



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

23  
2es-

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN



"CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO DEL ARROYO CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

ARLIN MENDOZA SANTIAGO



UNAM CAMPUS ACATLAN

TESIS CON FALLA DE CRICEN

264287

ACATLAN, EDO. DE MEXICO, JUNIO 1998.



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  
AVENIDA DE  
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLÁN"  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

SR. ARLIN MENDOZA SANTIAGO  
ALUMNO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL.  
P R E S E N T E .

En atención a su solicitud presentada con fecha de 2 de mayo de 1996, me complace notificarle que esta Jefatura de Programa aprobó el tema que propuso, para que lo desarrolle como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO DEL ARROYO CENTRAL ORIENTE DEL PERIFÉRICO DE LA CIUDAD DE MÉXICO".

1. ANTECEDENTES.
2. ESPECIFICACIONES GENERALES.
3. CONSTRUCCIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA.
4. PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN
5. COSTOS GENERALES DE LA OBRA.

Asimismo fué designado como asesor de tesis el ING. CELSO BARRERA CHÁVEZ, pido a usted, tomar nota en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses, como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Esta comunicación deberá publicarse en el interior del trabajo profesional.

ATENTAMENTE .

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Acatlán Edo. de México a 18 de junio de 1998.

  
Ing. Enrique del Castillo Fragoso  
Jefe del Programa

## **AGRADECIMIENTOS**

**A MIS PADRES NARCISO Y DELIA**  
PORQUE GRACIAS A TODO SU  
APOYO HE LOGRADO ESTA META

**A MI ESPOSA GUADALUPE**  
POR SU APOYO MORAL  
E INCONDICIONAL

**A MIS HIJOS**  
ARLIN  
GUADALUPE MONSERRAT

**A MIS HERMANOS**  
ASARIEL  
MILTON CARLOS  
BERENICE GERALDIN

**A MIS MAESTROS Y AMIGOS**  
POR TODO EL APOYO BRINDADO  
PARA LOGRAR LA TERMINACIÓN  
DE ESTE TRABAJO.

---

---

# TEMA: CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO DEL ARROYO CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO

## INTRODUCCION

*Pág.*

### CAPITULO PRIMERO. ANTECEDENTES

I.1. Las fallas de los pavimentos flexibles y la descripción de su proceso.....	1
I.1.1. Las fallas.....	1
I.1.2. Descripción del proceso de falla.....	4
I.2. Definición y probables causas de las fallas.....	5
I.2.1. Definiciones.....	5
I.2.2. Probables causas de las fallas.....	6
I.3. Clasificación y determinación de las fallas .....	11
I.4. Evolución de las fallas .....	13
I.5. Evaluación del pavimento.....	14

### CAPITULO SEGUNDO. ESPECIFICACIONES GENERALES.

II.1. Especificaciones del mortero asfáltico.....	19
II.1.1. Mortero asfáltico.....	19
II.1.2. Fabricación del mortero asfáltico.....	23

### CAPITULO TERCERO. CONSTRUCCION DE LA CARPETA ASFALTICA.

III.1. Carpeta asfáltica .....	26
III.2. Materiales para la carpeta asfáltica.....	28
III.3. Mezclas asfálticas.....	31
III.3.1. Clasificación de las mezclas o tipos de mezclas .....	31
III.4. Fabricación de las mezclas asfálticas.....	33
III.5. Control de la mezcla asfáltica.....	39

---

---

---

## **CAPITULO CUARTO. PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION.**

IV.1. Fresado o corte en frío (Perfilamiento).....	42
IV.2. Aplicación del riego de Liga.....	51
IV.3. Tendido y compactación de la carpeta asfáltica .....	57
IV.4. Tendido y compactación del mortero asfáltico .....	68

## **CAPITULO QUINTO. COSTOS GENERALES DE OBRA.**

V.1. Costos directos .....	72
V.2. Costos indirectos .....	93
V.3. Precios unitarios .....	101
V.4. Presupuesto .....	117
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>118</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA . .....</b>	<b>119</b>

---

## INTRODUCCIÓN

El problema de la Ingeniería Civil en la ejecución de obras de pavimentación que garanticen la posibilidad de tránsito de vehículos de transporte sobre una superficie de rodamiento uniforme, es en realidad, tan antiguo y ha estado presente en todas las eras y todas las civilizaciones del mundo entero.

La aparición del automóvil dio auge a los pavimentos, mismo que hasta la fecha continúa en crecimiento. Es por ello que las fuertes cargas actuales, altas velocidades de tránsito, grandes números de repeticiones, etc., han hecho que las técnicas de construcción de pavimentos hayan sufrido una evolución muy rápida. A este respecto ha de hacerse notar que la inversión nacional en obras de pavimentación constituye para cualquier país, un renglón fundamental que justifica cualquier inversión.

De aquí se desprende la gran importancia que juega el buen estado que deben guardar las redes carreteras de todo el país y principalmente el pavimento y en forma especial la carpeta que después de todo es la que presta el servicio y está más en contacto con el usuario es por ello que a la par con las nuevas técnicas de diseño se han desarrollado también, nuevas técnicas de rehabilitación de la carpeta asfáltica.

De entre todas estas técnicas, se realizó en este trabajo una recopilación de información acerca de la rehabilitación de pavimentos asfálticos.

En el capítulo primero describe las diferentes fallas de los pavimentos flexibles, así como sus probables causas, clasificación, determinación y definición de cada una de ellas, así también, la evaluación de los pavimentos tomando en cuenta el levantamiento de daños y los ensayos destructivos y no destructivos.

El capítulo segundo describe las especificaciones del mortero asfáltico, los materiales empleados para su fabricación y las diferentes pruebas con las que deben cumplir cada uno de ellos, y su fabricación por medio de mezcladoras especiales de tipo móvil.

El capítulo tercero indica la construcción de la carpeta asfáltica, su función; como capa de rodamiento, las diferentes tipos de carpetas asfáltica y su clasificación, así como de los materiales empleados y los requisitos con que deben cumplir estos, la elaboración de la mezcla por medio de plantas fijas o móviles y su control mediante el método Marshall.

El capítulo cuarto, el más importante, habla acerca del proceso constructivo, desde el fresado de la carpeta por medio de la perfiladora Roto-Mill, la limpieza o preparación de la superficie para luego llevar acabo la aplicación del riego de liga por medio de la petrolizadora y por último llevar acabo el tendido y la compactación de la carpeta y el mortero asfáltico.

El último capítulo describe el costo general de la obra tomando en cuenta el consumo de materiales, la mano de obra utilizada, así también los gastos técnicos-administrativos, la utilidad, los gastos adicionales, precios unitarios y cantidades de los conceptos de obra a ejecutar.

# **CAPITULO PRIMERO**

## **ANTECEDENTES**

## CAPITULO PRIMERO.- ANTECEDENTES

### I.1.- LAS FALLAS DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES Y LA DESCRIPCION DE SU PROCESO.

#### I.1.1.- LAS FALLAS

Si bien la determinación de la probable causa de una falla resulta difícil, en la siguiente información, fue posible realizar una recopilación de las fallas más frecuentes y precisar algunas definiciones.

Primeramente definiremos que es un pavimento. Existen diferentes terminologías de lo que es un pavimento, en este trabajo se emplea la siguiente:

**Pavimento:** Es toda la estructura que descansa sobre el terreno de subrasante y que se halla formada por las diferentes capas, subbase, base, capa de rodamiento o carpeta asfáltica y sello. No siempre un pavimento se compone de todas las capas anteriormente indicadas. La ausencia de una o varias de estas, depende de la capacidad de soporte del terreno de cimentación o subrasante, de la clase de material a usarse, del tipo de pavimento, intensidad del tránsito, carga de diseño, etc.

En la siguiente figura se muestran secciones de pavimentos flexibles, para diferentes clases de subrasantes.

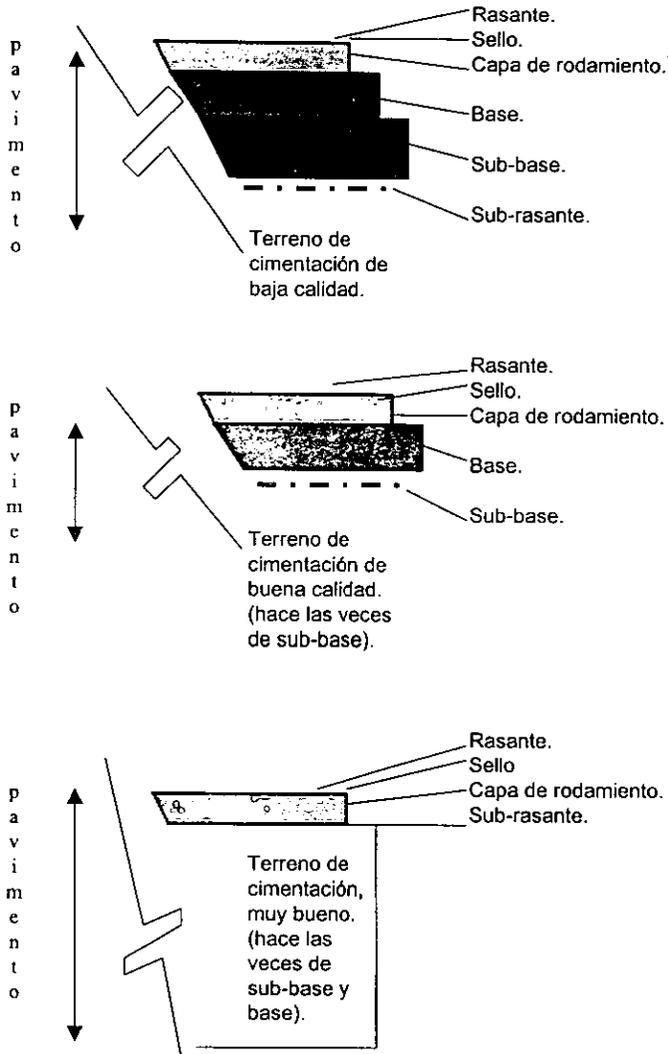


Fig. Secciones de pavimentos flexibles, para diferentes clases de subrasantes.

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. El hecho es que los pavimentos se diferencian y definen en términos de los materiales de que están constituidos y de como se estructuran estos y no por la forma en que distribuyen los esfuerzos y deformaciones producidos por los vehículos a las capas inferiores.

**Pavimento Rígido.** Es aquel cuyo elemento fundamental resistente sea una losa de concreto hidráulico.

**Pavimento Flexible.** Es aquel en donde la superficie de rodamiento se logra mediante una carpeta bituminosa relativamente delgada, de alto costo y alta calidad, pero entre ella y las terracerías se interpone un sistema de varias capas de materiales seleccionados cuya calidad, por lo común, va disminuyendo con la profundidad, congruentemente con los niveles de esfuerzos producidos por el tránsito, que siguen una ley en ese mismo sentido decreciente. En ese caso, puede decirse que el espesor del pavimento depende fundamentalmente del material existente en el terreno de cimentación o subrasante que constituye su apoyo.

Se enfatiza principalmente sobre el comportamiento de los "Pavimentos Flexibles", que representan una proporción muy importante de la actual red de carreteras y del tema a tratar. Por tal razón se hablará de los pavimentos flexibles.

