICADAS DE 30 A 40 MTS. DE DISTANCIA APROXIMADAMENTE CADA UNA, INCLUYE: MATERIALES MANO DE OBRA, FLETES, TUBO ARENERO, REJILLA, ROPTURA Y REPOSICION DE GUARNICION Y BANQUETA, CONEXIÓN A LA RED GENERAL CON TUBO DE CONCRETO SIMPLE DE 15 CMS. DE DIAMETRO JUNTEADO CON MORTERO CEMENTO ARENA PROPORCION 1:4, EXCAVACION, RELLENO, COMPACTACION, RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE FUERA DE OBRA, LIMPIEZA Y TODO LO NECESARIO PARA SU EJECUCION. P.U.O.T.	PZA	34.00	\$ 850.35	\$ 28,911.80
11	REPARACION Y/O EJECUCION DE TOMAS DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE DE 1/2" DE DIAMETRO. INCLUYE EXCAVACION, MATERIAL PARA SU REPARACION E INSTALACION Y RELLENO, ABRAZADERA DE INSERCIÓN CONEXIÓN, TUBO EN UNA LONGITUD DE HASTA 5 MTS. PRUEBAS Y TODO LO NECESARIO PARA LA COMPLETA EJECUCION DEL CONCEPTO. P.U.O.T.	PZA	60.00	\$ 45.58	\$ 2,734.80
			IMPORTE DE ESTA HOJA:		\$ 107,343.22

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MEXICO**

PRESUPUESTO DE PAVIMENTO TRADICIONAL

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
12	REPARACION DE DESCARGAS DOMICILIARIAS DE DIAMETRO INDICADO INCLUYE: EXCAVACION, CAMBIO DE TUBO, MATERIAL NECESARIO PARA SU REPARACION, RELLENOS, HERRAMIENTAS, MATERIALES, MANO DE OBRA, P.U.O.T.	PZA	60.00	\$ 850.35	\$ 51,021.00
13	EJECUCION DE CALAS PARA VERIFICACION Y UBICACION DE INSTALACIONES SUBTERRANEAS, INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, MANIOBRAS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION P.U.O.T.	M ³	45.00	\$ 50.00	\$ 2,250.00
14	FABRICACION Y CONSTRUCCION DE PASOS DE BANQUETA PARA MINUSVALIDOS, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO CARGAS, DESCARGAS, ACARREOS DENTRO Y FUERA DE LA OBRA, FABRICACION DE CONCRETO F'c=150 KG/CM2 DE 10 CMS. DE ESPESOR, CON FORJADO DE CANALES DE ACUERDO A INDICACIONES DE LA SUPERVISION, DEMOLICION DE GUARNICIONES Y BANQUETAS, EXCAVACION, TENDIDO DE 10 CMS. DE TEPETATE COMPACTADO AL 90 % DE SU P.V.S.M. RESANES Y EMBOQUILLADOS DE ELEMENTOS EXISTENTES Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, SE CONSIDERA LA PROYECCION EN PLANTA DE LA SUPERFICIE PARA EFECTOS DE PAGO P.U.O.T.	M ²	54.38	\$ 110.50	\$ 6,008.99
15	BANQUETA DE CONCRETO DE F'c=150 KG/CM ² , HECHO EN OBRA, DE 10 CMS. DE ESPESOR, ACABADO ESCOBILLADO, INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA EQUIPO, HERRAMIENTA, ACARREOS, MAQUINARIA, CIMBRADO DE FRONTERAS. P.U.O.T.	M ²	1,066.00	\$ 79.04	\$ 84,256.64
16	GUARNICION DE CONCRETO, HECHO EN OBRA F'c=200 KG/CM ² . CON AGREGADO MAXIMO DE 19 MM. DE SECCION TRAPEZOIDAL DE 15 x 20 x 50 CMS. INCLUYE: EXCAVACION, CIMBRA, DECIMBRADO, MATERIAL, MANO DE OBRA, ACARREOS, HERRAMIENTA, DESPERDICIOS Y RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE. P.U.O.T.	ML	1,066.00	\$ 77.90	\$ 83,041.40
IMPORTE DE ESTA HOJA:					\$ 226,578.03

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MÉXICO**

PRESUPUESTO DE PAVIMENTO TRADICIONAL

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
17	DENTELLON DE CONCRETO F'C= 150 KG/CM ² HECHO EN OBRA CON AGREGADOS MAXIMOS DE 3/4" (19 mm.) DE SECCION 0.30 X 0.20 MTS. ACABADO PULIDO TERMINADO CON VOLTEADOR INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, ACARREOS, MAQUINARIA, CIMBRA EN FRONTERAS, DECIMBRADO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	ML	140.00	\$ 55.00	\$ 7,700.00
18	RENIVELACION DE CAJAS DE AGUA CON MUROS DE TABIQUE DE 26 CMS. DE ESPESOR CON APLANADO INTERIOR, ACABADO PULIDO, DOMOLICION DE LOSA DE CONCRETO EXISTENTE REPOSICION DE LOSA ARMADA CON VARILLAS DEL N° 3 @ 15 CMS. AMBOS SENTIDOS, RETIRO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA DEMOLICION, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, ACARREOS, DESPERDICIOS, LIMPIEZA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, P.U.O.T.	PZA	5.00	\$ 650.00	\$ 3,250.00
19	DEMOLICION DE ELEMENTOS DE CONCRETO SIMPLE TALES COMO GURNICIONES Y BANQUETAS INCLUYE: EQUIPO NECESARIO, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA, ACARREOS, DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA DEMOLICION AL TIRO PROPUESTO POR LA CONTRATISTA, ASI COMO LA LIMPIEZA GRUESA DE LA ZONA DE TRABAJO P.U.O.T.	M ³	118.02	\$ 265.00	\$ 31,275.30
20	AFINACION Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE AL 90% DEL P.V.S.M. INCLUYE: SUMINISTRO E INCORPORACION DE AGUA, EQUIPO, MAQUINARIA, CARGA, ACRREOS, SOBRE ACARREOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA. P.U.O.T.	M ²	5,697.00	\$ 3.56	\$ 20,281.32
21	SUMINISTRO, TENDIDO Y BANDEADO DE CAPA SUB-YACENTE Y SUBRASANTE A BASE DE TEZONTLE GRADUADO DE HASTA 3" DE DIAMETRO CON EQUIPO INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA HERRAMIENTA, EQUIPO INCRUSTACION DEL MATERIAL, LIMPIEZA Y TODO LO NECESARIO PARA SU COMPLETA EJECUCION P.U.O.T.	M ³	4,842.45	\$ 64.31	\$ 311,417.96
			IMPORTE DE ESTA HOJA:	\$	373,924.68

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MÉXICO**

PRESUPUESTO DE PAVIMENTO TRADICIONAL

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
22	ACARREO Y CARGA DE MATERIAL DE SUBRASANTE (TEZONTLE) MEDIDO SUELTO AL 1 ^{er} KM. P.U.O.T.	M ³	6,295.19	\$ 5.77	\$ 36,323.25
23	ACARREO DE MATERIAL DE TEZONTLE PARA SUBRASANTE A KILOMETROS SUBSECUENTES.	M ³ -KM	251,807.60	\$ 1.26	\$ 317,277.58
24	SUB-BASE DE GRAVA CEMENTADA, DE ESPESOR INDICADO EN PROYECTO, COMPACTADA AL 90% DE SU P.V.S.M. INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIAL, SUMINISTRO DE INCORPORACION DE AGUA, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, MAQUINARIA, TENDIDOS, RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE, P.U.O.T	M ³	1,993.95	\$ 75.50	\$ 150,543.23
25	ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE BANCO PARA SUB-BASE, MEDIDO SUELTO A PRIMER KILOMETRO INCLUYE: CARGA, DESCARGA, P.U.O.T.	M ³	2,592.14	\$ 5.77	\$ 14,956.65
26	ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE BANCO PARA SUB-BASE, KILOMETROS SUBSECUENTES. P.U.O.T.	M ³ -KM	77,764.20	\$ 1.26	\$ 97,982.89
27	BASE DE GRAVA DE ESPESOR INDICADO EN PROYECTO CONTROLADA Y COMPACTADA AL 95% DE SU P.V.S.M. DE 1850 A 1950 KG/M ³ , INCLUYE: SUMINISTRO E INCORPORACION DE AGUA, SUMINISTRO DE MATERIAL L.A.B., MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, TENDIDOS, RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE, AFINE Y LIMPIEZA P.U.O.T.	M ³	854.55	\$ 75.50	\$ 64,518.53
28	ACARREO Y CARGA DE MATERIAL DE BASE MEDIDO SUELTO AL PRIMER KILOMETR. P.U.O.T.	M ³	1,110.82	\$ 5.77	\$ 6,410.01
29	ACARREO DE MATERIAL DE BASE, MEDIDO SUELTO A KILOMETROS SUBSECUENTES. P.U.O.T.	M ³ -KM	33,327.60	\$ 1.26	\$ 41,992.78
30	BROCAL Y TAPA DE CONCRETO PARA POZOS DE VISITA INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, FLETES, ACARREOS, HERRAMIENTA. P.U.O.T.	PZA	20.00	\$ 346.55	\$ 6,931.00
	IMPORTE DE ESTA HOJA:				\$ 736,835.90

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MÉXICO**

PRESUPUESTO DE PAVIMENTO TRADICIONAL

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
	INFRAESTRUCTURA				
38	PINTADO DE RAYA BLANCA Y/O AMARRILLO TRAFICO DE 10 CMS. DE ANCHO REFLEJANTE, CONTINUO O DISCONTINUO, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA EQUIPO, SEÑALAMIENTO DE SEGURIDAD, MAQUINA PINTARRAYAS Y HERRAMIENTA. P.U.O.T.	ML	2,132.00	\$ 4.47	\$ 9,530.04
39	PINTADO DE GUARNICION CON PINTURA AMARILLA TRAFICO HASTA 35 CMS. DE DESARROLL, INCLUYE: MATERIAL, SEÑALAMIENTO DE SEGURIDAD MAQUINA PINTARRAYAS, HERRAMIENTA Y EQUIPO. P.U.O.T.	ML	2,132.00	\$ 109.00	\$ 232,388.00
40	PINTADO DE RAYA BLANCA REFLEJANTE DE 40 CMS. DE ANCHO PARA LINEA DE ALTO, INCLUYE: MATERIALES ALINEACION, MICROESFERA, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, SEÑALAMIENTO DE SEGURIDAD Y TODO LO NECESARIO PARA SU EJECUCION. P.U.O.T.	ML	200.00	\$ 13.40	\$ 2,680.00
41	PINTADO DE FLECHAS DIRRECCIONALES EN EL PAVIMENTO A BASE DE PINTURA BLANCA TRANSITO REFLEJANTE GRADO INGENIERIA, INCLUYE: TRAZO, MATERIALES, MICROESFERA, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA SEÑALAMIENTO DE SEGURIDAD. P.U.O.T.	PZA	22.00	\$ 71.63	\$ 1,575.86
42	PINTADO DE RAYA BLANCA DE 20 CMS. DE ANCHO CON REFLEJANTE, PARA CRUCE PEATONAL, INCLUE: MATERIALES, MANO DE OBRA, TRAZO, EQUIPO, SEÑALAMIENTO DE SEGURIDAD, MAQUINA PINTARRAYAS Y HERRAMIENTA. P.U.O.T.	ML	400.00	\$ 8.93	\$ 3,572.00
43	SEÑAL RESTRICTIVA SR-22, 61 X 61CMS. (PROHIBIDO ESTACIONARSE), EN LAMINA NEGRA CALIBRE 16, FONDO REFLEJANTE SCOCHE-LITEM, GRADO INGENIERIA BLANCO Y CARACTERES IMPRESOS CONTINUA SERIGRAFICA, SOLVENTE, THINER, LIJA, ESTOPA, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, POSTE, P.T.R. DE 2" X 2", CAL. 14 Y TODO LO NECESARIO PARA SU EJECUCION. P.U.O.T.	PZA	4.00	\$ 1,027.01	\$ 4,108.04
				IMPORTE DE ESTA HOJA:	\$ 253,853.84

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MEXICO**

PRESUPUESTO DE PAVIMENTO TRADICIONAL

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
44	SEÑAL RESTRICTIVA SR-6 (ALTO) DE 0.61 MTS. EN LAMINA NEGRA CALIBRE 16, CON FONDO REFLEJANTE SCOC-HITEM, GRADO INGENIERIA BLANCO Y CARACTERES IMPRESOS CON TINTA SERIGRAFICA, SOLVENTES, THINER, LIJA, ESTOPA, ULANO Y MARCOS PARA IMPRESIÓN, INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA HERRAMIENTA, EQUIPO, POSTE P.T.R. DE 2" X 2" CAL. 14 Y TODO LO NECESARIO PARA SU EJECUCION. P.U.O.T.	PZA	4.00	\$ 1,027.01	\$ 4,108.04
45	SEÑAL RESTRICTIVA SR-11 (CIRCULACION DE UN SOLO SENTIDO), DE DE 61 X 61 CMS. (CIRCULACION), EN LAMINA NEGRA CALIBRE 16, CON FONDO REFLEJANTE SCOC-HITEM, GRADO INGENIERIA BLANCO Y CARACTERES IMPRESOS CON TINTA SERIGRAFICA, SOLVENTE, THINER, LIJA, ESTOPA, ULANO Y MARCOS PARA IMPRESIÓN, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, POSTES P.T.R. DE 2" X 2" CAL. 14 Y TODO LO NECESARIO PARA SU EJECUCION. P.U.O.T.	PZA	4.00	\$ 1,027.01	\$ 4,108.04
46	SEÑAL RESTRICTIVA SR-9, DE 61 X 61 CMS. (VELOCIDAD MAXIMA), EN LAMINA NEGRA CALIBRE 16, CON FONDO REFLEJANTE SCOC-HITEM, GRADO INGENIERIA BLANCO Y CARACTERES IMPRESOS CON TINTA SERIGRAFICA, SOLVENTE, THINER, LIJA, ESTOPA, ULANO Y MARCOS PARA IMPRESIÓN, INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, POSTE P.T.R. DE 2" X 2" CAL. 14 Y TODO LO NECESARIO PARA SU EJECUCION. P.U.O.T.	PZA	4.00	\$ 1,027.01	\$ 4,108.04
47	LETRERO INFORMATIVO DE 2.00 X 3.00 MTS., EN LAMINA CALIBRE 16, INCLUYE: FLETE AL LUGAR DE SU COLOCACION, POSTE P.T.R. DE 4" X 4", CONCRETO HIDRAULICO DE F'CD > 200 KG/CM ² PARA SU FIJACION, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, MATERIALES COLOCACION, SUMINISTRO. P.U.O.T.	PZA	1.00	\$ 7,899.19	\$ 7,899.19
				IMPORTE DE ESTA HOJA:	\$ 20,223.31
				IMPORTE TOTAL:	\$ 2,835,811.60

V.3.- PRESUPUESTO DE PAVIMENTO CON GEOTEXTILES

El presupuesto del pavimento con Geotextiles se considera basándose en los resultados obtenidos en el capítulo III como se ilustra en la figura 4.2

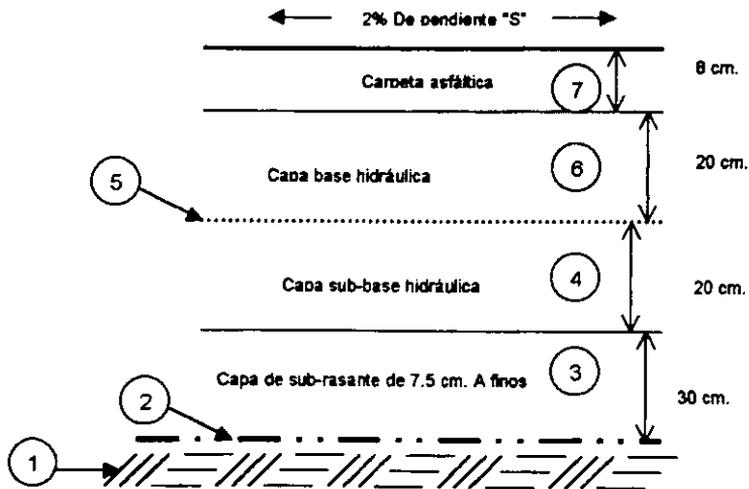


Figura 4.2 pavimento con el uso de Geotextiles

1. - TERRENO NATURAL
2. - GEOCOMPUESTO T4 / SS1
3. - CAPA DE SUB-RASANTE TEZONTLE DE 7.5 cm. A FINOS
4. - SUB-BASE HIDRAULICA
5. - GEORED TENSAR BX - 1100
6. - BASE HIDRAULICA

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MEXICO**

PRESUPUESTO DE PAVIMENTO CON GEOTEXTILES

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
	EXCAVACION EN CAJA				
1	TRAZO Y NIVELACION TOPOGRAFICA DEL EJE DE LA VIALIDAD Y PROYECTO DE RASANTE OBTENIENDO SECCIONES, NIVEL, ESTABLESIENDO EJES Y REFERENCIAS BANCOS DE NIVEL, REPORTES, INCLUYE: MANO DE OBRA, MATERIALES, HERRAMIENTA, EQUIPO TOPOGRAFICO Y TODO LO NECESARIO PARA SU COMPLETA EJECUCION (LA SUPERFICIE SERA CONSIDERADA PARA SU PAGO UNA SOLA VEZ), P.U.O.T.	M ²	5,697.00	\$ 1.14	\$ 6,494.58
2	EXCAVACION EN CAJA POR MEDIOS MACANICOS EN CUALQUIER ZONA Y CLASE DE MATERIAL EN SECO Y/O SATURADO A CUALQUIER PROFUNDIDAD DE ACUERDO AL PROYECTO DE SUBRASANTE, VOLUMEN MEDIDO EN BANCO INCLUYE: MAQUINARIA CORTES AFINES Y CARGAS P.U.O.T.	M ²	4,442.86	\$ 11.02	\$ 48,958.11
3	ACARREO EN CAMION DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION EN CAJA, MEDIDO SUELTO PRIMER KILOMETRO, P.U.O.T.	M ³	5,865.63	\$ 3.20	\$ 18,770.02
4	ACARREO EN CAMION PRODUCTO DE LA EXCAVACION MEDIDO SUELTO A KILOMETROS SUBSECUENTES, P.U.O.T.	M ³ -KM	117,312.60	\$ 3.15	\$ 369,534.69
	DESCARGAS PLUVIALES				
5	EXCAVACION A MANO DE 0.00 A 2.00 MTS. DE PROF. ZONA "C" MATERIAL "A", EN SECO Y/O SATURADO, MEDIDO EN BANCO, INCLUYE AFINE, TRASPALEOS, EXTRACCION AL BORDE DE LA ZANJA, CARGA Y ACARREOS LOCALES Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, P.U.O.T. (EN DESCARGAS PLUVIALES Y RED DE AGUA POTABLE)	M ³	606.33	\$ 36.37	\$ 22,052.22
6	CARGA Y ACARREO DE MATERIAL NO APTO PARA RELLENO DE ZANJAS, MEDIDO SUELTO EN EL TIRADERO DE LA ZONA, INCLUYE: EXTENDIDO DEL MATERIAL, EN EL TIRADERO PRODUCTO DE LAS DESCARGAS (PRIMER KILOMETRO) P.U.O.T. (EN DESCARGAS PLUVIALES Y RED DE AGUA POTABLE)	M ³	800.35	\$ 6.21	\$ 4,970.17
	IMPORTE DE ESTA HOJA:				\$ 476,779.79

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MEXICO**

PRESUPUESTO DE PAVIMENTO CON GEOTEXILES

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
7	ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION NO APTO PARA RELLENO DE ZANJAS, PRODUCTO DE DESCARGAS MEDIDO SUELTO, DEPOSITADO EN EL TIRADERO DE LA ZONA, KILOMETROS SUBSECUENTES P.U.O.T.	M ³ -KM	18,007.00	\$ 1.28	\$ 20,168.82
8	PLANTILLA DE 10 CMS. DE ESPESOR CON ARENA PARA DESPLANTE DE TUBERIAS INCLUYE: ACRREOS, MATERIAL, MANO DE OBRA, P.U.O.T.	M ³	57.42	\$ 87.69	\$ 5,035.16
9	RELLENO DE ZANJA CON MATERIAL PRODUCTO DE BANCO DE LA ZONA (TEPETATE), COMPACTADO CON PISON DE MANO EN CAPAS DE 10 CMS. DE ESPESOR, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIAL L.A.B., TENDIDO, COMPACTADO, ACARREO, HERRAMIENTA, SUMINISTRO E INCORPORACION DE AGUA.	M ³	576.07	\$ 87.65	\$ 50,492.54
10	COLADERA PLUVIALES DE BANQUETA (CONCRETO) UBICADAS DE 30 A 40 MTS. DE DISTANCIA APROXIMADAMENTE CADA UNA, INCLUYE: MATERIALES MANO DE OBRA, FLETES, TUBO ARENERO, REJILLA, ROPTURA Y REPOSICION DE GUARNICION Y BANQUETA, CONEXIÓN A LA RED GENERAL CON TUBO DE CONCRETO SIMPLE DE 15 CMS. DE DIAMETRO JUNTEADO CON MORTERO CEMENTO ARENA PROPORCION 1:4, EXCAVACION, RELLENO, COMPACTACION, RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE FUERA DE OBRA, LIMPIEZA Y TODO LO NECESARIO PARA SU EJECUCION. P.U.O.T.	PZA	34.00	\$ 850.35	\$ 28,911.90
11	REPARACION Y/O EJECUCION DE TOMAS DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE DE 1/2" DE DIAMETRO. INCLUYE EXCAVACION, MATERIAL PARA SU REPARACION E INSTALACION Y RELLENO, ABRAZADERA DE INSERCIÓN CONEXIÓN, TUBO EN UNA LONGITUD DE HASTA 5 MTS. PRUEBAS Y TODO LO NECESARIO PARA LA COMPLETA EJECUCION DEL CONCEPTO. P.U.O.T.	PZA	60.00	\$ 45.58	\$ 2,734.80
			IMPORTE DE ESTA HOJA:		\$ 107,343.22

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MEXICO**

PRESUPUESTO DE PAVIMENTO CON GEOTEXTILES

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
12	REPARACION DE DESCARGAS DOMICILIARIAS DE DIAMETRO INDICADO INCLUYE: EXCAVACION, CAMBIO DE TUBO, MATERIAL NECESARIO PARA SU REPARACION, RELLENOS, HERRAMIENTAS, MATERIALES, MANO DE OBRA, P.U.O.T.	PZA	60.00	\$ 850.35	\$ 51,021.00
13	EJECUCION DE CALAS PARA VERIFICACION Y UBICACION DE INSTALACIONES SUBTERRANEAS, INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, MANIOBRAS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION P.U.O.T.	M ³	45.00	\$ 50.00	\$ 2,250.00
14	FABRICACION Y CONSTRUCCION DE PASOS DE BANQUETA PARA MINUSVALIDOS, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO CARGAS, DESCARGAS, ACARREOS DENTRO Y FUERA DE LA OBRA, FABRICACION DE CONCRETO FC=150 KG/CM2 DE 10 CMS. DE ESPESOR, CON FORJADO DE CANALES DE ACUERDO A INDICACIONES DE LA SUPERVISION, DEMOLICION DE GUARNICIONES Y BANQUETAS, EXCAVACION, TENDIDO DE 10 CMS. DE TEPETATE COMPACTADO AL 90 % DE SU P.V.S.M. RESANES Y EMBOQUILLADOS DE ELEMENTOS EXISTENTES Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, SE CONSIDERA LA PROYECCION EN PLANTA DE LA SUPERFICIE PARA EFECTOS DE PAGO P.U.O.T.	M ²	54.38	\$ 110.50	\$ 6,008.98
15	BANQUETA DE CONCRETO DE FC=150 KG/CM ² , HECHO EN OBRA, DE 10 CMS. DE ESPESOR, ACABADO ESCOBILLADO, INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA EQUIPO, HERRAMIENTA, ACARREOS, MAQUINARIA, CIMBRADO DE FRONTERAS. P.U.O.T.	M ²	1,066.00	\$ 79.04	\$ 84,256.64
16	GUARNICION DE CONCRETO, HECHO EN OBRA FC=200 KG/CM ² . CON AGREGADO MAXIMO DE 19 MM. DE SECCION TRAPEZOIDAL DE 15 x 20 x 50 CMS. INCLUYE: EXCAVACION, CIMBRA, DECIMBRADO, MATERIAL, MANO DE OBRA, ACARREOS, HERRAMIENTA, DESPERDICIOS Y RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE. P.U.O.T.	ML	1,066.00	\$ 77.90	\$ 83,041.40
IMPORTE DE ESTA HOJA:				\$	143,538.63

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MÉXICO**

PRESUPUESTO DE PAVIMENTO CON GEOTEXTILES

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
17	DENTELLON DE CONCRETO F'c= 150 KG/CM ² HECHO EN OBRA CON AGREGADOS MAXIMOS DE 3/4" (19 mm.) DE SECCION 0.30 X 0.20 MTS. ACABADO PULIDO TERMINADO CON VOLTEADOR INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, ACARREOS, MAQUINARIA, CIMBRA EN FRONTERAS, DECIMBRADO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	ML	140.00	\$ 55.00	\$ 7,700.00
18	RENIVELACION DE CAJAS DE AGUA CON MUROS DE TABIQUE DE 26 CMS. DE ESPESOR CON APLANADO INTERIOR, ACABADO PULIDO, DOMOLICION DE LOSA DE CONCRETO EXISTENTE REPOSICION DE LOSA ARMADA CON VARILLAS DEL N° 3 @ 15 CMS. AMBOS SENTIDOS, RETIRO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA DEMOLICION, INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, ACARREOS, DESPERDICIOS, LIMPIEZA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, P.U.O.T.	PZA	5.00	\$ 650.00	\$ 3,250.00
19	DEMOLICION DE ELEMENTOS DE CONCRETO SIMPLE TALES COMO GUARNICIONES Y BANQUETAS INCLUYE: EQUIPO NECESARIO, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA, ACARREOS, DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA DEMOLICION AL TIRO PROPUESTO POR LA CONTRATISTA, ASI COMO LA LIMPIEZA GRUESA DE LA ZONA DE TRABAJO P.U.O.T.	M ³	118.02	\$ 265.00	\$ 31,275.30
20	AFINACION Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE AL 90% DEL P.V.S.M. INCLUYE: SUMINISTRO E INCORPORACION DE AGUA, EQUIPO, MAQUINARIA, CARGA, ACRREOS, SOBRE ACARREOS, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA. P.U.O.T.	M ²	5,697.00	\$ 3.56	\$ 20,281.32
21	SUMINISTRO Y TENDIDO DE GEOCOMPUESTO T4/SS1 O SIMILARES EN CALIDAD INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, ACARREOS A LA OBRA Y LOCALES, COSTURA, DESPERDICIOS, TRASLAPES NECESARIOS PARA SU CORRECTA EJECUCION P.U.O.T.	M ²	6,330.00	\$ 14.00	\$ 88,620.00
IMPORTE DE ESTA HOJA:					\$ 151,128.62