Existen dos tipos de pavimentos Flexibles:

1. *Pavimentos tradicionales.*

Son aquellos pavimentos de base hidráulicas sin tratamientos. Están constituidos por una capa superficial, llamada carpeta asfáltica, construida por el sistema de riego o mezcla asfáltica, sobre una capa de base y otra de sub-base.

2. *Pavimentos de Gruesas Capas Asfálticas*

Son los pavimentos cuyas capas de base del pavimento han sido tratados con asfalto. El espesor total de las capas de base y carpeta es del orden de 20 cm.

### I.1.2.- DESCRIPCION DEL PROCESO DE FALLA

Cada una de las capas de un pavimento desempeñan un papel importante en las distribución de cargas ejercidas principalmente por el tránsito pesado.

Función de las diferentes capas.

**Pavimentos Flexibles.** En los pavimentos flexibles, las capas superiores deben resistir el esfuerzo cortante y absorber los esfuerzos horizontales. La capa base debe distribuir los esfuerzos verticales.

En los pavimentos tradicionales con capas tratadas de poco espesor y en ocasiones mínimos (riegos superficiales); los materiales sin liga soportan la acción de cargas repetidas. El pavimento llega al final de su vida, ya sea cuando las deformaciones permanentes se vuelven excesivas, o bien cuando hay variación brusca de las características físicas de la terracería.

Por lo que se refiere a pavimentos con gruesas capas asfálticas, éstas desempeñan un papel distribuidor de esfuerzos. Están sometidas a esfuerzos de flexión, tanto más elevados cuanto que las cargas sean mayores y que las capas inferiores sean rígidas. Fallan esencialmente por deformaciones, sin fisuración, cuando las capas inferiores están tan agrietadas que ya no pueden desempeñar su papel distribuidor o bien cuando se combinan estos fenómenos.

Para el estudio de las fallas se toman en cuenta los siguientes aspectos.

- a) Tipo de defecto.
- b) Localización de la falla.
- c) Su intensidad.
- d) Su volumen.

**1.2. DEFINICION Y PROBABLES CAUSAS DE LAS FALLAS**

**1.2.1. DEFINICIONES**

Primeramente definiremos los diferentes tipos de fallas que se dan en los pavimentos flexibles.

CONCEPTO	DEFINICION
ASENTAMIENTO:	Variación del nivel de la sección.
CORRUGACION	Prominencias que aparecen en la superficie del pavimento.
ESCARAPELADO	Separación de la película de asfalto que envuelve al material pétreo.
HUELLA DE RODADA	Impresión en relieve localizada en la superficie de rodamiento.
PIEL DE COCODRILO	Agrietamiento en forma reticular que se produce en las capas superficiales.
AGRIETAMIENTO FISURAS	○ Líneas de ruptura.
ONDULACION	Depresión de forma redondeada.
PAVIMENTO LISO	Desgaste del pavimento que lo vuelve liso y resbaloso.
BACHE	Cavidad de forma redondeada, de bordes francos, creados en la superficie del pavimento por levantamiento del material.
RODERA	Deformación longitudinal permanente que se origina bajo el peso de las ruedas.
DESCOSTRADOS	Zona más o menos localizada, en la que la capa de rodamiento se ha desprendido totalmente del pavimento.
DESGRANAMIENTO	Desprendimiento de la gravilla de la carpeta.
AFLORACION DE AGUA	Aparición de una zona húmeda en la superficie del pavimento.
AFLORACION DE LECHADA	DE Aparición en la superficie de rodamiento de un residuo blancuzco a lo largo de una grieta.
LLORADO	Zona más o menos localizada en la que aparece un exceso de asfalto en la superficie.
AFLORACION DEL MORTERO	DEL Separación del mortero y de los agregados que descienden hacia la parte baja de la capa.
SUPERFICIE RUGOSA	Piedras duras que aparecen en relieve, en la superficie del pavimento.
RIZADO	Deformaciones perpendiculares al eje del pavimento.

**1.2.2. PROBABLES CAUSAS DE LAS FALLAS**

Las causas de las fallas son muy numerosas y diversas, de índole cuantitativo (tránsito, etc.), cualitativo (materiales que constituyen el pavimento), o bien aleatorios (lluvias, humedad, etc.)

Estos factores son a la vez causa y efecto, es decir, cuando las fallas evidentes se vuelven la causas de nuevas fallas, estas se desarrollan rápidamente.

Cada factor tiene un efecto preponderadamente pero temporal y aleatorio y conviene ser muy prudente en cuanto al valor de ésta influencia.

Por lo tanto es posible clasificar las causas de las fallas de acuerdo a los cuatro criterios siguientes:

1. Tránsito
2. Las condiciones climáticas, el medio ambiente y sus consecuencias.
3. El diseño del pavimento.
4. Criterios para detectar las fallas de los materiales.

#### 1. TRANSITO.

El tránsito es un parámetro cuya influencia segura todavía no ha podido definirse debidamente. La evolución de las deformaciones, agrietamientos, etc. estaba asociada en la carga de los ejes, en la duración de su aplicación y al número de pasadas, pero estos resultados solo podían aplicarse a un pavimento determinado y apoyado sobre un suelo dado y en condiciones climáticas precisas. Por consiguiente, es necesario ser muy prudente al interpretar estos resultados y aplicarlos a un pavimento cualquiera.

#### 2. LAS CONDICIONES CLIMATICAS, EL MEDIO AMBIENTE Y SUS CONSECUENCIAS.

Los parámetros que más influyen en el cuerpo del pavimento son la presencia de agua en mayor cantidad que lo normal y los ciclos del hielo y deshielo, en las zonas frías.

#### LA PRESENCIA DEL AGUA

El agua se infiltra en el cuerpo del pavimento ya sea:

- a). *Por la superficie pavimentada:* basta entonces con proteger el pavimento superficialmente por medio de un sello lo suficientemente impermeable para detenerla.
- b). *Por infiltración lateral:* el agua que proviene de los acotamientos se desplaza horizontalmente. Este fenómeno, si no es el más importante desde el punto de vista de cantidad de agua por unidad de tiempo, es el más frecuente y el más peligroso. Puede resolverse en forma adecuada impermeabilizando los acotamientos y construyendo un drenaje eficaz.

c). *Por Afloración capilar*: El agua proviene del nivel freático. En este caso el problema de la evacuación del agua es complejo y requiere casi siempre un estudio especial.

d). *El contenido del agua del subsuelo*: cuando es muy elevado, puede provocar importantes trastornos ya que llega a modificar la capacidad-soporte del suelo en forma importante, o bien a gravar el "Desgaste por fricción" de ciertos materiales como las calizas.

## LOS CICLOS DEL HIELO Y DESHIELO

Durante las heladas el agua que existe dentro del pavimento se transforma en cristales de hielo; hay una demanda de agua de las zonas no congeladas hacia zona congeladas. durante el deshielo el contenido de agua del suelo es muy elevado dentro de un espesor muy variable. El tránsito pesado provoca entonces asentamientos más ó menos importantes, produciendo deformaciones y grietas que hacen que el cuerpo del pavimento envejezca prematuramente.

Igualmente, se menciona, la acción de los fundentes químicos que tienen por efecto mantener una humedad permanente en la superficie. En efecto, el pavimento sufre por la ausencia de protección térmica (papel de protección desempeñado por la nieve), y por la supresión de la protección mecánica (protección asegurado por el hielo).

El pavimento experimenta un choque térmico ocasionado por la reacción endotérmica de fusión del hielo o nieve por los fundentes, se estabiliza por las bajas temperaturas, se mantiene un estado permanente de humedad y sufre fallas superficiales por el agua retenidas en las fisuras (grietas).

Debe agregarse a lo anterior el ataque mecánico del tránsito en general (en este caso los efectos son particularmente agresivos), y sobre todo de los neumáticos con picos especiales para la nieve.

## 3. EL DISEÑO DEL PAVIMENTO.

Hace algunos años el diseño de las capas del pavimento intervenía de manera menos sensibles en las causas de las fallas, el tránsito pesado era menos intenso y la carga media por eje, menos elevada. El proyecto correspondía más bien a los ensanchamiento ligeros, aquellos sitios en donde el camino empezaba a "Invadir" el acotamiento.

El la actualidad, el diseño adquiere cada día mayor importancia, sobre todo en el caso de los pavimento antiguos de poco espesor (10 -15 cm.), o cuando el cuerpo del pavimento está totalmente contaminado.

#### 4. CRITERIOS PARA DETECTAR LAS FALLAS DE LOS MATERIALES.

Al establecer un balance de las fallas, se observa que dos terceras parte de las mismas provienen de:

##### MATERIALES INADECUADOS

- Granulometría incorrecta.
- Porcentaje elevado de elementos redondeados.  
(cantos rodados).
- Insuficiente dureza de los agregados.
- Agregados sucios.
- Rápido pulido de los agregados (desgaste excesivo).

##### FABRICACION DEFICIENTE

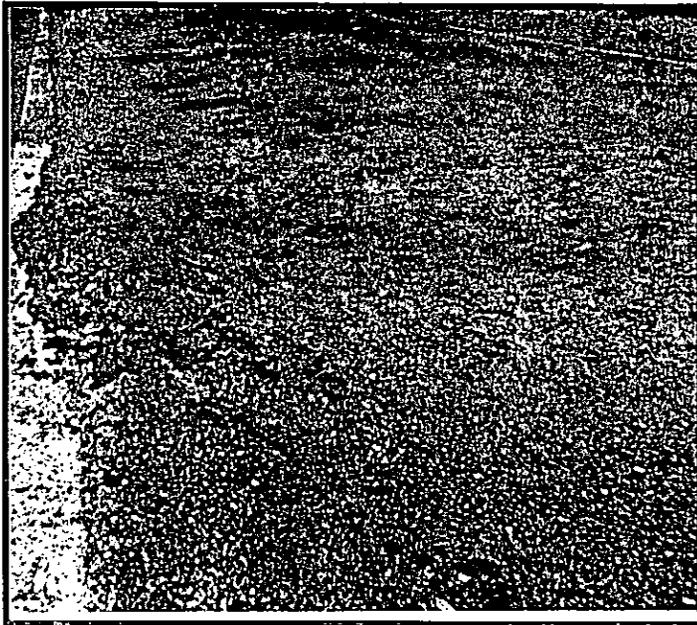
- Porcentaje incorrecto de asfalto o de finos.
- Insuficiente mezclado.