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MEXICO**

PRESUPUESTO DE PAVIMENTO CON GEOTEXTILES

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
22	SUMINISTRO, TENDIDO Y BANDEADO DE CAPA DE SUBRASANTE A BASE DE TEZONTLE GRADUADO DE HASTA 3" DE DIAMETRO CON EQUIPO INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA HERRAMIENTA, EQUIPO INCRUSTACION DEL MATERIAL, LIMPIEZA Y TODO LO NECESARIO PARA SU COMPLETA EJECUCION P.U.O.T.	M ³	1,709.10	\$ 64.31	\$ 109,912.22
23	ACARREO Y CARGA DE MATERIAL DE SUBRASANTE (TEZONTLE) MEDIDO SUELTO AL 1" KM. P.U.O.T.	M ³	2,221.83	\$ 5.77	\$ 12,819.96
24	ACARREO DE MATERIAL DE TEZONTLE PARA SUBRASANTE A KILOMETROS SUBSECUENTES.	M ³ -KM	88,873.20	\$ 1.26	\$ 111,980.23
25	SUB-BASE DE GRAVA CEMENTADA, DE ESPESOR INDICADO EN PROYECTO, COMPACTADA AL 90% DE SU P.V.S.M. INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIAL, SUMINISTRO DE INCORPORACION DE AGUA, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, MAQUINARIA, TENDIDOS, RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE, P.U.O.T.	M ³	1,139.40	\$ 75.50	\$ 86,024.70
26	ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE BANCO PARA SUB-BASE, MEDIDO SUELTO A PRIMER KILOMETRO INCLUYE: CARGA, DESCARGA, P.U.O.T.	M ³	1,481.22	\$ 5.77	\$ 8,548.64
27	ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE BANCO PARA SUB-BASE, KILOMETROS SUBSECUENTES. P.U.O.T.	M ³ -KM	44,436.60	\$ 1.26	\$ 55,990.12
28	SUMINISTRO Y TENDIDO DE GEORED TENSAR BX-1100 O SIMILAR EN CALIDAD INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, ACARREOS A LA OBRA Y LOCALES, COSTURA, DESPERDICIOS, TRASLAPES NECESARIOS PARA SU CORRECTA EJECUCION P.U.O.T.	M ²	5,697.00	\$ 25.50	\$ 145,273.50
29	BASE DE GRAVA DE ESPESOR INDICADO EN PROYECTO CONTROLADA Y COMPACTADA AL 95% DE SU P.V.S.M. DE 1850 A 1950 KG/M ³ , INCLUYE: SUMINISTRO E INCORPORACION DE AGUA, SUMINISTRO DE MATERIAL L.A.B., MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, TENDIDOS, RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE, AFINE Y LIMPIEZA P.U.O.T.	M ³	1,139.40	\$ 75.50	\$ 86,024.70
	IMPORTE DE ESTA HOJA:				\$ 616,572.07

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MEXICO**

PRESUPUESTO DE PAVIMENTO CON GEOTEXILES

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
30	ACARREO Y CARGA DE MATERIAL DE BASE MEDIDO SUELTO AL PRIMER KILOMETR. P.U.O.T.	M ³	1,481.22	\$ 5.77	\$ 8,546.64
31	ACARREO DE MATERIAL DE BASE, MEDIDO SUELTO A KILOMETROS SUBSECUENTES. P.U.O.T.	M ³ -KM	44,438.60	\$ 1.26	\$ 55,990.12
32	BROCAL Y TAPA DE CONCRETO PARA POZOS DE VISITA INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, FLETES, ACARREOS, HERRAMIENTA. P.U.O.T.	PZA	20.00	\$ 346.55	\$ 6,931.00
33	RENIVELACION DE POZOS DE VISITA HASTA NIVEL DE RASANTE CON MURO DE TABIQUE O TABICON DE 28 CMS. APROXIMADAMENTE, INCLUYE: DEMOLICION, PROTECCION DEL POZO CON MADERA, EXCAVACION, MATERIALES, MANO DE OBRA (NO INCLUYE BROCAL DE CONCRETO). P.U.O.T.	PZA	20.00	\$ 206.65	\$ 4,133.00
34	BARRIDO POR MEDIOS MANUALES Y/O MECANICAS DE LA BASE HIDRAULICA Y/O CARPETA PARA RIEGOS DE IMPREGNACION Y LIGA. P.U.O.T.	M ²	11,384.00	\$ 0.33	\$ 3,760.02
35	RIEGO A BASE DE EMULSION ASFALTICA DE ROMPIMIENTO LENTO RL 2K A RAZON DE 1.50 LTS/M ² , INCLUYE: SUMINISTRO Y COLOCACION DE LOS ASFALTOS, MONO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, RIEGOS, ACARREOS, TENDIDOS, DESPERDICIOS, RETIRO DE MATERIAL Y LIMPIEZA. P.U.O.T.	LTS	8,545.50	\$ 2.76	\$ 23,585.58
36	RIEGO A BASE DE EMULSION ASFALTICA DE ROMPIMIENTO RAPIDO RR 2K A RAZON DE 0.50 LTS/M ² , INCLUYE: SUMINISTRO Y COLOCACION DE LOS ASFALTOS, MONO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, RIEGOS, ACARREOS, TENDIDOS, DESPERDICIOS, RETIRO DE MATERIAL Y LIMPIEZA. P.U.O.T.	LTS	2,848.50	\$ 2.76	\$ 7,861.86
37	FORMACION Y COMPACTACION DE CARPETA ASFALTICA COMPACTADA AL 95% DE SU P.V.S.M., NO INCLUYE MATERIALES (CRITERIO DE PAGO MEDIDO COMPACTADO) P.U.O.T.	M ³	455.76	\$ 110.25	\$ 50,247.54
	IMPORTE DE ESTA HOJA:				\$ 152,508.12

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MEXICO**

PRESUPUESTO DE PAVIMENTO CON GEOTEXILES

	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
38	MEZCLA ASFALTICA DE LA PLANTA INCLUYE: SUMINISTRO DE MATERIAL. (CRITERIO DE PAGO MEDIDO COMPACTADO) P.U.O.T.	M ³	455.76	\$ 515.08	\$ 234,752.86
39	ACARREO DE MEZCLA ASFALTICA PRROCEDENTE DE LAS PLANTAS DE LA ZONA. (CRITERIOS DE PAGO MEDIDO COMPACTADO), P.U.O.T.	M ³ /KM	18,230.40	\$ 3.15	\$ 57,425.76
INFRAESTRUCTURA					
40	PINTADO DE RAYA BLANCA Y/O AMARRILLO TRAFICO DE 10 CMS. DE ANCHO REFLEJANTE, CONTINUO O DISCONTINUO, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA EQUIPO, SEÑALAMIENTO DE SEGURIDAD, MAQUINA PINTARRAYAS Y HERRAMIENTA. P.U.O.T.	ML	2,132.00	\$ 4.47	\$ 9,530.04
41	PINTADO DE GUARNICION CON PINTURA AMARILLA TRAFICO HASTA 35 CMS. DE DESARROLL, INCLUYE: MATERIAL, SEÑALAMIENTO DE SEGURIDAD MAQUINA PINTARRAYAS, HERRAMIENTA Y EQUIPO. P.U.O.T.	ML	2,132.00	\$ 109.00	\$ 232,388.00
42	PINTADO DE RAYA BLANCA REFLEJANTE DE 40 CMS. DE ANCHO PARA LINEA DE ALTO, INCLUYE: MATERIALES ALINEACION, MICROESFERA, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA, SEÑALAMIENTO DE SEGURIDAD Y TODO LO NECESARIO PARA SU EJECUCION. P.U.O.T.	ML	200.00	\$ 13.40	\$ 2,680.00
43	PINTADO DE FLECHAS DIRRECCIONALES EN EL PAVIMENTO A BASE DE PINTURA BLANCA TRANSITO REFLEJANTE GRADO INGENIERIA, INCLUYE: TRAZO, MATERIALES, MICROESFERA, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA SEÑALAMIENTO DE SEGURIDAD. P.U.O.T.	PZA	22.00	\$ 71.63	\$ 1,575.86
44	PINTADO DE RAYA BLANCA DE 20 CMS. DE ANCHO CON REFLEJANTE, PARA CRUCE PEATONAL. INCLUE: MATERIALES, MANO DE OBRA, TRAZO, EQUIPO, SEÑALAMIENTO DE SEGURIDAD, MAQUINA PINTARRAYAS Y HERRAMIENTA. P.U.O.T.	ML	400.00	\$ 8.93	\$ 3,572.00
IMPORTE DE ESTA HOJA:					\$ 541,924.52

**PAVIMENTACION DE LA AVENIDA CHIMALHUACAN CUERPO SUR ENTRE PLUTARCO
ELIAS CALLES Y AV. JOSE LOPEZ PORTILLO (PRIMERA ETAPA) EN EL MUNICIPIO DE
CHIMALHUACAN ESTADO DE MÉXICO**

PRESUPUESTO DE PAVIMENTO CON GEOTEXTILES

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
49 LETRERO INFORMATIVO DE 2.00 X 3.00 MTS., EN LAMINA CALIBRE 18, INCLUYE: FLETE AL LUGAR DE SU COLOCACION, POSTE P.T.R. DE 4" X 4", CONCRETO HIDRAULICO DE F'c= 200 KG/CM ² PARA SU FIJACION, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, MATERIALES COLOCACION, SUMINISTRO. P.U.O.T.	PZA	1.00	\$ 7,899.19	\$ 7,899.19
	IMPORTE DE ESTA HOJA:			\$ 7,899.19
	IMPORTE TOTAL:			\$ 2,289,711.35

V.4.- PARAMETRO DE COSTOS

Una vez realizado los presupuestos correspondientes a las dos alternativas se presenta el siguiente análisis en la figura 4.3.

ANALIS DE COSTO POR M ²	
PAVIMENTO TIPO	COSTO POR M ²
TRADICIONAL	\$ 515.32
CON GEOTEXTIL	\$ 403.67

Figura 4.3

La comparación de una vialidad con y sin Geotextiles ha permitido la evaluación de costos donde se observa que el ahorro alcanza hasta un 21.67 % del costo por metro cuadrado, por lo que se justifica el diseño y la aplicación de Geotextiles en pavimentos.

CAPITULO VI
“CONTROL DE CALIDAD”

VI.1.- CONTROLES EN LA PRODUCCION

La finalidad de una industria, incluyendo a la de la construcción es elaborar productos que cumplan con las funciones para las que fueron proyectadas, al menor costo posible, en el cual se debe tomar en cuenta lo que corresponde a la elaboración, operación y mantenimiento que requiere el bien producido. Para asegurar la finalidad de las industrias, se requiere de controles, como lo son: el de calidad, el de avance y costos; estos controles deben estar muy bien coordinados, unos de otros para llegar a la meta requerida como se observa en forma esquemática en la figura 6.1.

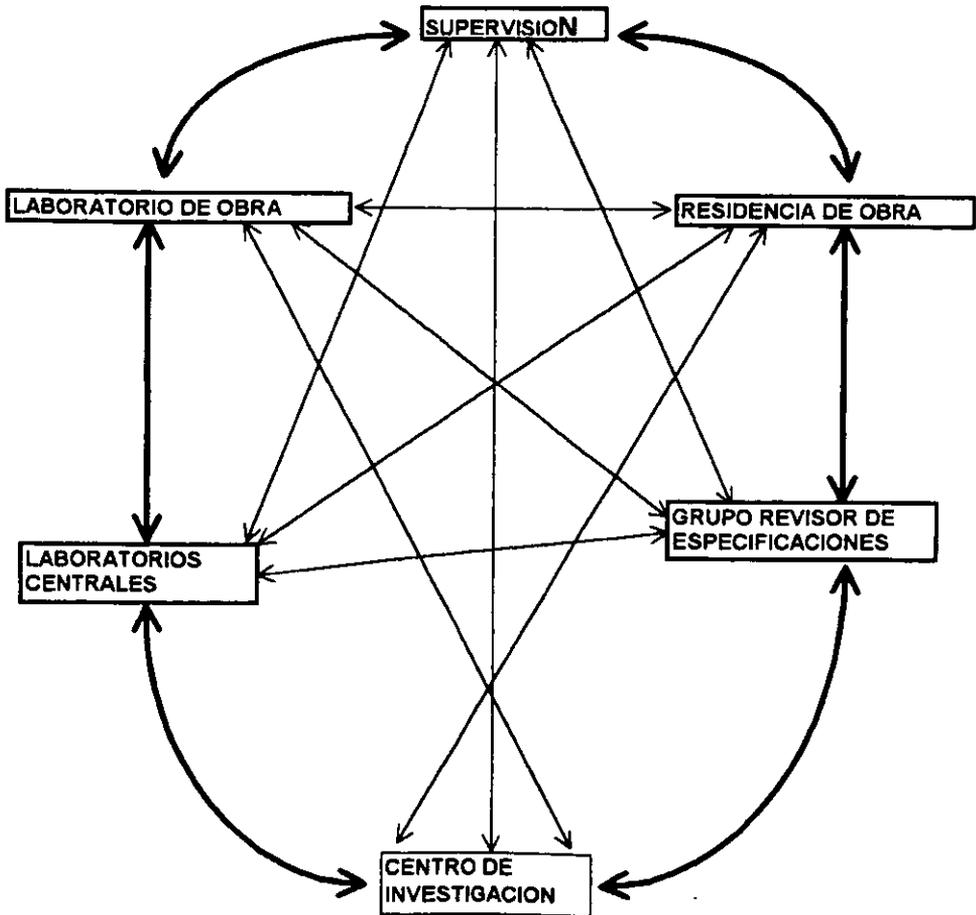


Figura 6.1 que muestra los elementos del control de calidad que deben estar perfectamente coordinados para que sean efectivos.

Controlar es medir lo logrado en relación con un plan o norma prefijado y corregir las desviaciones observadas; controlar implica:

1. Fijar un plan o meta
2. Diseñar un sistema de mediciones
3. Detectar desviaciones
4. Establecer los medios para corregir las desviaciones

De esta manera se controlará el tiempo sobre la base de los programas de producción o construcción, la calidad de acuerdo al proyecto y a las normas o especificaciones, y el costo comparando los gastos con los presupuestos.

Para que una obra sea elaborada en forma correcta es necesario que sus características geométricas y la calidad de los materiales estén de acuerdo con los planos y especificaciones correspondientes.

Puede definirse el control de calidad como el conjunto sistemático de esfuerzos, principios, prácticas y tecnología de una organización de producción o industria, para asegurar, mantener o superar la calidad de un producto al menor costo posible.

La palabra calidad quiere decir " Lo mejor para el consumidor o el usuario "; dentro de ciertas condiciones; estas condiciones son: el costo inicial de la obra y el servicio que proporciona, incluyendo los problemas de operación o uso del mismo, es decir, la calidad es lo mejor y lo más conveniente.

El control de calidad, es una herramienta de los ejecutivos y consideran cuatro aspectos:

- Establecimiento de normas de calidad
- Estimación de la concordancia, con las normas
- Información oportuna y clara
- Acción cuando no se coincide con las normas

LAS ACTIVIDADES DEL CONTROL DE CALIDAD

1. PREVENTIVAS. La realización de investigaciones y la elaboración de especificaciones y proyectos realistas.
2. CONTROL DE PROCESO. Durante el cual se debe exigir el cumplimiento a las especificaciones y proyecto, en las etapas intermedias de producción o construcción.
3. VERIFICACION DE LAS OBRAS A SU TERMINACION. En las que se debe cumplir las metas propuestas y, de acuerdo a lo alcanzado se realizarán los pagos y ajustes correspondientes; así como, se debe observar el comportamiento que tenga durante la operación o uso la obra.
4. MOTIVACION. El control de calidad debe motivar en forma adecuada al personal, desde los ejecutivos hasta los operarios para alcanzar la meta propuesta.
5. EL CONTROL DE CALIDAD. El cual deberá realizar la retroalimentación para que las experiencias que se vayan teniendo durante la construcción o elaboración se tomen en cuenta para modificar total o parcialmente las especificaciones y/o los proyectos por ejecutar.

Para realizar su cometido, el control de calidad cuenta con diferentes herramientas, como son las especificaciones y los proyectos, los procedimientos de prueba y aparatos de medición, las estadísticas y los sistemas de información y procesamiento de datos.

VI.2.- CONTROL DE CALIDAD EN VIAS TERRESTRES

Para la construcción de las vías terrestres, se tiene la necesidad de llevar a cabo los diferentes controles, a fin de que se obtengan las obras de la calidad necesaria en el tiempo programado y con los costos presupuestados, al contratarse una obra se convienen los precios de sus diferentes elementos, dicho precio se calcula basándose en las normas de calidad especificadas en el proyecto, motivo por el cual al ejecutarse una obra en forma efectiva se debe exigir el cumplimiento de las condiciones aceptadas en el contrato.

El control de calidad de caminos, aeropuertos y ferrocarriles interviene en todas las etapas de la obra, es decir, desde su proyecto y construcción hasta la operación y el mantenimiento. En la etapa del proyecto se deben hacer los estudios necesarios para saber con que materiales se cuentan e indicar los tratamientos a los que se deben estar sujetos para poder utilizarse en las diferentes partes de la estructura, cuando la obra esta en construcción se debe verificar que los materiales que lleguen a los diferentes frentes sean los adecuados, que se tengan los tratamientos y que se utilicen los procedimientos de construcción marcados en los proyectos, donde se deberá de revisar la geometría horizontal, transversal y vertical; así como los espesores y posición de las capas, cuando se lleguen a presentar desviaciones se deberá informar al ingeniero a cargo de la obra para corregir las mismas.

En la intervención de control de calidad se van teniendo diversas experiencias que deberán ser registradas e informadas en forma adecuada a las comisiones, para que éstas sean modificadas oportunamente, en ocasiones para hacerlas más rígidas y otras para hacerlas más flexibles, lo anterior es lo que se denomina retroalimentación.

Por lo antes expuesto es necesario contar con una planeación adecuada de control de calidad, por lo que se debe definir el nivel de calidad que se requiere por obra o conjunto de obras.

VI.3.- ESPECIFICACIONES DE TERRENO NATURAL Y GEOTEXILES

Las especificaciones de construcción son indispensables debido a que fijan de un modo u otro las metas que se persiguen, los procedimientos de construcción, la forma de medición de los volúmenes de obra, las bases de pago y la forma de verificar si se ha alcanzado lo especificado en el proyecto.

PRUEBAS PARA MATERIALES

Es de suma importancia conocer y verificar la calidad de la obra y estructurar la sección transversal de una vía terrestre, así como la utilización de laboratorios de control de calidad, donde se realizan las pruebas adecuadas; dichas pruebas deben cumplir algunos requisitos tales como:

1. Estar dirigidas a características esenciales
2. Estar basadas en amplios estudios locales
3. Ser rigurosamente estandarizadas
4. Ser rápidas y sencillas en su realización
5. Ser de fácil interpretación.
6. Ser confiables
7. Contar con equipos económicos de fácil reparación y calibración.

En cuanto al personal que ejecute las pruebas debe tener suficiente práctica y habilidad en las labores que le correspondan, debe mostrar interés para que los resultados que se obtengan sean de utilidad para la obra; el jefe de laboratorio debe ser un profesional que conozca la ejecución de las pruebas para detectar los errores que pueden tener los laboronistas para poder controlar y organizar los trabajos.

TERRENO NATURAL. Debido a que este terreno es el que compone la zona donde se realiza la pavimentación no existen especificaciones generales, debido a que va a ser el que reciba la estructura de pavimento obteniéndose las siguientes características del terreno

La zona en estudio se localiza en la región Suroeste de la cuenca del Valle de México, que pertenece a la denominada Altiplanicie Neovolcánica; en general la zona se caracteriza por tener una topografía sensiblemente plana, la parte más baja y plana esta formada por grandes acumulaciones de suelo lacustre pertenecientes al Lago de Texcoco, el cual presenta las siguientes propiedades físicas: Esta constituido por arcillas de alta compresibilidad y baja resistencia al corte con un espesor aproximado de 50 cms. Se encuentran inter-estratificadas con lentes de arena volcánica y vidrio de escaso espesor, pero que proporcionan el drenaje del agua, favoreciendo la consolidación del suelo cuando se le imponen sobrecargas.

ESPECIFICACIONES PARA GEOTEXTILES.

Las pruebas que se realizan a los Geotextiles son de propiedades físicas, mecánicas, hidráulicas y varias las cuales son de fabricación por lo que solamente se mencionan a continuación:

1. **-PROPIEDADES FISICAS O GENERALES.** Se conoce como propiedades físicas o generales de los Geotextiles las siguientes características: peso, espesor, compresibilidad y gravedad específica.

PESO.- La prueba común de la A.S.T.M. para ésta propiedad se conoce como D-1910 y D-3776, el peso de la membrana se expresa por unidad de área kg/m^2 o kg./m o viceversa m/kg . La determinación del peso puede hacerse con aproximación de 0.1% del peso del espécimen, la longitud suele medirse bajo tensión cero.

ESPESOR.- el espesor de una membrana es la distancia entre la superficie más alta y la más baja del material medido bajo una presión específica.

El método de 1,777 de la A.S.T.M, estipula que el espesor es medido con una exactitud de por lo menos 0.001 pulg. (0.02 mm) bajo las presiones indicadas en la figura 6.2.

TIPO DE MATERIAL	TIPO DE MEMBRANA	PRESION
Suave	Cobertores, lana geotextiles no tejidos	0.35-35 g/cm^2
Moderado	Mantas, sábanas y tapetes	1.40-144 g/cm^2
Firme	Mezclilla, fieltro, membranas de asbesto.	7-700 g/cm^2

Figura 6.2 guía de presiones necesarias para medir el espesor de una membrana

Las membranas para construcción no se incluye en la tabla debido a que el espesor se vuelve muy importante, cuando se requiere en el cálculo de otra propiedad de la membrana, como en el caso de la determinación del coeficiente de permeabilidad que requiere el espesor del espécimen a través del que ocurre el flujo.

COMPRESIBILIDAD.- El espesor de una membrana responde a la variación de una presión, en forma similar para la prueba de compresibilidad en geotécnia la pendiente de la curva resultante es un módulo de compresibilidad (coeficiente). A éste último se considera un índice de propiedad física/mecánica.

GRAVEDAD ESPECÍFICA

Propiedad definida por el polimero que constituye la tela. El polietileno y el polipropileno tiene una gravedad especifica menor a 1, lo que indica que el peso de un volumen unitario de dichos polimeros es menor que el correspondiente al agua destilada a 4 ° C método ASTM D-792

RELACION CON LA FUNION

Indica si el Geotextil flota o no en el agua; tiene relación con la facilidad y costo de colocar al textil en zonas inundadas o en el mar. Se relaciona con el costo de instalación.

2. - PROPIEDADES MECANICAS. Se conocen como propiedades mecánicas de los Geotextiles a las siguientes características: resistencia a la tensión, módulo de deformación inicial, endurecimiento o tenacidad, resistencia al rasgado, resistencia al punzonamiento y resistencia a la abrasión.

RESISTENCIA A LA TENSION.- Conocida como resistencia de Grab, se mide con la prueba de resistencia usada comúnmente en textiles como los métodos D-1682 y D-751 de la A.S.T.M., en la que solamente una parte del ancho del espécimen es sostenida entre abrazaderas y probada hasta la falla. Las relaciones esfuerzo deformación se muestran en la figura 6.3.

- A = Resistencia a la tensión
- B = Elongación
- C = Modulo, grado de rigidez, potencial de soporte
Y resistencia a la deformación
- D = Tenacidad, energía necesaria para romper el material
Capacidad de soporte tensiones y alargamiento

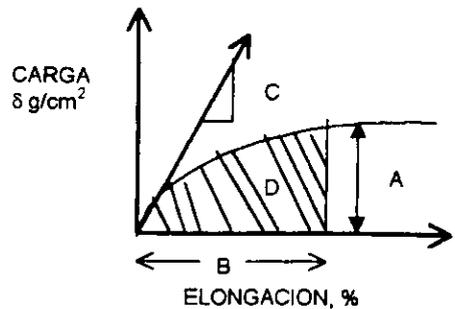


Figura 6.3 resistencia a la tensión

Gráfica que muestra la prueba de resistencia a la tensión de Grab (A.S.T.M.)

La resistencia a la tensión es el máximo esfuerzo que soporta la muestra.

DEFORMACION BAJO TENSION (modulo DE GRAB). - el módulo de deformación influye en la capacidad de soporte del Geotextil; en la gráfica esfuerzo-deformación el módulo de Grab es la pendiente inicial de la curva.

RUPTURA TRAPEZOIDAL.- esta prueba en particular la A.S.T.M. D-2263 mide la resistencia de la tela a la propagación de cortes en el material, determinándose la carga en kilogramos necesaria para lograr que un corte previamente efectuado en el espécimen de prueba se propague hasta el otro extremo; ver figura 6.4.

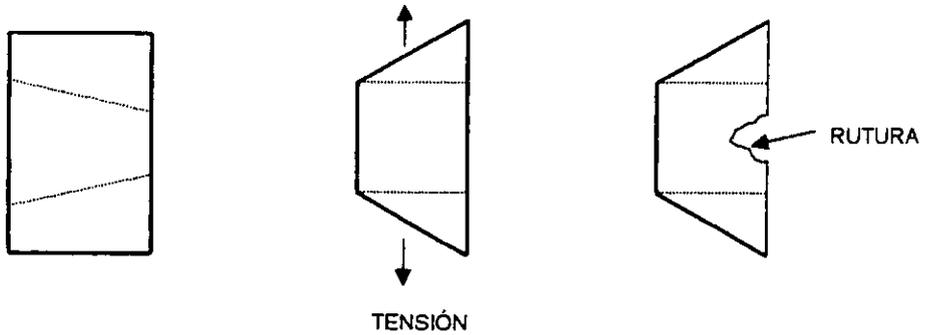


Figura 6.4 prueba de ruptura trapezoidal

RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO.- Es la fuerza que se opone a la penetración del material a través del Geotextil, la resistencia al punzamiento se mide con la prueba de penetración D-751 de la A.S.T.M., que consiste en incrustar una varilla de 5/16 " de diámetro en una muestra del Geotextil, anclada en un molde de 1 1/2" de diámetro. Ver figura 6.5.

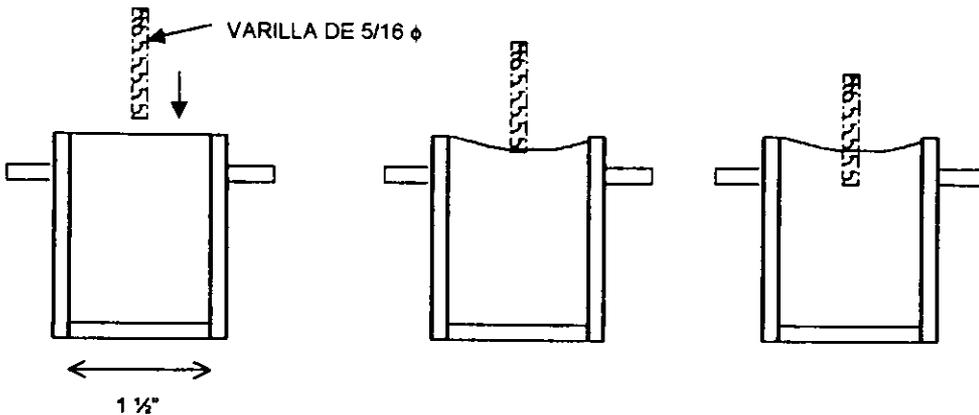


Figura 6.5 prueba de resistencia al punzamiento.

RESISTENCIA A LA ABRASION.- Se determina el porcentaje del peso inicial que pierde la muestra, después de ser sometida a determinado número de ciclos de abrasión artificial.

3. PROPIEDADES HIDRAULICAS. Las propiedades hidráulicas que se consideran importantes para aplicación de Geotextiles en la Ingeniería Civil son: el flujo, el coeficiente de permeabilidad, resistencia al taponamiento y la relación de gradiente.

FLUJO.- Se mide el volumen del agua que fluye através del Geotextil por unidad de área y por unidad de tiempo, se puede realizar empleando permeámetros de carga constante o de carga variable.

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD.- La prueba de permeabilidad inicial se realiza con un Permeámetro de carga constante, efectuando ciertas adaptaciones una muestra de la membrana a probarse se coloca en una base plástica y se acomoda con otro tubo plástico de 4.5" de diámetro en la parte superior, el agua se introduce en la parte superior del tubo desde donde fluye hacia abajo a través de la membrana y fuera del sistema; además se mantiene la carga constante llevándose a cabo tres pruebas con cargas de 3, 12 y 36" respectivamente; los datos obtenidos se grafican para determinar la permeabilidad de la membrana en cm/seg.

RELACION DE GRADIENTES.- Esta prueba designada como CW-02215 por el cuerpo de Ingenieros (E.U.A.) esta definida como la relación del gradiente de filtración a través de la membrana y 1" (2.54 cms) de suelo, al gradiente a través de 2" (5.8 cms) adyacentes del suelo.

La prueba se lleva a cabo en el Permeámetro de carga constante, el agua corre 24 horas antes de que se tomen los datos para calcular la relación del gradiente; es importante conocer la resistencia al taponamiento ya que el objetivo es evitar la migración de partículas a través del Geotextil.

4. PROPIEDADES VARIAS.- Estos pueden definirse como la resistencia a los reactivos químicos y la resistencia a la luz y a su intemperie.