##### COLOCACION QUE NO SATISFACE LAS CONDICIONES REQUERIDAS

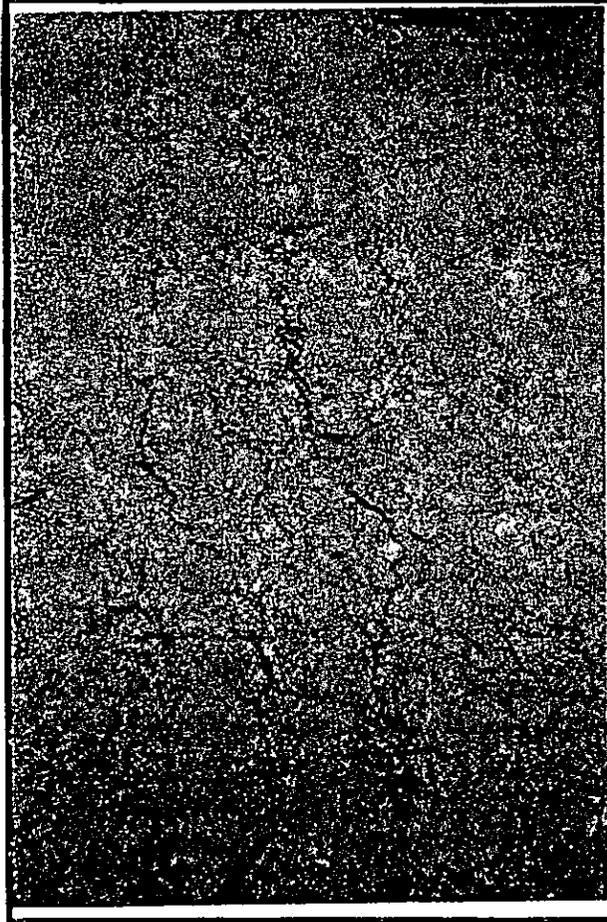
- Insuficiente compactación.
- Excesiva compactación.
- Insuficiente temperatura de colocación.
- Segregación durante la colocación.

En la siguiente tabla se dá a conocer las probables causas que originan una falla.

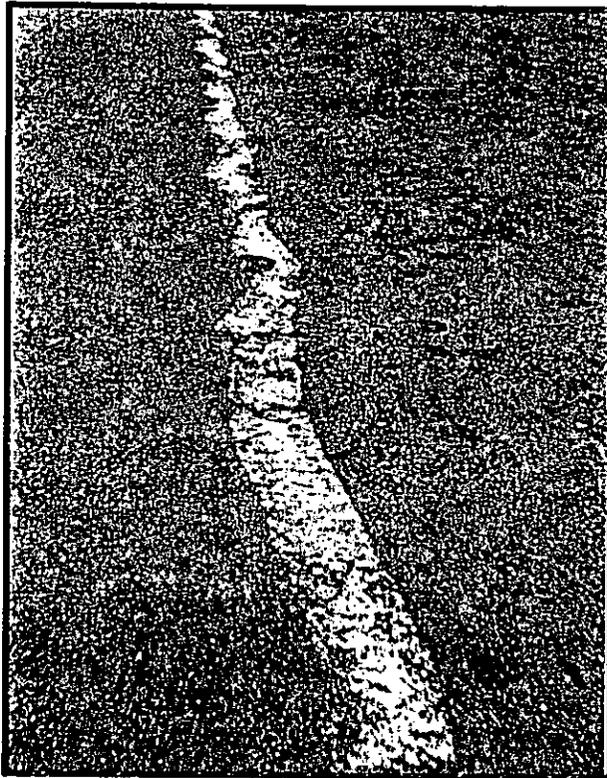
FALLAS	PROBABLES CAUSAS
ASENTAMIENTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Diseño escaso de las capas inferiores.</li> <li>-Pavimento mal compactado en las orillas.</li> <li>-Nivel demasiado elevado del manto freático.</li> <li>-Asentamiento de capas inferiores.</li> <li>-Falta de drenaje y subdrenaje.</li> <li>-Contaminación del cuerpo del pavimento.</li> </ul>
CORRUGACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Alto valor de flujo de la mezcla asfáltica.</li> <li>-zona de desaceleración brusca.</li> <li>-Elevada temperatura al colocar la mezcla asfáltica.</li> <li>-Mezcla asfáltica con rebajados, excedida de residuos asfálticos o mal curada ( exceso de solventes).</li> </ul>
ESCARAPELADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Acción del agua.</li> <li>-Acción de la arcilla.</li> <li>-Diversas acciones mecánicas.</li> <li>-Falta de adherencia.</li> </ul>
HUELLA DE RODADA	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Estacionamiento prolongado de algún vehículo pesado.</li> <li>-Mezcla mal curada o con exceso de asfalto.</li> </ul>
PIEL DE COCODRILO	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fallas de las capas inferiores, disgregación.</li> <li>-Falta de adherencia de la carpeta con la capa de base.</li> <li>-Subdiseño de la capa superficial.</li> <li>-Deslizamiento de la carpeta sobre la base del pavimento.</li> <li>-Permeabilidad de la capa de base.</li> <li>-Subdiseño de las capas inferiores.</li> </ul>
AGRIETAMIENTO O FISURAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Junta de dos bandas de expansión.</li> <li>-Reinicio del trabajo con la terminadora.</li> <li>-Contracción de la capa de base.</li> <li>-Fallas de las capas inferiores, disgregación.</li> <li>-Falta de adherencia de la carpeta y la capa de base.</li> <li>-Zona de desaceleración brusca.</li> <li>-Congelación del cuerpo del pavimento.</li> <li>-Asentamientos de capas inferiores.</li> <li>-Pavimento no compactado en las orillas.</li> </ul>
DEFORMACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Insuficiente compacidad de la superficie de rodamiento en una zona.</li> <li>-Insuficiente compacidad de la capa de base en una zona.</li> <li>-Cavidad dentro de la capa de base, compactada y rellenada por el material de la carpeta.</li> <li>-Contaminación del cuerpo del pavimento.</li> <li>-Falta de drenaje y/o subdrenaje.</li> <li>-Disgregación de una zona de la capa de base compactada.</li> </ul>
PAVIMENTO LISO	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pulido demasiado rápido de los agregados.</li> <li>-Desgaste excesivo del pavimento.</li> <li>-Agregados blandos como calizas.</li> </ul>
BACHE	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ruptura del asfalto bajo efecto mecánico.</li> <li>-Falta de drenaje.</li> <li>-Contaminación del cuerpo del pavimento.</li> </ul>



CORRUGACION Y HUELLA DE RODADA.



**PIEL DE COCODRILO. AGRIETAMIENTO EN FORMA  
RETICULAR.**

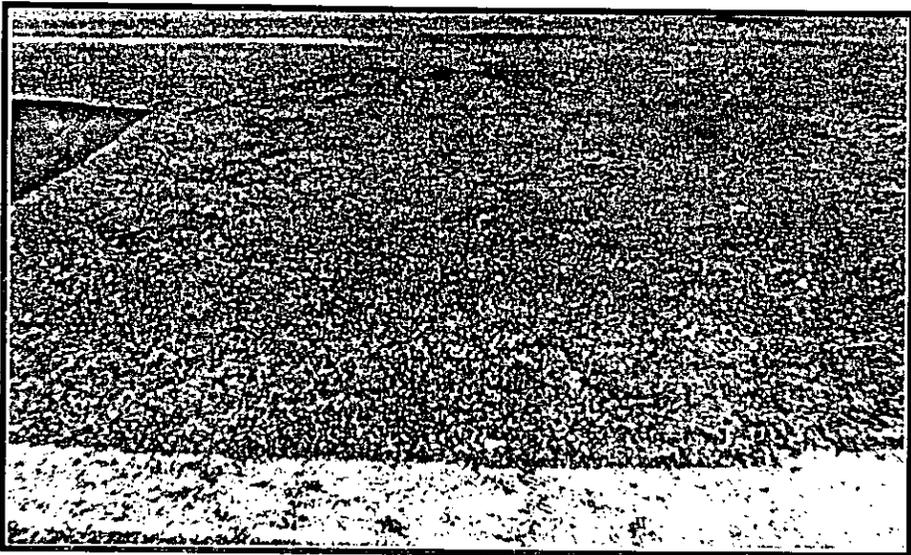


*ONDULACION. DEPRESION CON FORMAS  
REDONDEADAS.*

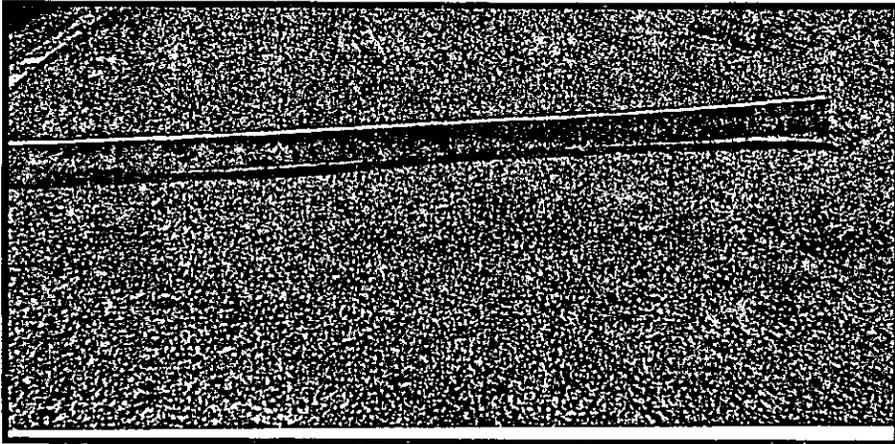
**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

<b>RODERAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Insuficiente compactación de la capa del pavimento.</li> <li>-Excesiva concentración de cargas bajo la acción de un tránsito pesado y canalizado.</li> <li>-Sobredosificación en la carpeta de asfalto y filler.</li> <li>-Subdiseño de las capas inferiores del pavimento.</li> <li>-Asfalto demasiado blando para la región o temperatura elevada dentro del material asfáltico.</li> <li>-Insuficiente estabilidad de la carpeta o base asfáltica.</li> <li>-Granulometría incorrecta del pétreo.</li> <li>-Nivel del manto freático demasiado elevado.</li> </ul>
<b>DESCOSTRADO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Insuficiente espesor de la capa de rodamiento.</li> <li>-Insuficiente compactación de la capa de rodamiento.</li> <li>-Falta de adherencia de la carpeta y la capa de base.</li> <li>-Movimiento de la carpeta respecto a la base de pavimento.</li> <li>-Permeabilidad de la capa de base bajo la capa superficial.</li> </ul>
<b>DESGRAMAMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ruptura del aglutinante bajo acción mecánica.</li> <li>-Disgregación de los agregados bajo acción química.</li> <li>-Segregación de los agregados durante su colocación.</li> <li>-Exudación que propicia el desprendimiento de la gravilla.</li> <li>-Pétreos de mala calidad ( baja adherencia ).</li> </ul>
<b>AFLORACION DE AGUA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Veneros debajo del cuerpo del pavimento.</li> <li>-Insuficiente drenaje y subdrenaje.</li> <li>-Intensa evaporación.</li> </ul>
<b>LLORADO (EXUDACIÓN)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Temperatura elevada dentro de la capa de carpeta asfáltica.</li> <li>-Asfalto demasiado blando.</li> <li>-Asfalto "arrastrado" por la evaporación excesiva de agua proveniente del cuerpo del pavimento.</li> <li>-Mezcla asfáltica con rebajado, mal curada (con solventes).</li> </ul>
<b>AFLORACION DEL MORTERO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Exceso de asfaltos y finos.</li> </ul>
<b>SUPERFICIE RUGOSA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Desgaste del pavimento.</li> <li>-Granulometría incorrecta de la capa de rodamiento.</li> </ul>
<b>ONDULACION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Acción mecánica.</li> </ul>
<b>DESGASTE ORIGINADO POR LOS NEUMATICOS CON PICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Combinación de dos fallas antes mencionadas: Desgranamiento (fractura y levantamiento del aglutinante asfáltico por "martilleos y rasguños" ocasionados por las puntas de acero) y Disgregación (liberación de la gravilla bajo la acción del tránsito). Cuanto mas fría esté la carpeta más frágil y mayor es la posibilidad de que el asfalto pueda quebrarse. Los choques debido a las altas velocidades imponen esfuerzos importantes a las carpetas y los efectos de tensión propician el desgaste en gran medida.</li> </ul>

Al establecer un balance de las causas de las fallas en función de un tipo de ellas, puede observarse que una sola causa puede provocar diversos tipos de fallas.



SUPERFICIE RUGOSA.



*ASENTAMIENTO. VARIACION DEL NIVEL DE LA SECCION.*

### I.3. CLASIFICACION Y DETERMINACION DE LAS FALLAS

Las fallas pueden clasificarse en cuatro grandes grupos:

1. Deformaciones
2. Agrietamientos
3. Desprendimientos
4. Afloraciones ó movimientos del material

Las deformaciones y las fisuras (agrietamientos) afectan por lo general las capas inferiores para luego alcanzar la capa superficial, mientras que los desprendimientos y afloraciones se originan y desarrollan en la capa superficial.

Dentro de cada grupo se forman subgrupos que se determinan por la forma o la localización de las fallas. En la tabla siguiente se muestra esta clasificación.

FALLA	CLASIFICACION	COMO SE DETERMINA
DEFORMACIONES	Asentamientos	-Longitudinal por el eje. -Longitudinal por la orilla. -Transversal.
	Corrugación	-Longitudinal -Transversal
	Huella de Rodada	
	Ondulación	
	Rodera	-Surco de gran radio <sup>1</sup> a). Sobre eje. b). Sobre la orilla. -Surco de pequeño radio a). Sobre eje. b). Sobre la orilla.
AGRIETAMIENTO	Fractura	
	Requebramiento	
	Piel Cocodrilo	-De retícula chicas -De retícula grande
	Agrietamiento	-Forma de dientes de sierra -Parabólico (corrimiento) -Rectilíneo: a) Longitudinal por el eje b) Longitudinal por orilla c) Transversal

<sup>1</sup> La diferenciación entre los surcos de gran o pequeño radio proviene del hecho, de que la primera deformación (gran radio) alcanza las capas inferiores, mientras la segunda prácticamente no afecta más que a la capa superficial.

DESPRENDIMIENTO	Escarapelado	
	Eyección y/o desprendimiento de la junta	
	Pavimento resbaloso	
	Bache	
	Desgranamiento	
AFLORACIONES	Rugosidad (superficie rugosa).	
	Efectos de bombeo	
	Afloraciones	-De residuos verdosos -De agua -De lechada -De mortero
	Llorado	

En la actualidad es imposible cuantificar las molestias que ocasionan las fallas en el pavimento a un conductor, molestia que dependen por ejemplo: de la presión de inflado de las llantas, etc. y del propio usuario; se han logrado determinar de siete (7) a ocho (8) tipos de molestias que ocasionan un reflejo imprevisible al conductor y estas son:

- a). Visual
- b). Sonoro
- c). Vibratorio
- d). Sacudidas
- e). Encarrilado
- f). Derrapamiento
- g). Deslumbramiento
- h). Visibilidad

En resumen, " una falla " se caracteriza por su tipo, su colocación, su magnitud superficial, las molestias que puede ocasionar y el tipo de pavimento en el que aparece.

#### I.4. EVOLUCION DE LAS FALLAS

La evolución de las fallas puede presentarse de dos maneras distintas:

- a). La evolución de una falla única.
- b). La evolución de una falla que es causa de la aparición de otras.

##### EL AVANCE DE UNA FALLA UNICA

El avance de una sola falla es el caso menos frecuente. La evolución en la superficie se desarrolla con mayor o menor rapidez, pero puede seguirse cuantitativamente: por ejemplo, en el caso de un agrietamiento en forma de piel de cocodrilo, es conveniente conocer la dimensión media de la retícula y la capa afectada es muy difícil, a menos que se destruya el pavimento, conocer la profundidad en la que se detiene la falla y la consecuencia de las mismas. En este caso, no es posible tomar en cuenta más que la magnitud superficial.

##### EL AVANCE DE UNA FALLA, CAUSA DE LA APARICION DE OTRAS

Este caso que es más frecuente, también es más complejo.

Resulta difícil seguir los avances debido a que no siempre son constantes. Una falla que ha evolucionado rápidamente, puede permanecer luego en un estado estacionario evolucionar lentamente al mismo tiempo que surge otra.

Sin embargo hay que observar que en muchos casos, las fallas elípticas se desarrollan en "cadena" (hundimiento-agrietamiento de piel de cocodrilo-bache).

La presente información no constituye de hecho más que un acercamiento al problema, al problema bastante complejo de las fallas. La descripción y la clasificación establecidas no son completas, ni definitivas, ya que es bastante difícil agrupar los aspectos tales como, tipo de daño, causas de las fallas, su evolución y su magnitud.

Por lo demás debe recordarse que esta información se limita a las fallas visibles, es decir, a las que se manifiestan en la superficie y que son detectadas por el usuario del camino.

## I.5. EVALUACION DE LOS PAVIMENTOS

### I.5.1. INDICE DE SERVICIOS.

La evaluación de superficie de rodamiento de una vialidad, es un factor muy importante que nos ayuda a determinar las condiciones del servicio actual del pavimento. El método para calificar estas condiciones, se basa en lo que se denomina Índice de Servicio Actual (I.S.A.). Este es un valor subjetivo que se obtiene a través de el confor al ir circulando por la vialidad.

El Índice de Servicio Actual nos sirve de apoyo para determinar si la superficie de rodamiento necesita mejorarse, pero por sí solo no debe usarse para el diseño de sobrecarpetas u otras mejoras. Generalmente, para esta evaluación se utiliza una escala cuyos valores oscilan entre 0 y 5, distribuidos de la siguiente manera.

I.S.A	CONDICIONES DEL PAVIMENTO
5.0	
4.0	_
3.0	_
2.5	_
2.0	_
1.0	_
0.0	_
	Excelente
	Bueno
	Regular a Bueno
	Regular a Malo
	Malo
	Pesimo

Como se puede observar, los Índices de Servicio Actual altos, corresponden a condiciones más satisfactorias. Cuando un tramo denota calificaciones bajas (de 2.5 hacia abajo) se debe hacer un examen más detallado de la superficie, utilizando, si es necesario, otros métodos para su evaluación. La experiencia indica que un Índice de Servicio Actual comprendido entre 2.5 y 0.0, denota la necesidad de hacer trabajos de reforzamiento a la vialidad en estudio; por lo que en términos generales se pueden recomendar los siguientes trabajos de acuerdo al Índice de Servicio Actual. Aclarando que éstos son solamente una sugerencia y depende de los estudios adicionales que se efectúen para determinar lo realmente necesario.

ISA	TRABAJO A REALIZAR
5.0-4.1	Mantenimiento rutinario
4.0-3.1	Mantenimiento rutinario (Tratamiento Superficial)
3.0-2.6	Reforzamiento
2.5-2.1	Reforzamiento
2.0-1.1	Reconstrucción
1.0-0.0	Reconstrucción

### I.5.2. LEVANTAMIENTO DE DAÑOS.

Como se mencionó anteriormente, las fallas pueden clasificarse en cuatro grupos: Deformaciones, Agrietamientos, Desprendimientos y Afloraciones o movimientos del material. para el levantamiento de daños de la vialidad en el periférico de la Ciudad de México, se evaluaron las fallas más comunes las que se mencionan a continuación de manera muy general, detallando las causas que pueden provocarla.

#### » Pavimento Liso o Resbaloso (Pulimento).

Es el desgaste del pavimento que lo vuelve liso y resbaloso, sus probables causas son:

- ⇒ Pulido demasiado rápido de los agregados.
- ⇒ Desgaste excesivo del pavimento.
- ⇒ Agregados blandos.

#### » Piel de cocodrilo.

Son agrietamientos en forma reticular que se produce en las capas superficiales, sus probables causas son:

- ⇒ Fallas de las capas inferiores, disgregación.
- ⇒ Falta de adherencia de la carpeta con la capa de base.
- ⇒ Subdiseño de la capa superficial.
- ⇒ Deslisamiento de la carpeta sobre la base del pavimento.
- ⇒ Permeabilidad de la capa de base.
- ⇒ Subdiseño de las capas inferiores.

#### » Agrietamientos y fisuras.

Son líneas de ruptura y sus probables causas son:

- ⇒ Junta de dos bandas en expansión.
- ⇒ Reinicio del trabajo con la terminadora.
- ⇒ Contracción de la capa de base.
- ⇒ Fallas de las capas inferiores, disgregación.
- ⇒ Falta de adherencia de la carpeta y la capa de base.
- ⇒ Zona de desaceleración brusca.
- ⇒ Descongelación del cuerpo del pavimento.
- ⇒ Asentamiento de capas inferiores.
- ⇒ Pavimento no compactado en las orillas.

### I.5.3. ENSAYES DESTRUCTIVOS.

Consiste en el análisis de la sección estructural de la vialidad y utiliza la relación entre el soporte de la capa de subrasante, la estructura de pavimento y las cargas generadas por el tránsito. Este procedimiento es semejante al empleado en el diseño de pavimentos nuevos, la diferencia radica en que aquí es necesario conocer la estructura en cuanto a espesores y calidad de las capas para compararlas con las requeridas de acuerdo a las nuevas condiciones de tránsito y de esta manera determinar los trabajos de mantenimiento.

Si la inspección realizada indica la necesidad de hacer un estudio a fondo, se deben obtener muestras de la capa subrasante y del pavimento, para lo cual es fundamental ubicar las zonas de prueba, dividiendo la vialidad en tramos de condiciones iguales o semejantes.

Tomando en cuenta los valores de la evaluación superficial, (ISA y Levantamiento de Daños), se efectúan sondeos (Pozos a cielo abierto, con profundidad variable) para conocer las características de los materiales que integran la estructura de los pavimentos existentes en los tramos cuyo ISA es menor o igual a 2.5.

### I.5.4. ENSAYES NO DESTRUCTIVOS.

Es el análisis de Deflexiones; que implica obtener medidas de deflexión en el pavimento y mediante un análisis previo, encontrar la deflexión permisible, utilizando las cargas reales del tránsito, definiendo así las recomendaciones para mejorar las condiciones de nuestra vialidad o en su defecto reforzarla, dependiendo para cuánta vida útil queramos diseñarla. Este método tiene la ventaja de reflejar directamente y en el lugar, las reacciones del pavimento ante la acción del tránsito.

En la actualidad existen dos equipos para determinar las deflexiones de un pavimento flexible; la viga de Benkelman que mide deflexiones bajo una carga estática y el deflectómetro del tipo dinaflex que mide deflexiones bajo una carga dinámica.

A continuación se describe de manera muy general el procedimiento de medición con la viga de Benkelman, en virtud de que el costo de este aparato es considerablemente menor que el de un deflectómetro dinámico.