RESISTENCIA A LOS REACTIVOS QUIMICOS.- El método D-543 de la A.S.T.M., cubre ésta área con el titulo " resistencia de los plásticos a los reactivos químicos " se trata de evaluar el comportamiento de fibras (acetatos, dacrón, nylon, orión, rayón, algodón, lana, seda), bajo una gran variedad de agentes químicos (ácidos sulfúricos, ácido nítrico, ácido fosfórico, hidróxido de sodio, agentes blanqueadores, agentes abrasivos y detergentes) muchos de los cuales se emplean en diferentes concentraciones y temperaturas. Después de la exposición especificada las muestras se limpian, se sacan al aire y posteriormente son condicionadas a 70 grados Fahrenheit y 65% de humedad relativa durante 16 horas. , Estas muestras se someten a pruebas de resistencia a la rotura, Elongación a la rotura y tenacidad para comparar sus resultados con los datos de muestras de control que no fueron expuestos a los reactivos químicos.

RESISTENCIA A LA LUZ Y A LA IMTEMPERIE.-

Esta prueba también esta cubierta por la A.S.T.M. con el titulo "intemperismos de plástico" y se designa como D-1435, esta es una prueba comparativa que depende del clima, estación del año, condiciones atmosféricas y como tal solo da un índice del comportamiento " In situ" a largo plazo.

Es importante, en el uso de Geotextiles de construcción, evitar o inmunizar la exposición a la luz ultravioleta, puesto que tal exposición puede causar rápida degradación de la resistencia.

VI.4.- ESPECIFICACIONES PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Las pruebas y normas de calidad, que debe de cumplir esta estructura se divide para en especificaciones para las capas: sub-base, base y carpeta asfáltica.

SUB BASE.- la principal función de la sub-base consiste en servir de transición entre el material de la base formado con material granular grueso y la capa sub-rasante que contiene básicamente materiales finos; la sub-base actúa como filtro de la base e impide su incrustación en la sub-rasante

Se pide que la curva granulométrica quede comprendida entre las zonas I y II preferentemente de la figura 6.6 Y que tenga una forma semejante a los trazos que marcan estas zonas y que no presente cambios bruscos de curvatura; a su vez se pide que los materiales cumplan con los requerimientos mínimos de calidad.

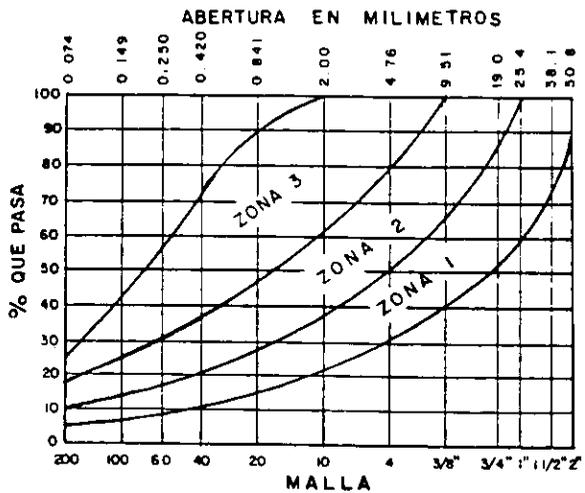


Figura 6.6 zonas de especificaciones granulométricas para sub-base y base

La relación del porcentaje en peso que pase la malla No. 200 al que pase a la malla no. 40 no deberá exceder al 0.65%, el tamaño máximo no deberá exceder de 51 mm. (2").

El equivalente de arena será de un 30% como mínimo, en consideración desfavorable y mayor del 40% en condiciones ideales.

El valor relativo de soporte (V.R.S.) fijado para estos materiales deberá ser 50% mínimo, el material que pasa la malla no. 200 deberá ser de un 15 % y hasta un 25 % como máximo tolerable.

Los espesores deben ser de 15 cm. Como mínimo y no exceder de 20 cm. para poder lograr un adecuado acomodo y compactación.

El límite líquido deseable es de un 25 % máximo y hasta un 30 % como máximo tolerable.

El índice plástico deseable es de un 6 % mínimo y hasta un 10 % como máximo tolerable.

El valor cementante para los materiales de la zona I debe ser de 5.5 kg/cm² mínimo, de la zona II de 4.5 kg/cm² mínimo y para la zona III de 3.5 kg/cm² mínimo; el porcentaje de finos menores a 0.074 mm. Será de un 15 % mínimo y hasta un 20 % máximo tolerable.

El grado mínimo de compactación deberá ser del 95% de su P.V.S.M., o lo que indique el proyecto; existe la posibilidad de estabilizar las sub-bases con cemento, cal o con productos asfálticos cuando no cumplan los requerimientos de plasticidad, medida básicamente con la prueba de equivalente de arena y límites de plasticidad. Usualmente se estabilizan las bases y sub-bases con cemento portlan tipo III o con cal en proporción del 3% en volumen; se reitera la necesidad de hacer un muestreo en la compactación de las capas de la sub-base hasta la aceptación física por parte de la supervisión.

BASE. Existe una función económica análoga la capa de la sub-base, pues permite reducir el espesor de la carpeta que es más costoso, pero la función principal consiste en proporcionar un elemento resistente a la acción de las cargas del tránsito capaz de transmitir y absorber los esfuerzos resultantes con intensidades adecuadas, además de cumplir con la función drenante, pues debe ser capaz de eliminar el agua que se filtre desde la carpeta; así como impedir la ascensión capilar que provenga de niveles inferiores.

Los materiales que forman las bases deben ser friccionantes y suficientemente provistos de vacíos, para compactarlos adecuadamente; se exige también que los agregados pétreos sean productos de trituración, pues produce efectos favorables a la resistencia y la deformabilidad, ya que da lugar a partículas de aristas vivas entre la que es importante el efecto de acomodo estructural, es conveniente también eliminar los finos, pues afectan desfavorablemente la resistencia, aumentan la deformabilidad y perjudican la función drenante.

Los materiales que se utilicen en la construcción de bases deberán quedar comprendidas en las zonas I y II de la gráfica No. 1 indicada anteriormente, y aquellos cuya curva granulométrica se desarrolla en la zona III no deben usarse en bases, deberá cuidarse que la curva granulométrica tenga una forma

parecida a las fronteras que la limitan sin que existan cambios bruscos de curvatura y que la relación del porcentaje, en peso que pase la malla No. 200 al que pase la malla No. 40 no sea mayor al 0.65%

El tamaño máximo del agregado pétreo se fija en 51 mm, (2") y en 38 mm (1 1/2") en materiales que deban cribarse o triturarse.

El límite líquido debe ser del 25 % mínimo y puede tolerarse hasta un 30 % máximo, el equivalente de arena deberá ser de un 30% en caminos con menos de 1,000 vehículos pesados al día y de un 50 % mínimo en carreteras de tránsito pesado intenso.

El valor relativo de soporte (V.R.S.) debe ser de un 80% mínimo para carreteras de menos de 1,000 vehículos pesados al día y del 100 % en carreteras de tránsito intenso.

El índice plástico deberá de ser de un 6 % máximo; el desgaste de la prueba de los Angeles deberá de ser del 40 % máximo.

El valor cementante para materiales angulosos (kg/cm²) debe ser para la zona I y de 3.5 mínimo para la zona II de 3.0 mínimo y de 2.5 mínimo para la zona III.

El porcentaje de finos menores a 0.074 mm, no deberá exceder del 5% como mínimo y valores en el orden del 18 al 20% como máximo.

El grado de compactación aprobado en las especificaciones de construcción es de un 95 %, pero es común exigir compactaciones al 100 % de su P.V.S.M.

Los espesores de las bases mínimos son de 15 cm, pero pueden aceptarse espesores de 20 cm. , Como máximo.

La cualidad y la cantidad de los finos que se emplean, un 10 % es lo más conveniente siempre y cuando esta fricción sea relativamente inerte en presencia del agua y de no muy acusadas características de plasticidad.

Se muestrea la compactación de la base hasta la aceptación física por parte de la supervisión.

VI.5.- ESPECIFICACIONES DE ASFALTOS

CALIDAD EN CARPETAS ASFALTICAS. La carpeta asfáltica es la parte superior de la estructura del pavimento asfáltico, que sirve de superficie de rodamiento a los vehiculos y trasmite las cargas de los mismos a las capas inferiores la cual deberá reunir entre otras características las siguientes:

RESISTENCIA.- Necesaria para que las cargas aplicadas no provoquen deformaciones perjudiciales en ella misma y las transmitan eficientemente a las capas inferiores.

ESTABLE.- la carpeta asfáltica no deberá disgregarse con la acción del tránsito ni con el intemperismo.

ANTIDERRAPANTE.- Los coeficientes de fricción entre la carpeta y los neumáticos deberán ser alto.

SUPERFICIE SECA.- La superficie estando seca deberá absorber el reflejo de los rayos Solares o luminosos facilitando la conducción de vehículos durante la noche.

El diseño para la fabricación de las carpetas asfálticas puede ser: concretos asfálticos y mezclas asfálticas. En el primer caso se utilizan como aglutinantes los "cementos asfálticos" y en el segundo caso los "asfaltos rebajados y emulsiones" el concreto asfáltico se compone de agregados y cemento asfáltico, mezclado en una proporción tal, que se forme una masa sólida, este tipo de pavimento se fabrica en una planta central fija donde los agregados y el asfalto son calentados a una temperatura aproximada de 150 grados centígrados antes de ser mezclados los agregados, una vez calentados y secos se recombina de acuerdo con una dosificación especificada y se mezclan con los cementos asfálticos una vez logrado el mezclado adecuado el concreto asfáltico se traslada en camiones a la obra donde vaya a utilizarse.

Las mezclas hechas en caliente, requiere del equipo y procedimiento de fabricación del concreto asfáltico, únicamente que el aglutinamiento empleado es algún asfalto rebajado en lugar del cemento asfáltico.

Una vez terminada y aceptada la compactación de la base se barre el área de la misma a continuación se aplicará el riego de impregnación FM-1 o emulsión de rompimiento medio en proporción de 1.5 lts/m² el cual debe reposar 72 horas con la finalidad de que penetre de 3 a 4 mm. Como mínimo.

La impregnación tiene por objeto el sellado temporal contra la infiltración de aguas superficiales y proporcionar una capa de enlace entre la base y el tratamiento asfáltico que se vaya a aplicar.

Una vez transcurrido el tiempo de reposo o penetración se barre la superficie impregnada retirando las materias extrañas y el polvo, se procede a la aplicación del riego de liga FR-3 o emulsión de rompimiento rápido en dosificación de 0.5 lts/m² y se deja reposar un mínimo de 1 hora para permitir la evaporación de los solventes y no debe exceder de 8 horas el reposo, pues de lo contrario deberá aplicarse un nuevo riego de liga en lo que concierne a la emulsión solamente requiere reposar 30 minutos como máximo.

Las características más importantes para los rebajados asfálticos se muestran en las siguientes especificaciones así como las de concretos asfálticos.

Las pruebas más usuales para concretos asfálticos son las siguientes:

MATERIALES PETREOS

1. Pruebas de desprendimiento por fricción
2. Pruebas de pérdidas de estabilidad por inmersión en agua
3. Prueba Inglesa
4. Dureza
5. Desgaste - los Angeles
6. Forma de la partícula
7. Densidad P.V.S.M.

PRODUCTOS ASFALTICOS

1. Prueba de destilación
2. Penetración
3. Viscosidad
4. Punto de encendido

Se reitera la necesidad de hacer un muestreo a la compactación y espesores de la carpeta asfáltica hasta la aceptación física por parte de laboratorio de control de calidad y supervisión.

En la figura 6.7 se muestran en forma de tablas las especificaciones de cementos asfálticos, rebajados asfálticos, emulsiones aniónicas y catiónicas así como en las figuras 6.8, 6.9, 6.10 y 6.11 se muestran las gráficas de calidad para materiales pétreos utilizados en la construcción de carpetas asfálticas en caliente.

Especificaciones para cementos asfálticos

CARACTERISTICAS	CEMENTOS ASFALTICOS			
	Núm. 3	Núm.6	Núm. 7	Núm. 8
Penetración, 100g 5s, 25°C, grados	180-200	80-100	60-70	40-50
Viscosidad Saybolt-Furol A 135°C, s, mínimo	60	85	100	120
Punto de inflamación (Copa abierta de Clevelan), °C mínimo.....	220	232	232	232
Punto de reblandecimiento, °C.....	37-43	45-52	48-56	52-60
Ductividad, 25°C, cm., mínimo.....	60	100	100	100
Solubilidad en tetracloruro de carbono, por ciento, mínimo.....	99.5	99.5	99.5	99.5
Prueba de la película delgada, 50 cm ³ , 5h, 163°C: Penetración retenida, por ciento mínima.....	40	50	54	58
Perdida por calentamiento, por ciento máximo.....	1.4	1.0	0.8	0.8

Figura 6.7 especificaciones para cementos asfálticos

ESPECIFICACIONES PARA REBAJADOS ASFALTICOS

ASFALTOS REBAJADOS DE FRAGUADO RAPIDO

CARACTERISTICAS	GRADO				
	FR-0	FR-1	FR-2	FR-3	FR-4
PRUEBAS AL MATERIAL ASFALTICO					
Punto de inflamación (copa abierta de Tag) °C mínimo			27	27	27
Viscosidad Saybolt-Furol:					
A 25°C, segundos	75-150				
A 50°C, segundos		75-150			
A 60°C, segundos			100-200	250-500	
A 82°C, segundos					125-250
Destilación: % del total destilado a 360°C					
Hasta 45°C mínimo	15	10			
Hasta 45°C mínimo	55	50	40	25	8
Hasta 45°C mínimo	75	70	65	55	40
Hasta 45°C mínimo	90	88	87	83	80
Residuo de la destilación a 360°C. Por ciento del volumen total por diferencia, mínimo	50	60	67	73	78
Agua por destilación por ciento máximo	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACION					
Penetración grados	80-120	80-120	80-120	80-120	80-120
Ductilidad en cm. Mínimo	100	100	100	100	100
Solubilidad en tetracloruro de carbono %, mínimo	99.50	99.50	99.50	99.50	99.50

Figura 6.8 especificaciones para rebajados asfálticos de fraguado rápido

ASFALTOS REBAJADOS DE FRAGUADO MEDIO

CARACTERISTICAS	GRADO				
	FM-0	FM-1	FM-2	FM-3	FM-4
PRUEBAS AL MATERIAL ASFALTICO					
Punto de inflamación (copa abierta de Tag) °C mínimo	38	38	66	66	66
Viscosidad Saybolt-Furol:					
A 25°C, segundos	75-150				
A 50°C, segundos		75-150			
A 60°C, segundos			100-200	250-500	
A 82°C, segundos					125-250
Destilación: % del total destilado a 360°C					
Hasta 225°C máximo	25	20	10	5	0
Hasta 250°C	40-70	25-65	15-55	5 a 40	30 máx.
Hasta 315°C	75-93	70-90	60-87	55-85	40-80
Residuo de la destilación a 360°C. Por ciento del volumen total por diferencia, mínimo	50	60	67	73	78
Agua por destilación por ciento máximo	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACION					
Penetración grados	120-300	128-300	120-300	120-300	120-300
Ductilidad en cm. Mínimo	100	100	100	100	100
Solubilidad en tetracionuro de carbono %, mínimo	99.50	99.50	99.50	99.50	99.50

Figura 6.9 especificaciones para rebajados asfálticos fraguado medio

ESPECIFICACIONES PARA EMULSIONES ASFÁLTICAS

EMULSIONES ASFÁLTICAS ANIÓNICAS

CARACTERÍSTICAS	GRADO				
	Rompimiento Rápido		Rompimiento Medio	Rompimiento lento	
	RR-1	RR-2	RM-2	RL-1	RL-2
PRUEBAS AL MATERIAL ASFÁLTICO					
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C segundos	20-100		100 min.	20-100	20-100
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C segundos		75-400			
Residuo de la destilación, porcentaje en peso mínimo	57	62	62	57	57
Asentamiento en 5 días, diferencia en porciento, máx.	3	3	3	3	3
Demulsibilidad.					
35 ml. De 0.02N Ca Cl ₂ por ciento mínimo	60	50			
50 ml. De 0.10N Ca Cl ₂ por ciento máximo			30		
Retenido en la malla 20 por ciento máximo	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Miscibilidad con cemento portlan, por ciento, máximo				2.00	2.00
PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACION					
Penetración, 25°C, 100g, 5 segundos grados	100-200	100-200	100-200	100-200	40-80
Solubilidad en tetracloruro de carbono %, mínimo	97.50	97.50	97.50	97.50	97.50
Ductilidad, 25°C, cm., mínimo	40	40	40	40	40.00

Nota: la viscosidad de las emulsiones no debe aumentar más 30% al bajar su temperatura (de 20°C a 10°C), ni bajar más de 30% al subir su temperatura (de 20°C a 40°C).

Figura 6.10 especificaciones para emulsiones asfálticas aniónicas

ESPECIFICACIONES PARA EMULSIONES ASFÁLTICAS

EMULSIONES ASFÁLTICAS CATIONICAS

CARACTERISTICAS	GRADO					
	Rompimiento Rápido		Rompimiento Medio		Rompimiento lento	
	RR-2K	RR-3K	RM-2K	RM-3K	RL-2K	RL-3K
PRUEBAS AL MATERIAL ASFÁLTICO						
Viscosidad Saybolt-Furol a 50°C segundos	20-100	100-400	50-500	50-500	20-100	20-100
Viscosidad Saybolt-Furol a 25°C segundos						
Residuo de la destilación, porcentaje en peso mínimo	60	65	60	65	57	57
Asentamiento en 5 días, diferencia en por ciento, máx.	5	5	5	5	5	5
Retenido en la malla No 20% máximo	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Cubrimiento del agregado (en condiciones de trabajo). Prueba de resistencia al agua:						
agregado seco, por ciento de cubrimiento, mínimo			80	80		
agregado humedo, por ciento de cubrimiento, mínimo			60	60		
Miscibilidad con cemento portlan, por ciento, máximo					2	2
Carga de la partícula	positiva	positiva	positiva	positiva		
Ph, máximo					6.70	6.70
Disolvente en volumen por ciento, máximo	3	3	20	12		
PRUEBAS AL RESIDUO DE LA DESTILACION						
Penetración, 25°C, 100g, 5 segundos grados	100-250	100-250	100-250	100-250	100-200	40-90
Solubilidad en tetracloruro de carbono %, mínimo	97	97	97	97	97	97
Ductilidad, 25°C, cm., mínimo	40	40	40	40	40	40

Nota: la viscosidad de las emulsiones no debe aumentar más 30% al bajar su temperatura (de 20°C a 10°C), ni bajar más de 30% al subir su temperatura (de 20°C a 40°C).

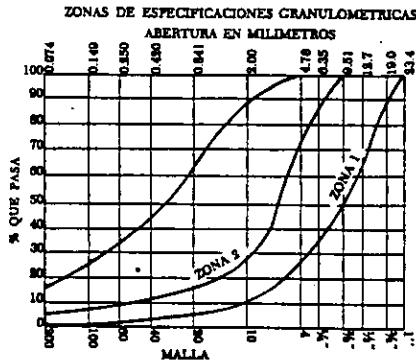
Figura 6.11 especificaciones para emulsiones asfálticas catiónicas

ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES PETREOS QUE SE EMPLEAN EN LAS CARPETAS DE PAVIMENTO CON LA UTILIZACION DE EMULSIONES.

Clasificación S.C.T.

Los materiales que se emplean en la construcción de capas para carpetas en pavimentos flexibles se pueden clasificar en dos grupos como se indica en la figura 6.12.

- a) Materiales naturales, que requieren uno o varios de los siguientes tratamientos: disgregado, trituración y lavado.
- b) Mezcla de dos o más materiales del grupo anterior.



Gráficas granulométricas para materiales de base asfáltica.

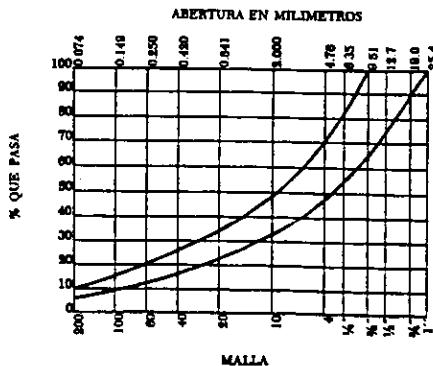


Figura 6.12 Gráficas granulométricas para materiales pétreos que se emplean en base asfáltica y concretos asfálticos.

Los materiales para carpetas asfálticas, elaboradas por el sistema de mezclado en el lugar o en planta estacionaria deberán de cumplir con los parámetros indicados en la figura 6.13.

- La granulometría se determinará de acuerdo con los métodos aprobados por la S.C.T. y la curva deberá ser la más adecuada para el proyecto y empleo en cada caso.
- La envolvente quedará comprendida entre el límite inferior de la zona 1 y el límite superior de la zona 2 de las curvas de las granulometrías de la gráfica superior.
- La zona 1 corresponde a los materiales pétreos que tienen una estructura abierta por el tamaño de partícula que se señalan en las curvas. La zona 2 en cambio es para materiales de una granulometría cerrada fina.
- Las curvas de los materiales pétreos deberán de ser semejantes a las que se presentan en la figura anterior, sin cambios y quiebres bruscos que indicarían la falta de algunos tamaños de partículas.
- La curva granulométrica que se emplea para las capas de carpeta tipo concreto asfáltico, quedará limitada por la envolvente que se muestra en la gráfica correspondiente.

En cada caso, el proyecto señalará la granulometría de acuerdo con los requisitos fijados en el diseño de la mezcla.

Parámetros exigidos	
Ensaye	Especificación
Equivalente de arena; % mín.	55
Desgaste de los Angeles; % máx.	30
Contacción lineal; % máx.	
Zona 1	3.00
Zona 2	2.00
Partículas de forma de laja; % máx	35

Figura 6.13 parámetros para carpetas asfálticas empleando emulsiones

CAPITULO VII

“PROCESO CONSTRUCTIVO”

PROCESO CONSTRUCTIVO

El proceso constructivo para la pavimentación de las vialidades primarias deberá de realizarse conforme a las especificaciones marcadas en la figura 7.1.

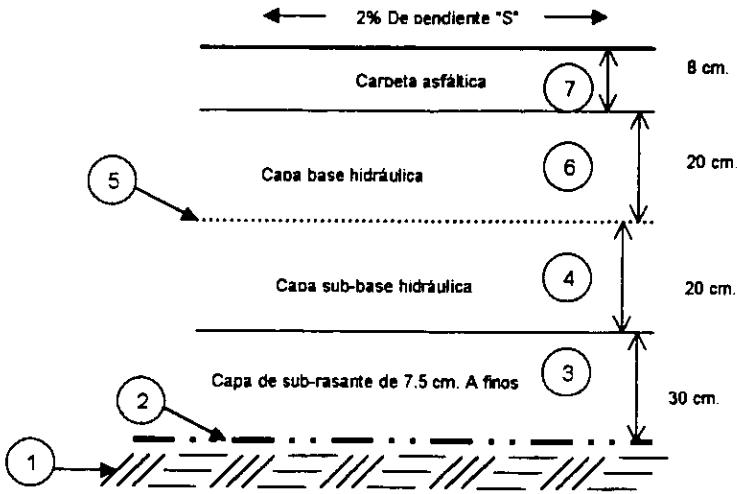


Figura 7.1 estructura del pavimento

1. - TERRENO NATURAL
2. - GEOCOMPUESTO T4 / SS1
3. - CAPA DE SUB-RASANTE TEZONTLE DE 7.5 cm. A FINOS
4. - SUB-BASE HIDRAULICA
5. - GEORED TENSAR BX - 1100
6. - BASE HIDRAULICA
7. - CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO

VII.I.- TERRENO NATURAL

Se procederá a despalmar la superficie en un espesor aproximado de 15 a 20 cms. de tal manera que se asegure la eliminación total de material orgánico e inorgánico como, vegetales y desperdicios, (rellenos sanitarios) debiendo cuidar que el área despalmada quede completamente limpia y no se revuelvan los materiales destruidos con la construcción.

Considerándolos niveles de proyecto en la superficie con respecto a los del terreno natural será necesario en algunos casos abrir caja y en algunos otros terraplenar con material producto de banco, esto con la finalidad de respetar los niveles marcados por el proyecto de la topografía; en el caso que sea necesario abrir caja para alojar la estructura del pavimento la excavación de corte se recomienda se realice con retroexcavadora (poclain LC-80, Jumbo o similar) con la finalidad de evitar se rompa la compactación natural de este terreno vista 1.



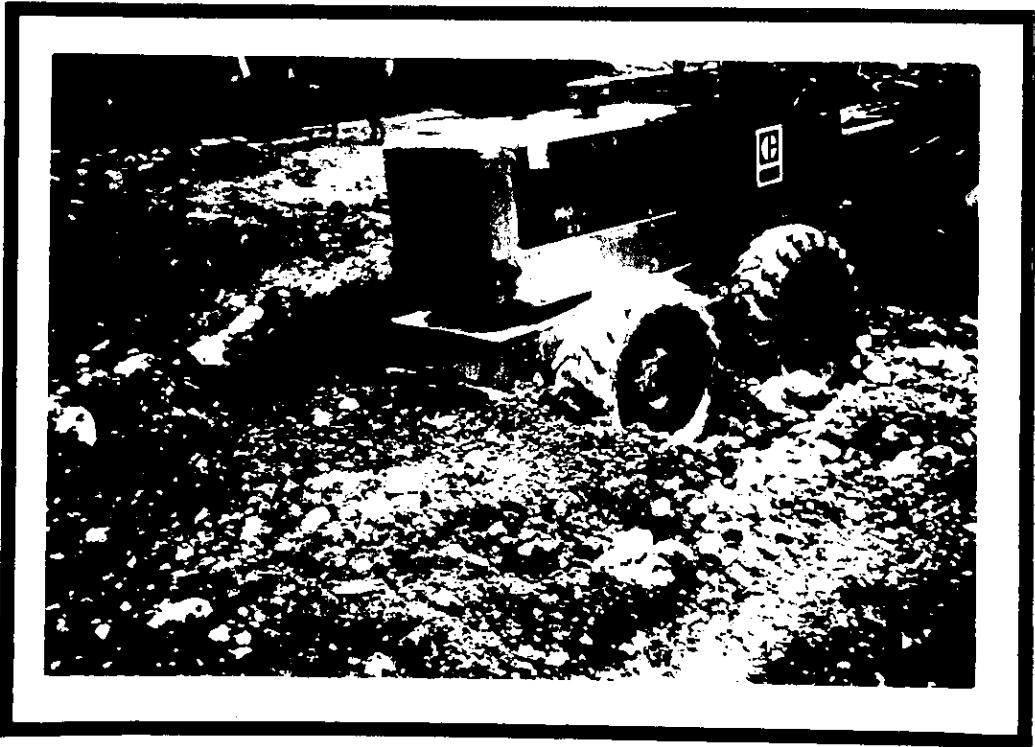
Vista 1 Terreno Natural

ZONAS INESTABLES.

Si durante el proceso de excavación se presentan zonas inestables tales como zonas saturadas (baches), zonas que contengan material inorgánico mismos que deberán ser corregidos mediante un proceso de cuadreo, cajeo y reposición con material de banco del espesor que se requiera el cual puede ser variable; una vez corregido la zona inestable a esta capa se le dará un reacomodo (compactación con equipo mecánico) vista 2

El material producto de la excavación de corte o de zonas inestables se deberá retirar al tiro marcado por la dependencia a cargo de estos trabajos.

Simultáneamente al abrir caja o terraplenar se localizan, descubren y se colocan referencias donde se localizan los pozos de visita de la red de alcantarillado con el fin de renivelarlos cuando se hayan concluido las terracerías al nivel de rasante en capa de base.



Vista 2 Zona inestable o Bache

Una vez descubierta la superficie al nivel de sub-rasante se efectuará un rastreo y afine con motocoformadora posteriormente se incorporara la humedad óptima al terreno natural con la finalidad de hidratar y compactar el área de desplante al 85 % de su P.V.S.M., en 15 cms. de espesor.

DESCARGAS Y COLADERAS PLUVIALES.

Tomando en cuenta que no en todas las vialidades existe red de alcantarillado debe de respetarse el diseño para descargas y coladeras pluviales conforme al proyecto que a continuación se menciona:

Para la ubicación de las coladeras pluviales se debe considerar un rango de 30 a 40 mts. de separación entre ellas, así como iniciar en una separación de 3 a 5 mts. , En cada esquina de entrecalle.