Consiste en un brazo fijo que se sitúa nivelado sobre el pavimento apoyado en tres puntos, acoplado al brazo fijo y mediante una articulación rotatoria, se encuentra un brazo móvil. Cuando las llantas de un camión cargado se colocan de manera centrada al brazo móvil, éste punto bajará una cierta cantidad por la deformación provocada en el pavimento, debido al efecto del peso de la llanta. El brazo móvil girará en torno a la articulación con respecto al brazo fijo (previamente nivelado) y de esta manera el extensómetro (ubicado en el brazo fijo) hará una lectura.

Al retirar las llantas, se recupera el pavimento, en lo que a deformación elástica se refiere y por el mismo mecanismo; el extensómetro hará otra lectura. Con las dos lecturas obtenidas, podemos encontrar la recuperación elástica del pavimento al retirar la carga.

Para la revisión de un pavimento flexible utilizando las mediciones de deflexiones obtenidas, ya sea con la viga Benkelman o el deflectómetro, generalmente se hace mediante el método de la división de carreteras del estado de California, E.U.A. (Método de California). Este método consiste básicamente, en comparar las deflexiones características ( $D_c$ ) y permisible ( $D_p$ ); tomando el siguiente criterio para determinar el reforzamiento necesario:

Si	$D_c \leq D_p$	La estructura del pavimento no requiere ningún reforzamiento, solo trabajos de mantenimiento menor en caso de ser necesario.
Si	$D_c < D_p$	La estructura del pavimento si requiere reforzamiento.

Como se puede observar, el primer paso es calcular la Deflexión característica:

$$D_c = \bar{X} + 2S$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2}{n^2}}$$

Donde:

$D_c$  = Deflexión característica

$\bar{X}$  = Deflexión media

$S$  = Desviación estándar

Una vez obtenida la deflexión característica, el siguiente paso es encontrar la deflexión permisible; con el método del Instituto de Ingeniería de la UNAM, tenemos:

$$FE = (1+(1+i)^n) \times 0.5$$

Donde:

FE = Factor de expansión

I = Tasa de crecimiento anual del tránsito

n = Años de servicio

Sabemos que para este método, existen constantes para calcular la carga EWL (Ruedas sencillas equivalentes de 5000 lb), las cuales están en función del número de ejes del vehículo.

No. DE EJES	CONSTANTES
2	280
3	930
4	1320
5	3190
6	1950

# **CAPITULO SEGUNDO**

## **ESPECIFICACIONES GENERALES**

## CAPITULO SEGUNDO. ESPECIFICACIONES GENERALES.

### II.1. ESPECIFICACIONES DEL MORTERO ASFATICO.

#### II.1.1. MORTERO ASFALTICO

Los morteros asfáltico son los que se elaboran con material pétreo de determinada granulometría, agua, emulsión asfáltica y aditivo en caso de ser necesario, para ser aplicados sobre una base impregnada o carpeta asfáltica con el objeto de impermeabilizarla y protegerla del desgaste.

#### MATERIALES

los materiales empleados en la construcción del mortero asfáltico son los siguientes:

- 1). Agregados
- 2). Material asfáltico
- 3). Agua
- 4). Aditivos

**1). Agregados.** El término agregado comprende las arenas, gravas naturales y la piedra triturada. Utilizadas en este caso para preparar el mortero asfáltico. Además se utiliza también para elaborar concreto y se aplica a los materiales especiales utilizados para producir concretos ligeros y pesados.

La limpieza, sanidad, resistencia y forma de las partículas son importantes en cualquier agregado.

*a). Limpieza.* Los agregados se consideran limpios si están exentos de excesos de arcilla, limo, mica, material orgánico, sales químicas y granos recubiertos.

*b). Sanidad.* Un agregado es físicamente sano si retiene la estabilidad en su forma con cambios de temperatura o humedad y resiste la acción de la intemperie sin descomponerse.

*c). Resistencia.* Para que un agregado puede considerarse de resistencia adecuada, debe ser capaz de desarrollar toda la resistencia del aglomerante. Cuando la resistencia al desgaste es importante, el agregado debe ser duro y tenaz.

d). *Forma de partículas.* Las partículas planas o alargadas perjudican la docibilidad del concreto, debido a lo cual es necesario utilizar más arena, más cemento y agua.

Para mejorar la calidad de los agregados, puede utilizarse:

a). *El lavado.* Para eliminar los recubrimientos de las partículas ó para cambiar la graduación de los agregados.

b). *La separación en medio pesado.* Con el uso de un líquido de densidad específica variable, como una suspensión de agua y magnetita y ferrosilicio triturados muy finos, puede utilizarse en el mejoramiento de los agregados gruesos.

c). *Flotación y Sedimentación.* El material ligero dañino se elimina por flotación y las partículas pesadas se sedimenta.

d). *Clasificador hidráulico.* En este clasificador las partículas más ligeras son impulsadas hacia arriba por las pulsaciones ocasionada por el aire o por diafragmas de hule, este también es un procedimiento para separar las partículas ligeras.

e). *Fraccionación Elástica.* Las partículas blandas, friables, pueden separarse de las partículas duras, elásticas por un proceso llamado fraccionación elástica, en el cual los agregados se dejan caer sobre una superficie inclinada de acero endurecido y su calidad se mide por la distancia que rebotan.

El material pétreo empleado en la construcción del mortero asfáltico deberá ser un a arena bien graduada criterio SUCS (este criterio distingue suelos gruesos y suelos finos), y cementante fino no plástico, y que cumplan con los requisitos que a continuación se indican:

**Granulometría.** Es la división del suelo en diferentes fracciones seleccionadas de acuerdo al tamaño de las partículas.

**Límite plástico.** Es el contenido de agua que marca la frontera entre los estados plásticos y semisólido.

**Límite líquido.** Es el contenido de agua que marca la frontera entre los estados semilíquidos y plástico.

**Límite de contracción.** Es el contenido de agua que marca la frontera entre los estados semisólido y sólido.

**Contracción lineal.** Es el decrecimiento de la masa de un suelo en una sola dimensión, cuando su contenido de humedad se reduce a su límite de contracción.

**Equivalente de Arena.** Indica la proporción relativa del polvo fino o materiales arcillosos perjudiciales contenidos en los áridos empleados en las mezclas asfálticas para pavimentación. El ensayo se aplica en la fracción que pasa por el tamiz No. 4.

**Abrasión (desgaste).** El ensayo de abrasión de los angeles se emplea para medir las resistencias de los áridos al desgaste abrasión. El ensayo es realizado con una cantidad de áridos y esferas de acero que se colocan dentro del tambor de la máquina los angeles y se le dá 500 vueltas, después se extrae el material que pasa por el tamiz N° 12 y se define como el porcentaje de desgaste.

A continuación se dan a conocer los porcentajes de las pruebas mencionadas, y con las cuales deben cumplir los agregados empleados en la construcción del mortero asfáltico.

Granulometría.

MALLA No	ABERTURA MM	% QUE PASA
3/8	9.51	100
4	4.76	90-100
8	2.38	65-90
16	1.19	45-70
30	0.595	30-50
50	0.297	18-30
100	0.149	10-21
200	0.074	5-15

- Índice plástico. 07 % máximo
- Índice líquido. 30 % máximo
- Contracción lineal. 02 % máximo
- Equivalente de Arena. 50 % mínimo
- Desgaste (método o prueba de abrasión en húmedo).  
10 % máximo
- Afinidad con el asfalto, desprendimiento por fricción.  
25 % máximo

**2). Material Asfáltico.** Los materiales que se emplean en la elaboración del mortero asfáltico, serán emulsiones aniónicas o emulsiones catiónicas.

Las emulsiones asfálticas son materiales asfálticos líquidos estables formado por dos fases miscibles, en los que la fase continua de la emulsión está formada por agua y la fase discontinua de la emulsión está formada por pequeños glóbulos de asfalto.

Las emulsiones asfálticas pueden ser:

**a) Aniónicas.** Las emulsiones asfálticas pueden ser aniónicas, si los glóbulos de asfalto tienen carga electronegativa.

**b) Catiónicas.** Las emulsiones asfálticas pueden ser catiónicas, si los glóbulos de asfalto tienen carga electropositiva.

Las emulsiones asfálticas pueden ser de rompimiento rápida, medio o lento.

**3) Agua.** El agua que se utilice para dar la consistencia y manejo del mortero, deberá estar libre de materiales extraños y sales solubles en cantidades que resulten perjudiciales.

**4) Aditivo.** Un aditivo es un material diferente del agregado, o agua que se agrega como ingrediente, inmediatamente antes o durante la mezcla. Los aditivos sirven para modificar, mejorar o impartir propiedades especiales a las mezclas. Los aditivos solo deben utilizar cuando se necesita de una marcada mejoría, que no pueden obtenerse en forma económica con la mezcla básica. Debido a que las mejoras en una característica producen, a menudo, un efecto adverso en las otras características, se debe tener cuidado al usar aditivos. Para decidir el uso de los aditivos para fines de proyecto es importante hacer una selección cuidadosa de éstos, ya que su efectividad y contenido de elementos tenso-activos es variable, así también, se tendrá en cuenta que una cantidad excesiva de polvo llega a inhibir la acción de los aditivos y también cuando estos se someten a calentamiento prolongados o intermitentes, pueden perder su eficiencia no obstante que se elaboren para resistir altas temperaturas.

**5) Mezcla del Mortero.** La dosificación de la emulsión asfáltica, agregados, agua y aditivo, estará dada por el contratista bajo su responsabilidad. En términos generales, los porcentajes del asfalto y del agua, estarán comprendidos dentro de los límites que se indican en la siguiente tabla.

COMPONENTES	PROPORCIONES EN PORCIENTO CON RESPECTO AL PESO SECO DEL MATERIAL PETREO
EMULSION ASFALTICA	18-25
AGUA PARA DAR LA CONSISTENCIA NECESARIA A LA MEZCLA	10-15

Las características de la mezcla deberán ser tales, que permitan en general que se estabilice una vez tendida, en un periodo comprendido entre una (1) y cinco horas (5). En caso de ser necesario se adicionará un aditivo retardante o acelerante según se requiera.

Adicionalmente la mezcla propuesta deberá cumplir con las siguientes condiciones:

**5.1. Dosificación.** Proporción con la que debe mezclarse cada uno de los elementos de una mezcla.

- » Elemento de liga asfáltico residual: de 7.5 al 13.5 % en peso sobre el pétreo.
- » Agua de amasado. De 10 a 15 % en peso sobre el pétreo.
- » Agua total. De 10 a 20 % sobre el pétreo.

**5.2 Abrasión.**

Pérdida por abrasión por vía húmeda: no será mayor 0.80 g/cm<sup>2</sup>. máximo.  
Arena adherida en ensayo LWT: 8.08 g/cm<sup>2</sup> máximo.