Se procederá a excavar a mano en cualquier tipo de material en zanjas para descargas pluviales hasta localizar el colector de aguas negras donde serán conectadas las mismas (2 mts. Aproximadamente de profundidad).

Cuando el material producto de la excavación no es apto para el relleno éste se cargará y retirará a los depósitos asignados por la dependencia a cargo de estos trabajos.

Realizada la cepa y descubierto el colector se romperá éste para conectar tubo de concreto de 15 cms. de diámetro se formará una plantilla de 5 cm. de espesor de materiales de tepetate con el fin de recibir el tubo de concreto de la descarga pluvial. El cual deberá ser junteado con mortero, cemento arena en proporción 1:4; El relleno de cepas se hace con material producto de banco (tepetate) compactándolo con pisón de mano en capas de 20 cms. cada una.

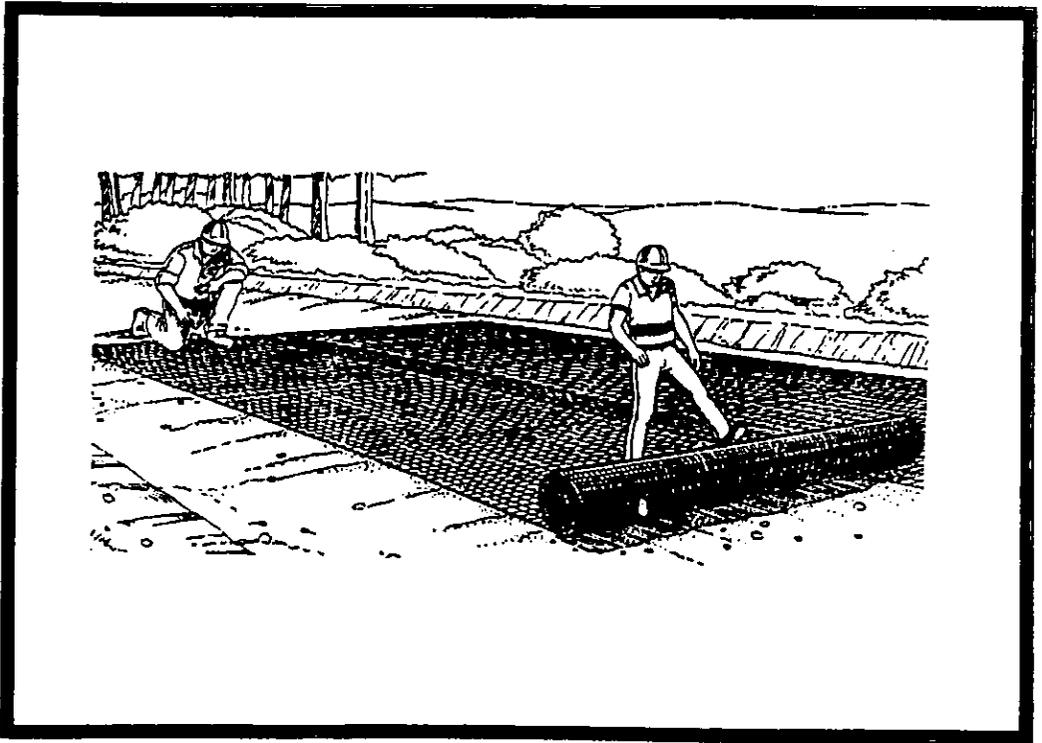
El suministro y colocación de coladeras de banqueta se debe considerar que estas sean las especificadas (de concreto hidráulico o de fierro fundido, empleando para su construcción los materiales necesarios: tubo arenero de 38 cms de diámetro el cual será junteado con el tubo de 15 cms de diámetro con mortero cemento arena 1:4).

Los trabajos correspondientes a descargas pluviales se recomienda que se hagan antes de abrir caja o terraplenar, con la finalidad que en caso de lluvia esta agua pueda ser encausada a las coladeras pluviales, evitando de esta manera las saturaciones de agua.

VII.2.- GEOCOMPUESTOS T4 / SS1 ABAJO DE LA CAPA SUB-RASANTE

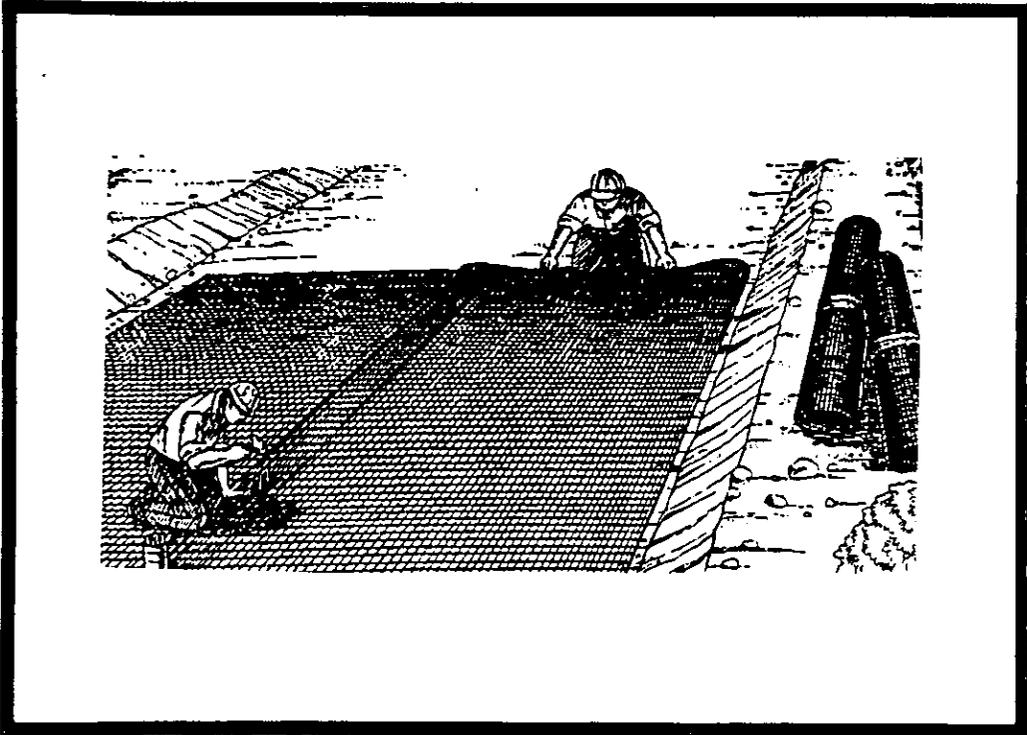
Una vez dado el nivel de la sub-rasante se procederá a suministrar y colocar una malla de Geocompuesto T4 / SS1, el proceso a seguir será como a continuación se marca:

1. - deberá de colocarse el Geocompuesto rodándolo con ayuda de dos peones directamente sobre el área de desplante (vista 3), la longitud que se coloque no deberá ser nunca superior a la longitud que se vaya a recubrir con el material de tezontle, ya que al dejar el Geocompuesto expuesto a la intemperie se le expone a los rayos solares y al vandalismo lo cual debe evitarse.



Vista 3 colocación del Geocompuesto

Después de haber colocado el rollo de Geocompuesto se colocara otro de manera semejante procurando traslaparlos longitudinalmente en 30 cms; el tendido del nuevo rollo se iniciara un metro antes o uno después que el primero (vista 4) esto es debido a que la unión de los rollos de Geocompuesto debe resistir las tensiones.



Vista 4 traslapes del Geocompuesto

VII.3.- CAPA DE SUB-RASANTE

Sobre el Geocompuesto se procederá a colocar material de tezontle el cual deberá cumplir con las especificaciones, requerimientos y normas de calidad vigentes; los camiones tendrán que entrar de reversa al área de trabajo para poder descargar sobre la malla de Geocompuesto, nunca pasar a los camiones o maquinaria sobre los Geocompuesto (vista 5) con la finalidad de no ocasionar destrozos al Geocompuesto



Vista 5 colocación del material de transición sobre el Geocompuesto

El tamaño máximo del tezontle deberá limitarse a 7.5 cm y deberá contener desde dicho tamaño hasta arena, para poder conformarlo con equipo de compactación adecuado. Su colocación será en una sola capa de 30 cms de espesor. Si el terreno de desplante está muy fangosa e inestable, se utilizara el procedimiento de avance en punta de flecha para poder colocarlo, con ayuda de tractores.

La instalación de la Geored tensor BX 1100 como refuerzo del pavimento, bajo la capa de base hidráulica, el proceso de colocación es idéntico que el proceso del Geocompuesto

VII.4.- SUB-BASE Y BASE HIDRAULICA.

Se construirán dos capas de 20cms.de espesor una para formar la sub-base y la otra para formar la base compactando al 95% y 100 % de su P.V.S.M. respectivamente, el material debe tener una proporción en su mezcla de 80/20.

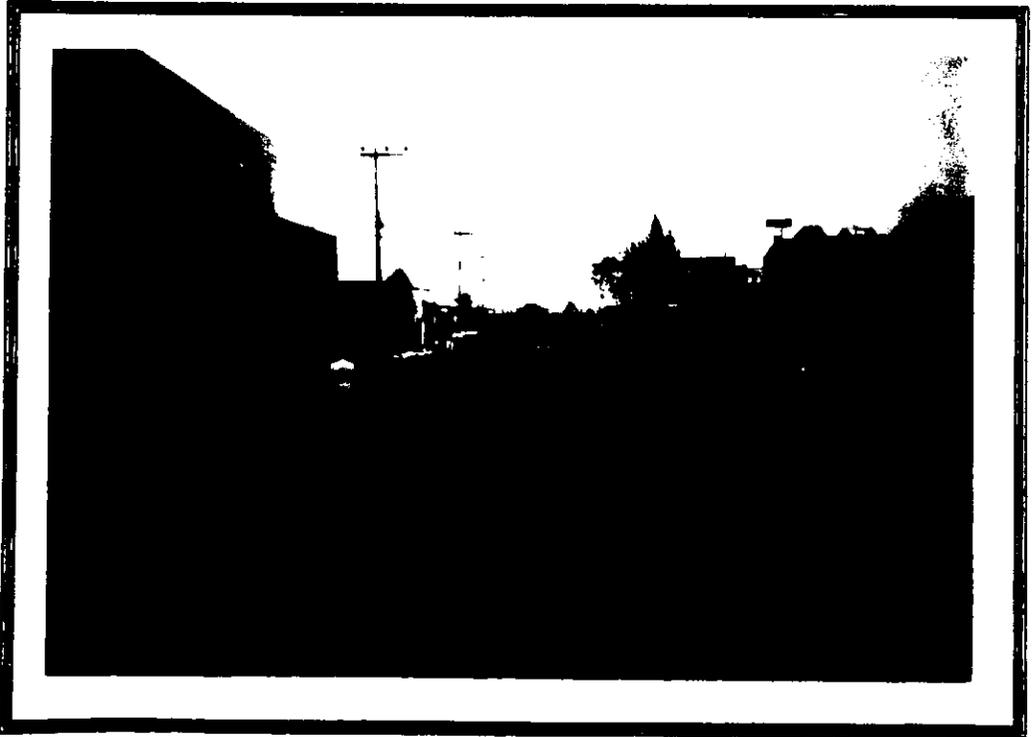
La mezcla de los materiales se realizará en seco con el objeto de obtener un material uniforme, a continuación se agregará la humedad la más cercana a la óptima.

La capa ya extendida se compactará hasta alcanzar el porcentaje de compactación especificado, se recomienda que esta compactación se haga con un compactador estático de 12 ton, o un vibratorio VAP-70 o similar, en las tangentes la compactación se iniciará de las orillas hacia el centro y en las curvas hacia la parte exterior.

Un factor importante es el de darle riegos superficiales de agua durante el tiempo que dura la compactación, únicamente por compensar la pérdida de humedad por evaporación.

Para dar por terminada la construcción de la capa de sub-base y base se verificará el lineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabados de acuerdo con los requerimientos indicados en el proyecto.

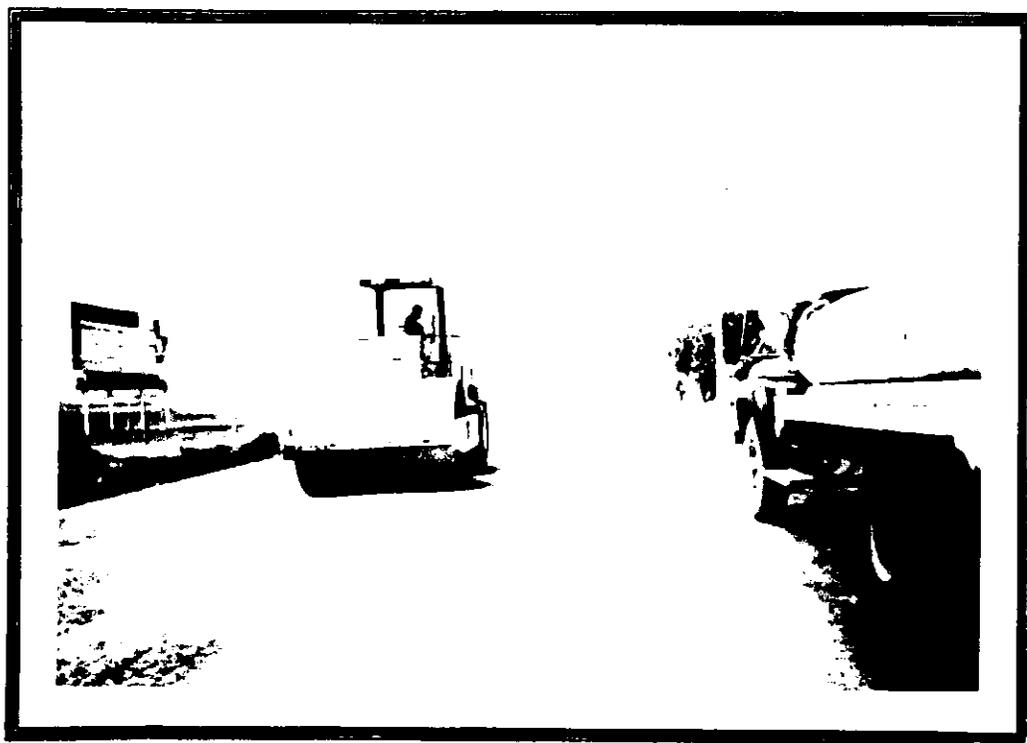
El proceso se aprecia en las vistas 6,7 y 8



Vista 6 tratamiento de material de sub-base y base



Vista 7 tendido de sub-base y base hidráulica



Vista 8 proceso de compactación

VII.5.- RIEGOS DE REBAJADOS ASFALTICOS O EMULSIONES.

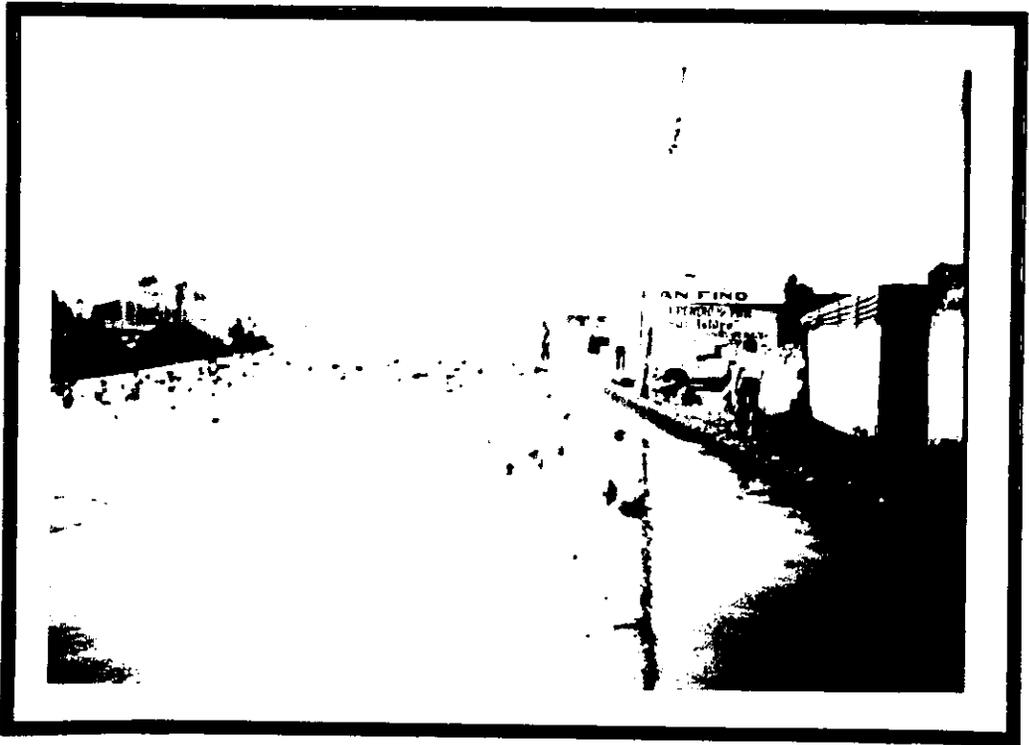
Terminada la base, se dejará secar por un periodo mínimo de 24 hrs, a continuación se barrera la superficie con la finalidad de retirar la basura que se localice sobre la base hidráulica, así como abrir un poco poro para que penetre el riego de impregnación FM-1 o emulsión asfáltica de rompimiento lento RL 2K, ya barrida y exenta de materias extrañas se aplicará un riego de material asfáltico (rebajados asfálticos) tipo FM-1 o equivalente en proporción de 1.5 lts/m² por medio de una petrolizadora (Vista 9), conservándose este por un mínimo de 48 horas hasta comprobar mediante de pruebas de campo la penetración de asfalto a la base.



Vista 9 riego de impregnación

Por ningún motivo se regará material asfáltico cuando la base se encuentre mojada y de preferencia se aplicará en las horas más calurosas del día, el material asfáltico deberá quedar firmemente adherido y la penetración del riego deberá ser mayor de 3 mm.

La base impregnada deberá cerrarse al tránsito durante las 48 horas siguientes a su terminación con la finalidad de no levantar y causar daños a la impregnación y por consiguiente a la base vista 10.



Vista 10 protección del riego de impregnación

Aún sin presentarse depresiones en la superficie de la base el material asfáltico regado podrá formar encharcamientos; cuando esto suceda se recomienda retirar inmediatamente el asfalto por medio de cepillos, habiendo penetrado el FM-1 o su equivalente (emulsión) es decir, al transcurrir 48 horas, se

procederá a barrer de nueva cuenta la superficie impregnada, para proceder a realizarse el riego de liga con producto asfáltico FR-3 o emulsión de rompimiento rápido RR 2K a razón de 0.5 lts/m² por medio de una petrolizadora.

VII.6.- CARPETA ASFALTICA.

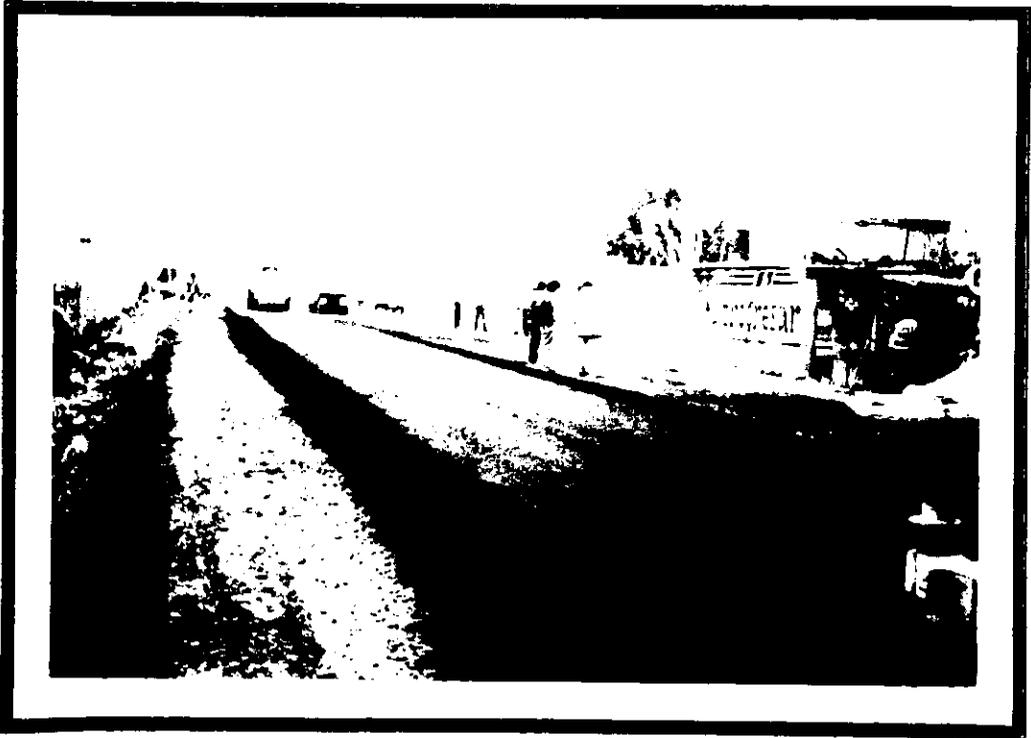
Para poder tender la carpeta asfáltica se deberá dejar transcurrir un tiempo no menor de 30 minutos para que el material asfáltico del riego de liga adquiera una viscosidad adecuada o la emulsión asfáltica inicie a romper

Previo al tendido de la mezcla asfáltica deberá de aplicarse encima del riego de liga unas paladas de mezcla (MANTEO), para evitar que el tránsito necesario de construcción levante dicho riego; Posteriormente y para evitar la segregación se tenderá la mezcla asfáltica con una maquina terminadora (finisher) en un espesor tal que una vez compacto se obtenga el de proyecto. La velocidad de la maquina terminadora al colocar la mezcla deberá estar comprendida entre 2 y 4 km./hr. el concreto asfáltico será elaborada en planta, en caliente y con cemento asfáltico del No. 6 o su similar en AC-20 en emulsiones en este caso pueden ser mezclas en planta o en el lugar, para el caso de mezclas en planta será necesario el transporte en vehiculos con caja metálica, cubierta con una lona que lo protege de las perdidas del calor, del polvo y materias extrañas. Las juntas de construcción longitudinales, en caso de que el tendido se efectúe en dos o más fajas con un intervalo de más de un día entre faja y faja, deberán impregnarse de preferencia con cemento asfáltico del número 6, AC -20, un rebajado asfáltico FR-3 o una emulsión de rompimiento rápido RR - 2K; las juntas transversales deberán recortarse aproximadamente a 45 grados antes de iniciar el siguiente tendido y también deben impregnarse con el producto antes mencionado.

El concreto asfáltico deberá de tenderse a una temperatura mínima a 110 grados centigrados, después de tendido el concreto asfáltico inmediatamente deberá de plancharse (compactar) uniformemente mediante una aplanadora tipo TANDEN de 7 a 11 toneladas de peso para dar acomodo inicial a la mezcla; este planchado deberá efectuarse longitudinalmente a media rueda, a continuación se compactará la carpeta asfáltica utilizando compactadores de llantas neumáticas de entre 4.5 y 6.5 toneladas hasta alcanzar un mínimo de compactación de 95 % de su P.V.S.M., inmediatamente después se empleará una plancha de rodillo liso para borrar las huellas que dejen los primeros (vista 11 y 12).

La temperatura del concreto asfáltico al iniciarse el acomodo deberá de ser de 110 a 100 grados centigrados, en general la compactación deberá terminarse a una temperatura mínima de 70 grados centigrados.

No deberá tenderse concreto asfáltico sobre una base húmeda, encharcada o cuando este lloviendo; para poder dar por terminada la construcción de la carpeta asfáltica se verificará la alineación, el perfil, la compactación, el acabado y el espesor.



Vista 11 proceso de tendido de carpeta asfáltica



Vista 12 compactación de carpeta asfáltica

CAPITULO VIII

“CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES”

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con relación a los resultados obtenidos de las pruebas experimentales realizadas en campo y laboratorio, así como los análisis elaborados en gabinete se llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones de este trabajo de tesis.

1. - Referente al diseño estructural de un pavimento se pudo observar en el capítulo III que el espesor de un pavimento se puede reducir hasta en un 45% cuando se utilizan Geotextiles, funcionando estos entre el terreno natural y las capas superiores como separador de dos materiales evitando de esta manera que se contaminen los materiales pétreos y a su vez se incrusten al terreno natural, finalmente al nivel de base o de carpeta asfáltica evita los agrietamientos y generación de baches en la superficie de rodamiento.
2. - De las características de los "geosintéticos" de manera importante debe señalarse que no aumentan la resistencia del terreno ni disminuyen asentamientos o hundimientos, simplemente reparten de una manera más uniforme las cargas, distribuyéndolas sobre una área mayor, disminuyendo de esta manera los asentamientos diferenciales.
3. - Respecto a lo económico pueden observarse los beneficios que teniendo un espesor de pavimento menor, nos abate el costo hasta un 21.67% como se concluyó en el capítulo V.
4. - La vida útil del pavimento quedará en función de un buen proceso constructivo basándose en las normas y especificaciones de proyecto como se indicó en los capítulos VI y VII. Otro punto determinante en la vida útil es el mantenimiento adecuado y su operación para lo cual fue diseñado.

El empleo de técnicas constructivas novedosas que involucran la aplicación de los denominados "geosintéticos" implica la revisión de los procedimientos constructivos tradicionales, ante la posibilidad de obtener nuevas opciones a través del uso de dichos productos, en busca de un mejoramiento tanto en la técnica aplicada como en el logro de beneficios económicos, de calidad o de simplicidad de los métodos. La utilización de los Geotextiles se recomienda para zonas urbanas donde se localicen suelos cohesivos, blandos y de alta compresibilidad.

El cálculo de estructuras para pavimentos con el uso de geosintéticos se efectúa mediante alguna de tres opciones: el diseño por función, diseño por especificación y el diseño empírico mismo que fue utilizado en el presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- REF.1 "ESTRUCTURACION DE VIAS TERRESTRES"
FERNANDO OLIVERA BUSTAMANTE
CECSA
- REF.2 "LA INGENIERIA DE LOS SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES"
ALFONSO RICO Y HERMILO DEL CASTILLO
LIMUSA
- REF.3 "SIMPOSIO SOBRE SINTETICOS"
SOCIEDAD MEXICANA DE MECANICA DE SUELOS, A.C.
RODRIGO MURILLO F.
- REF.4 "GEOTEXTILES PARA SUBDRENEOS EN VIAS TERRESTRES"
BAUTISTA PASTRANA JUAN RICARDO
TESIS ENEP ARAGON 1989
- REF.5 "LA APLICACIÓN DE LOS GEOTEXTILES EN LA INGENIERIA CIVIL"
GERARDO RUIZ RUIZ
TESIS ENEP ARAGON 1987
- REF.6 "DISEÑO ESTRUCTURAL DE CARRETERAS CON PAVIMENTO FLEXIBLE"
TOMO 325
SANTIAGO CORRO C.Y GUILLERMO PRADO O.
INSTITUTO DE INGENIERIA (UNAM)
- REF.7 "DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES COMPORTAMIENTO DE LOS TRAMOS
EXPERIMENTALES" TOMO 240
SANTIAGO CORRO C.Y GUILLERMO PRADO O.
INSTITUTO DE INGENIERIA (UNAM)

- REF. 8 "INSTRUCTIVO PARA DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
PARA CARRETERAS" TOMO 444
SANTIAGO CORRO C.
ROBERTO MAGALLANES
GUILLERMO PRADO O.
INSTITUTO DE INGENIERIA (UNAM)
- REF. 9 "EMULSIONES ASFALTICAS "
GUSTAVO RIVERA E.
ALFA OMEGA
- REF. 10 "CONSEJOS Y RECOMENDACIONES PRACTICAS PARA LA COSTRUCCION
DE OBRAS CIVILES "
ING. RAFAEL MUÑOZ MEZA
- REF. 11 "COSTOS DE CONSTRUCCION PESADA Y EDIFICACION"
ING. LEOPOLDO VÁRELA A.
COMPU OBRAS S.A. DE C.V.
- REF. 12 "COSTOS Y TIEMPO EN EDIFICACION"
SUAREZ SALAZAR
LIMUSA - NORIEGA
- REF. 13 "MANUAL DE PRACTICAS DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS"
ING. CELIA MARTINES RAYON
ING. JOSE PAULO MEJORADA MOTA
ENEP ARAGON