## II.1.2. FABRICACION DEL MORTERO ASFALTICO.

La fabricación del mortero asfáltico se realizará en mezcladoras especiales de tipo móvil, que en términos generales deberá contar con:

- 1). Depósito de capacidad adecuada para los materiales consistentes en : tolvas para los materiales pétreos y asfálticos.
  - » Tanque para la emulsión.
  - » Tanque para el agua y dispositivos para una correcta dosificación y producción continua de mortero.
- 2). Mezclador que asegure la correcta incorporación de los materiales entre sí, con compuerta para control de descarga.
- 3). Barra rociadora para humedecer la superficie por tratar.
- 4). Distribuidor que asegure un flujo continua y un extendido uniforme en todo el ancho de aplicación.

Como ejemplo de planta móvil o transportable, se describe la Barben Green, la cual ha sido utilizada en la producción del mortero asfáltico. Esta es una planta de asfalto de producción continua que consiste de un sistema de alimentación cargado por una banda transportadora que lleva el agregado hasta un tambor mezclador, donde se integra simultáneamente con la proporción de asfalto requerida.

La planta fue diseñada para un control automático, consistente en medidores que controlan la presión necesaria de la bomba de asfalto y controles de peso, que indican el proporcionamiento de los agregados.

El proceso de mezclado en el tambor comienza con el suministro del material en frío.

» *Alimentación de material en frío.* Este procedimiento se realiza por medio de canales que tienen velocidades variables de alimentación entre sí. El material es medido desde el alimentador sobre la banda transportadora.

El agregado es depositado por la banda transportadora que tienen una calibración en el vertedor para determinar la cantidad exacta de agregado que está siendo suministrado.

» *Bombeo de Asfalto.* Consiste en un receptor de asfalto, una bomba de fluido variable, una bomba eléctrica de operación y una válvula de circulación en spray. La cantidad de asfalto fluido es controlada desde el panel de operación.

» *Banda Transportadora.* Está equipada con un sistema que mide el peso de los agregados que están siendo transportados. El sistema consiste de un rodillo que soporta la correa de transmisión, el cual está montado fijamente en uno de los extremos de un puente bastidor y el otro montado sobre un dispositivo sensible a la fuerza de tensión, que se provoca al estirarse la banda transportadora debido al peso del material que está pasando en ese momento; este dispositivo envía eléctricamente las variaciones del peso en la banda hacia un procesador en el panel de operación.

» *Tambor Mezclador.* Las descargas del agregado son introducidas al tambor mezclador junto con el asfalto a través de un vertedor.

La primera sección del tambor consta de espirales, que con su movimiento impiden el regreso del material hacia el exterior del tambor, evitando derramarse.

La segunda sección consta de "dientes" que lentamente hacen girar el material, minimizando la exposición a la flama directa. La sección final es en forma de "cúpulas", aquí es llevado el material y levantado hasta el fondo y alto del tambor, descargando a una cortina a través de gases calientes. En esta etapa el asfalto se reblandece sobre el agregado.

» *Cámara de combustión.* Consta de ladrillos refractarios al fuego alineados en cilindros de acero montados en el cargador del extremo del mezclador.

Su función es obtener la completa quema del combustible después de pocos minutos de haber iniciado su operación, la cámara aumenta enormemente su temperatura.

» *Ducto de escape.* Tiene una sección de gran longitud para descargar el extremo del mezclador. La velocidad del aire es reducida suficientemente para que la mayoría de las partículas gruesas y el asfalto libre no sea llevado hacia el ducto de escape. Esto previene el gradual endurecimiento y picado del sistema de escape. Un ventilador es usado para jalar el aire (calentado por el quemador), a través del tambor mezclador.

» *Separador de Humedad.* El escape normal del mezclador desemboca hacia el compartimiento separador de humedad de alta velocidad. El aire pasa a través de una llovizna de finas partículas de agua (spray) que se introduce a través de un inyector en el vénturi. El aire fluye en espirales a través del separador donde los residuos de polvo y llovizna desemboca y son separados por aire centrifugado; los residuos de polvo caen debido a la reducción de la velocidad del aire.

Este polvo se mezcla con agua y es drenado fuera del separador hacia un depósito; aquí el agua es tratada para que recircule hacia el separador y así puede ser reutilizado.

Otra máquina muy importante en el proceso de elaboración de la mezcla del mortero asfáltico, es el cargador frontal sobre neumáticos que tienen la función de hacer la descarga de los agregados en las plantas productoras de mezcla asfáltica, tanto en las fijas como en las móviles. Se utilizan sobre neumáticos ya que tienen una gran maniobrabilidad para realizar la carga y descarga del material de una manera fácil y rápida.

Los cargadores frontales son equipo de excavación, carga y acarreo, voltean el cucharón o bote hacia la parte delantera del tractor, accionándola por medio de gatos hidráulicos. Su acción es a base de desplazamiento cortos y se usan para excavaciones a cielo abierto, para manipulaciones de materiales suaves o fracturados en los bancos de arena, grava, arcilla, etc. y en alimentación de agregados a plantas dosificadoras o trituradoras.

El convertidor de par, bombas, motores adecuados, ejes de transmisiones, diferencial y reducciones planetarias son perfectamente conjuntados para suministrar la máxima potencia utilizable, para poder realizar las siguientes funciones:

- 1). Transmitir fuerza suficiente a las ruedas para proporcionar una acción de empuje adecuado al peso de la máquina.
- 2). Suministrar fuerza al sistema hidráulico que excavará, levantará y volcará las cargas. La mayoría de los cargadores neumáticos se dirigen con las ruedas traseras; sin embargo los hay con dirección frontal e inclusive en las cuatro ruedas.

**CAPITULO TERCERO**

**CONSTRUCCION DE LA CARPETA  
ASFALTICA**

## **CAPITULO TERCERO. CONSTRUCCION DE LA CARPETA ASFALTICA.**

### **III.1. CARPETA ASFALTICA.**

Se define como carpeta asfáltica, a la capa o capas formadas de agregados pétreos y asfalto, colocados sobre la capa base. En pavimentos de poco o regular tránsito, se colocan carpetas de un solo espesor y en casos de tránsito intenso y pesado, el espesor se divide en:

- a). Carpeta de Desgaste.
- b). Capa de Liga.

La función de la carpeta asfáltica es:

- 1). Proporcionar una superficie uniforme y segura al rodamiento de los vehículos.
- 2). Debe tener suficiente resistencia tanto al desgaste como a la fractura para soportar las cargas.
- 3). Ser antiderrapante y no deformarse.

A la carpeta asfáltica la acompañan otros elementos asfálticos como riego de sello, riego de liga y riego de impregnación.

### **TIPOS DE CARPETAS ASFALTICAS.**

#### **1). Carpetas de Tratamientos o Riegos Superficiales.**

Consisten en dar un riego de asfalto FR-3 o alguna emulsión sobre la base impregnada y cubrirlo con un material pétreo.

La carpeta puede consistir en uno, dos o tres riegos. Cuando es de 2 ó 3 riegos, en el primero se coloca el asfalto y se cubre con el agregado mayor, 25 mm (1") o 19 mm (3/4"). Después se vuelve aplicar otro riego de asfalto y se cubre el siguiente agregado y de nuevo se aplica otro riego de asfalto y el agregado menor. El espesor de esta carpeta varía de 10 a 25 mm, y es la de menor costo y calidad.

## 2). Carpetas de Mezcla en el Lugar o Camino.

Estas carpetas se construyen acamellonando el agregado sobre el lugar y aplicándole con una petrolizadora la cantidad adecuada de asfalto (Rebajado o emulsión), mezclándolos con motoconformadoras o equipo especial de mezclado. Después de volatilizar los solventes y el agua, se tiende y compacta la mezcla al espesor fijado. Estas carpetas pueden tener un espesor de 4 a 7 cm. Su calidad es superior a la de tratamientos superficiales. La carpeta de mezcla en el lugar deberán elaborarse con un asfalto rebajado o una emulsión asfáltica. La mezcla deberá compactarse al 95 % mínimo y con una permeabilidad menor al 10 %.

## 3). Carpetas de Concreto asfáltico.

Cuando el tránsito sea intenso y pesado, la carpeta asfáltica se elabora con cemento asfáltico, llamándosele de concreto asfáltico. Si el espesor de la carpeta es de más de 5 cm, se reparte en espesor de carpeta y en espesor de capa ligante. La capa ligante hace con agregados algo mayores que el de la carpeta, y un poco menos de asfalto.

### ESPESORES DE CARPETAS ASFALTICAS (INSTITUTO DE ASFALTO U.S.A.)

TIPO DE CARPETA	ESPESOR DE CARPETA EN CM			
	TRANSITO			
	LIGERO	MEDIO	PESADO	MUY PESADO
TRATAMIENTO SUPERFICIALES	+2.5 -2.5	+2.5 -2.5	-	-
MEZCLAS EN EL AGUA	5.0	7.5	-	-
CONCRETO ASFALTICO	5.0	7.5	7.5	10.0

### III.2. MATERIALES PARA LA CARPETA ASFALTICA.

Posterior al riego de liga en las zonas de bacheo de la carpeta, se construirá una carpeta de 7 cm de espesor compacto, dicha capa será de mezcla asfáltica elaborado en planta y colocado en caliente.

Los materiales empleados para la elaboración de mezclas asfálticas son principalmente pétreos, asfalto o aglutinantes y en algunos casos es necesario agregar un filler y/o aditivos.

#### 1. MATERIALES PETREOS.

Los materiales pétreos se clasifican en:

a). Materiales naturales que requieren uno o varios de los tratamientos indicados a continuación:

- » *Disgregación.* Separar las diferentes partículas.
- » *Cribado.* Selección de tamaños de un material.
- » *Trituración.* disminución de tamaño de un material.
- » *Lavado.* Limpiar de impurezas a los materiales.

b). Mezclas de dos o más materiales del grupo anterior.

Para determinar el tratamiento que se le debe dar a los materiales pétreos es necesario conocer sus características naturales en banco, como son: Granulometría, Plasticidad, Afinidad con los asfaltos y desgaste.

Una vez determinados estas características, el siguiente paso será él o los tratamientos necesario para obtener el material apropiado para elaborar la mezcla; si el material presenta una plasticidad alta, será necesario lavarlos a fin de eliminarle los finos perjudiciales. Si el material no cumple con la prueba de desgaste, no deberá usarse, ya que con el paso de equipo de compactación puede sufrir degradación con lo que quedarían particuladas nuevas sin cubrir con asfalto o sueltas, lo que provocaría desprendimientos.

Con respecto a la afinidad con el asfalto, si es que en su estado natural ésta no es buena, se puede mejorar por lavado, con la trituración o con el empleo de aditivos.

De su granulometría en su estado se podrá determinar la necesidad de cribado ó trituración.

La composición granulométrica consiste en separar las partículas de material tamizándolo a través de una sucesión de mallas de abertura cuadrada y en pesar las porciones que se retienen en cada una de ellas, relacionándolas como porcentaje de la muestra total.

La composición granulométrica representa gráfica y numéricamente la distribución de los diferentes tamaños de las partículas que componen el material.

En términos generales puede decirse que la mayor estabilidad de un material se alcanza cuando se reduce al mínimo la cantidad de vacíos, para esto se requiere una

sucesión adecuada de tamaños que permita que los huecos dejados por las partículas mayores sean ocupados por partículas de menor tamaño y que a la vez, en los huecos que dejen estas última se acomoden partículas más finas y así sucesivamente. Es pertinente dejar claro, que la determinación de los tamaños por medio de cribas, da idea de estos en sólo dos dimensiones, por lo que un material cuyas partículas afectan las formas de placas o agujas puede presentar una gran cantidad de vacíos aún cuando su curva granulométrica indiquen una sucesión adecuada de tamaños. Así mismo, cuando se presentan variaciones de consideración en la densidad de las partículas de diferentes tamaños, la curva granulométrica no dará una idea correcta de la sucesión de tamaños en este caso sería indispensable hacer la corrección para convertir los porcentajes expresado en peso a porcentajes expresados en volúmenes.

## 2. MATERIALES ASFALTICOS.

Los materiales que se utilizan para aglutinar los materiales pétreos empleados en la elaboración de mezclas asfálticas son: Cemento, asfaltos rebajados y emulsiones asfálticas.

Los cementos asfálticos son obtenidos por un proceso de destilación del petróleo para eliminar a éste sus volátiles y parte de los aceites.

Un aspecto importante en su consistencia que dá lugar al grado de fluidez a diferentes temperaturas.

Los asfaltos rebajados son materiales asfálticos líquidos compuestos de un asfáltico y un disolvente. Estos pueden ser de fraguado rápido, medio o lento, según sea el tipo de disolvente; gasolina, queroseno, o un aceite ligero.

Las emulsiones asfálticas son materiales asfálticos líquidos estables, formados por dos fases no miscibles, en los que la fase continua de la emulsión está formado por agua y la fase discontinua de la emulsión por pequeños glóbulos de asfalto.

Las emulsiones asfálticas pueden ser aniónicas si los glóbulos de asfalto tienen carga electronegativa o pueden ser catiónicas si los glóbulos de asfalto tienen carga electropositiva. Además pueden ser de rompimiento rápido, medio o lento.

## 3. REQUISITOS DE LOS MATERIALES.

Los requisitos que deberán cumplir los materiales pétreos, así como el producto asfáltico para la elaboración del concreto asfáltico que se usará son los siguientes:

**Materiales pétreos:** el material pétreo deberá ser una mezcla de grava y arena bien graduada, criterio SUCS (éste criterio distingue suelos gruesos y suelos finos), con

porcentaje máximo del 10 % debiendo separarse en fracciones de 19 mm (3/4") a No. 4 y No. 4 a finos, adicionalmente cumplirá con los requisitos que se indican a continuación:

Primeramente definiré brevemente algunos conceptos de las pruebas que se realizan en la construcción de la carpeta asfáltica.

a). *Contracción Lineal*. (Ls) es el decrecimiento de la masa de un suelo en una sola dimensión, cuando su contenido de humedad (W) se reduce a su límite de contracción (Lc). Contracción lineal: 2% máximo.

b). *Desgaste de los Angeles*. Determina el desgaste de los materiales pétreos que se emplean en la construcción de mezclas asfálticas, carpetas de riego, etc. Para estimar el efecto perjudicial que origina a los materiales, su grado de alteración, su baja resistencia estructural, etc. Estos materiales se someten a un proceso de abrasión que se lleva a cabo en la máquina los Angeles. El desgaste de los ángeles: 40% máximo.

c). *Partículas Alargadas o forma de laja*. Determina la relación entre las dimensiones de las partículas con el objeto de clasificarlas en cuanto a su forma alargada o laja, y conocer los porcentajes que de cada uno de estos tipos de partículas contienen los materiales pétreos utilizados en la construcción de mezclas asfálticas, carpetas, riegos de sello, etc., ésta determinación se lleva a cabo en la fracción retenida en la malla Núm. 6.3. Partículas alargadas y/o en forma de laja: máximo.

d). *Equivalente de Arena*. Indica la proporción relativa de polvo fino materiales arcillosos perjudiciales contenidos en los áridos empleados en las mezclas asfálticas para pavimentación. El ensayo se aplica en la fracción que pasa por el tamiz Núm. 4. Equivalente de arena: 70% mínimo.

e). *Intemperismo Acelerado*. Estima la alteración que pueden sufrir los materiales pétreos al estar expuestos a la acción del intemperismo. Esta prueba consiste en someter a los materiales a varios ciclos de saturación en soluciones de sulfatos de sodio o magnesio, y secado en horno, que producen degradación y se considera una medida de susceptibilidad de los materiales a efectos del medio ambiente. Intemperismo acelerado: 12% máximo.

f). *Cubrimiento con Asfalto*. Sirve para estimar las características de estabilidad de las emulsiones, relacionando dicha estabilidad con la facilidad de incorporación de la emulsión al material pétreo, cuando lo cubre una película asfáltica resistente al mezclado, y terminado éste, soporta la acción del agua. Cubrimiento con asfalto: 90% mínimo.

g). *Pérdida de Estabilidad*. Determina el porcentaje óptimo de ligantes que resista mejor los efectos del agua durante la prueba de inmersión y proporciona la máxima estabilidad. Pérdida de estabilidad por inmersión en agua: 25% máximo.

**III.3. MEZCLAS ASFALTICAS.**

Una mezcla asfáltica es el producto obtenido mediante la incorporación y distribución uniforme de un material asfáltico en uno pétreo.

De acuerdo con sus características y condiciones de uso, se recomienda que se elaboren con los materiales asfálticos que se fijan en el siguiente cuadro.

MATERIAL ASFALTICO	EMPLEO RECOMENDABLE EN LA CONSTRUCCION DE CARPETAS Y SOBRECARPETAS.	
	PARA CARRETERAS Tránsito diario en ambos sentidos en vehículos pesados.	PARA AEROPISTAS Aviones con peso total en toneladas.
Cemento Asfáltico	Más de 1000	Más de 10
Asfalto Rebajado	1000 Máximo	20 Máximo
Emulsión Asfáltica	1000 Máximo	20 Máximo

**III.3.1. CLASIFICACION DE LAS MEZCLAS O TIPOS DE MEZCLAS.**

Las mezclas alfáltica en cuanto a su procedimiento de elaboración se pueden clasificar en mezclas en frío y caliente.

**1. MEZCLAS EN FRIO.**

Las mezclas en frío pueden ser:

- a) Mezclada en el lugar.
- b) Mezclada en dosificadora.

En este tipo de mezcla el material asfáltico empleado es un asfalto rebajados o una emulsión asfáltica.

Los asfaltos rebajados se recomiendan para climas secos o cuando se cuenta con el material pétreo con una humedad menor que la absorción; ya que si no es así implicaría un proceso de secado, del material pétreo previo a la incorporación del asfalto rebajado.

El asfalto rebajado que se usa comúnmente en estas mezclas es del tipo FR-3.

Las emulsiones asfálticas se recomienda para climas húmedos o cuando es difícil obtener el material pétreo con una humedad menor que la de absorción.

En la elaboración de las mezclas frías, la operación de mezclado pueden hacerse en planta estacionaria o viajera.

## 2. MEZCLAS EN CALIENTE.

Este tipo de mezcla es elaborado en planta, la que puede ser de funcionamiento continuo o discontinuo. La diferencia como su nombre lo indica, que mientras en una, la alimentación de la mezcladora es en forma continua en la última ésta se hace por pesados.

La carpeta asfáltica elaborado en planta y con cemento asfáltico es de mayor calidad y más costosa de la comúnmente utilizada en nuestro país, debido a lo cual es indispensable que la elaboración y tendido se efectúen con el cuidado necesario a fin de obtener la calidad que debe corresponder a la inversión que se hace.

### III.4 FABRICACION DE LA MEZCLA.

Para la elaboración de la mezcla asfáltica se emplean dos tipos de plantas de fabricación, las fijas y las móviles o transportable.

Las plantas fijas se describen a continuación:

En éstas, conocidas como plantas con secador, clasificación y graduación de agregados, se producen mezclas asfálticas de alta calidad y en grandes cantidades.

Están compuestas de cinco partes fundamentales:

- a) Un calentador o secador del agregado pétreo.
- b) Cribas y tolvas para separar y almacenar los diversos tamaños del agregado caliente.
- c) Tanque para almacenar y calentar el asfalto.
- d) Dispositivos proporcionadores para pesar los componentes de la mezcla.
- e) Una mezcladora mecánica.

Cada una de estas partes se explican a continuación.

*a) El secador de agregados pétreos.* Consiste en un tambor largo de acero en forma cilíndrica montado de tal manera que forme un ángulo pequeño con la horizontal. Este secador se carga por el extremo más alto con el agregado pétreo a emplear y a medida que pasa a través del tambor se seca y se calienta a la temperatura deseada por medio de los gases calientes producido por un quemador de aceite que instala en el extremo más bajo del secador.

El secador deberá estar equipado con un pirómetro eléctrico preciso, en el conducto de la descarga, con el fin de registrar la temperatura del agregado al pasar a las cribas y a los depósito de almacenamiento caliente.

*b) Cribas y Tolvas.* Las cribas pueden ser del tipo vibratorio. El material después de salir del secador es llevado y pasado por las cribas para separarlos en los tamaños adecuados para lograr después una nueva composición. Cada tamaño de material se descarga en una tolva o compartimiento separado, construido de tal manera que impida que un tamaño se derrame dentro del compartimiento usado para otro tamaño diferente.

Cada compartimiento debe tener una compuerta de descarga directamente sobre la báscula.

c) *Tanques de Asfalto.* Las calderas y los tanques de almacenamiento del producto caliente, que alimentan directamente al asfalto a la báscula, deben equiparse con un termómetro y los medios necesarios para tener en todo tiempo un positivo control de la temperatura del asfalto. No deberán calentarse por fuego directo, debiendo tener camisas de vapor las líneas y conexiones para el transporte del asfalto caliente de la caldera a la tolva de la báscula.

d) *Dispositivos para Proporcionamiento.* Consisten en un cajón o tolva para pesar los agregados y un cubo para pesar el asfalto. El cajón está colocado directamente abajo de las compuertas de la tolva del depósito del material caliente y directamente arriba de las mezcladoras.

Están equipados con un medidor que debe ser sensible hasta el 0.5 % de la carga máxima que se requiere por cada cocción de la mezcladora.

El cajón para pesar es generalmente de forma rectangular abierto en la parte superior y equipado con una compuerta de descarga a todo lo largo en la parte inferior, de manera que tan pronto se pese una carga del agregado se pueda vaciar ésta directamente en la mezcladora.

El cubo tiene un dispositivo para que el asfalto escurra en forma de lámina delgada y uniforme en todo lo ancho de la mezcladora. El cubo pesador del asfalto está directamente montado sobre la plataforma mezcladora, de tal manera que el contenido pueda ser fácilmente vaciarse en la mezcladora.

e) *Mezcladora mecánica.* Se coloca en el piso de la plataforma para la mezcla, directamente abajo del cajón para pesar el agregado, a una altura suficiente para permitir la descarga a una tolva o bien directamente a los camiones que pasan bajo la plataforma.

Consiste en una caja rectangular de acero, con fondo semicilíndrico y una compuerta que cubre todo el fondo, la cual se opera desde la plataforma para la mezcla por medio de una palanca de mano, o bien por medio de vapor o de aire caliente.

El aparato mezclador consiste en dos flechas que giran en direcciones opuestas a una velocidad aproximada de 70 r.p.m. a dichas flechas se le fijan unas aspas desmontables que pueden colocarse al ángulo que se considere más conveniente. Si la caja mezcladora no está cerrada, deberá tener una tapadera para evitar la pérdida del polvo. La mezcladora cuenta con un reloj automático por medio del cual se puede mantener un control preciso del tiempo de mezclado y está construida de tal manera que evita la pérdida de los materiales que contiene hasta que la mezcla se descarga.

Las partes de la mezcladora analizadas hasta aquí, son elementos básicos de la misma, sin embargo, los elementos completos que forman una planta mezcladora son los siguientes:

1. Alimentador automático.
2. Elevador de cajillones para material frío.
3. Secador y calentador de materiales.
4. Elevador de cajillones para materiales calientes.
5. Criba para la separación del material.
6. Tolva de almacenamiento dividida en compartimientos para la separación de los diferentes materiales.
7. Báscula para pesar los agregados pétreos.
8. Báscula para pesar el asfalto.
9. Bomba para el asfalto.
10. Mezcladora.

Como equipo auxiliar se tiene:

1. Colector de finos.
2. Control automático de peso y descarga de los materiales y de la mezcla. Este control asegura que no descargue más material en la mezcladora hasta que éste sea descargada.
3. Caldera o unidad de calentamiento que proporciona vapor para todas las operaciones.
4. Tanques de almacenamiento de asfalto, combustible y agua.
5. Bombas de vapor para inyectar el combustible a presión a los quemadores del secador.
6. Alimentador de finos, para cuando éstos se requieran.

Como ejemplo de la planta móvil o transportable, se describe la Barber Green, la cual ha sido utilizada en la producción de mezcla asfáltica. La Barber Green es una muy manejable planta de asfalto de producción continua que consiste de un sistema de alimentación cargado por una banda transportadora que lleva el agregado hasta un tambor mezclador, donde se integra simultáneamente con la proporción de asfalto requerida.

La planta fue diseñada para un control automático, consistente en medidores que controlan la presión necesaria de la bomba de asfalto y controles de peso, que indican el proporcionamiento de los agregados.

El proceso de mezclado en el tambor comienza con el suministro del material en frío.

a) *Alimentación del material en frío.*

Este procedimiento se realiza por medio de canales que tienen velocidades variables de alimentación entre si. El material es medido desde el alimentador sobre la banda transportadora.

El agregado es depositado por la banda transportadora que tienen una calibración en el vertedor para determinar la cantidad exacta de agregado que está siendo suministrado.

b) *Bombeo de Asfalto.*

Consiste en un receptor de asfalto, una bomba de fluido variable, una bomba eléctrica de operación y una válvula de circulación es spray. La cantidad de asfalto fluido es controlada desde el panel de operación.

c) *Banda transportadora.*

Está equipada con un sistema que mide el peso de los agregados que están siendo transportados. El sistema consiste de un rodillo que soporta la correa de transmisión, el cual está montado fijamente en uno de los extremos de un puente bastidor y el otro montado sobre un dispositivo sensible a la fuerza de tensión, que se provoca al estirarse la banda transportadora debido al peso del material que está pasando en ese momento; este dispositivo envía eléctricamente las variaciones del peso en la banda hacia un procesador en el panel de operación.

d) *Tambor Mezclador.*

Las descargas del agregado son introducidas al tambor mezclador junto con el asfalto a través de un vertedor.

La primera sección del tambor consta de espirales, que con su movimiento impiden el regreso del material hacia el exterior del tambor, evitando derrames.

La segunda sección consta de "dientes" que lentamente hacen girar el material, minimizando la exposición a la flama directa. La sección final es en forma de "cúpulas", aquí es llevado el material y levantado hasta el fondo y alto del tambor, descargándolo a una cortina a través de gases calientes. En esta etapa el asfalto se reblandece en forma de una espuma que se extiende rápidamente sobre el agregado.

*e) Cámara de Combustión.*

Consta de ladrillos refractarios al fuego alineados en cilindros de acero montados en el cargador del extremo del mezclador.

Su función es obtener la completa quema del combustible; después de pocos minutos de haber iniciado su operación, la cámara aumenta enormemente su temperatura.

*f) Ducto de Escape.*

Tiene una sección de gran longitud para descargar el extremo del mezclador.

La velocidad del aire es reducida suficientemente para que la mayoría de las partículas gruesas y el asfalto libre no sea llevado hacia el ducto de escape.

Este proviene el gradual endurecimiento y picado del sistema de escape. Un ventilador es usado para jalar el aire (calentado por el quemador) a través del tambor mezclador.

*g) Separador de Humedad.*

El escape normal del mezclador desemboca hacia el compartimiento separador de humedad de alta velocidad. El aire pasa a través de una llovizna de finas partículas de agua (spray) que se introduce a través de un inyector en el vénturi. El aire fluye en espirales a través del separador, donde los residuos de polvo y llovizna desembocan y son separados por aire centrifugado; los residuos de polvo caen debido a la reducción de la velocidad del aire.

Este polvo se mezcla con agua y es drenado fuera del separador hacia un depósito; aquí el agua es tratada para que recircule hacia el separador y así pueda ser reutilizada.

Otra máquina muy importante en el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica es el cargador frontal sobre neumáticos que tiene la función de hacer la descarga de los agregados en las plantas productoras de mezcla asfáltica, tanto en las fijas como en las móviles. Se utilizan sobre neumáticos ya que tienen una gran maniobrabilidad para realizar la carga y descarga del material de una manera fácil y rápida.

Los cargadores frontales son equipos de excavación, carga y acarreo; voltean el cucharón o bote hacia la parte delantera del tractor, accionándola por medio de gatos hidráulicos. Su acción es a base de desplazamiento cortos y se usan para

excavaciones a cielo abierto, para manipulaciones de materiales suaves o fracturados en los bancos de arena, grava, arcilla, etc., y en alimentación de agregados a plantas dosificadora o trituradoras.

El convertidor de par, bombas, motores adecuados, ejes de transmisión, diferencial y reducciones planetarias son perfectamente conjuntados para suministrar la máxima potencia utilizable, para poder realizar las siguientes funciones:

- 1) Transmitir fuerza suficiente a las ruedas para proporcionar una acción de empuje adecuado al peso de la máquina.
- 2) Suministrar fuerza al sistema hidráulico que excavará, levantará y volcará las cargas.

La mayoría de los cargadores de neumáticos se dirigen con las ruedas traseras, sin embargo los hay con dirección frontal e inclusive en las cuatro ruedas.

### III.5 CONTROL DE LA MEZCLA.

El producto de la mezcla asfáltica y el control durante la elaboración se hará mediante el procedimiento MARSHALL y la dosificación estará dada por el contratista.

#### "PROCEDIMIENTO MARSHALL"

El ensayo Marshall para mezclas asfálticas para pavimentación puede emplearse para proyecto en laboratorio y comprobación en obra de las mezclas que contienen betún asfáltico (1) y áridos cuyo tamaño máximo no exceda de 1".

Las principales características del ensayo son análisis de "Densidad-Huecos" y los ensayos de estabilidad y fluencia sobre probetas de mezcla compactada.

Se preparan probetas de 2 1/2" (6.35 cm) de espesor y 4" (10 cm) de diámetro, mediante procedimientos específicos, compactándolas por impacto. se determinan la densidad y huecos de la probeta compactada que a continuación se calienta a 60 °C (sesenta grados centígrados) para la realización de los ensayos Marshall de estabilidad y fluencia.

La probeta, se coloca entre mordazas especiales y se carga imponiéndole una deformación de 5 cm/min. La carga máxima registrada durante el ensayo, en libras, se designa como estabilidad Marshall de la probeta. La deformación producida desde el principio de la aplicación de la carga que está alcanzando su valor máximo es la frecuencia de la probeta, que suelo expresarse en centésimas de pulgadas. Se prepara una serie de probetas con contenidos de asfaltos variables por encima y por debajo del óptimo estimado, ensayándolas por el procedimiento que acabamos de describir. Usualmente se preparan tres probetas para cada contenido de asfalto. Los datos así obtenidos se emplean para establecer el contenido de asfalto óptimo de la mezcla y para determinar algunas de sus características físicas.

Las probetas antes mencionadas se someten a los siguientes ensayos y análisis en el orden citado:

- a). Determinación del peso específico.
- b). Ensayo de estabilidad y fluencia.
- c). Determinación de la densidad y análisis de huecos o vacíos.

(1) BETUN ASFALTICO. Asfalto refinado para satisfacer las especificaciones establecidas para los materiales empleados en pavimentación.

a). *Peso específico relativo.* Es la relación del peso de un volumen determinado del material entre el peso de igual volumen de agua, estando ambos materiales a temperaturas especificadas. Este conocimiento es útil para hacer las correcciones de volumen cuando éste se mide a temperaturas elevadas. Se emplea también uno de los factores para la determinación de los huecos y corregir la cantidad de áridos empleados en las mezclas asfálticas para pavimentación compactadas. (ejemplo: un peso específico del 1.05 significa que el material pesa 1.05 veces lo que el agua).

b). *Estabilidad.* Es aumentar la densidad (peso/Volumen) del suelo compactándola mecánicamente, otra definición podría ser: es cuando un suelo presenta resistencia suficiente para no sufrir deformaciones ni desgastes.

*Fluencia.* - Es la deformación lenta que experimenta con el tiempo un sólido sometido a fuerzas permanentes.

c). *Análisis de Hueco o vacíos.* El porcentaje de huecos (v) de una mezcla asfáltica compactada, se calcula en función de su peso específico (d) y de su densidad máxima teórica (D), de la siguiente manera:

$$V = (D - d) * 100 / D$$

Donde:  $D = 100 / ((W/g) + (W'/g'))$

Siendo:

W = Porcentaje de material pétreo en la mezcla.

W' = Porcentaje de asfalto en la mezcla.

g = Peso específico del material pétreo empleado.

g' = Peso específico del asfalto empleado.

Densidad. Es la relación entre el peso de la mezcla y el volumen que ocupa.

A continuación se dan a conocer los porcentajes de las pruebas, antes mencionadas, y con las cuales deben cumplir los materiales empleados en la construcción de la carpeta asfáltica.

### **Materiales Pétreos.**

a). Contracción lineal: 2 % máximo.

b). Desgaste de los Angeles: 40 % máximo.

c). Partículas alargadas y/o en forma de laja: máximo.

d). Equivalente de arena: 70 % máximo.

- e). Porcentaje de partículas trituradas: 70 % mínimo.
- f). Cuando la muestra esté constituida por material heterogéneo se tengan dudas de la calidad de alguno de los materiales se deberán realizar los requisitos anteriores además por: la pérdida por intemperismo: no mayor al 12 %.
- Por afinidad con el asfalto: se deberá satisfacer cuando menos dos de los requisitos.
- g). Desprendimiento por fricción: 25 % máximo.
- h). Cubrimiento con asfalto por el método Inglés: 90 % mínimo.
- i). Pérdida de estabilidad por inmersión en agua: 25 % máximo.

**Materiales Asfálticos.**

- a). El producto asfáltico ha emplear será el cemento asfáltico Número seis (6).
- b). Mezcla asfáltica. El producto de la mezcla asfáltica y el control durante su elaboración se hará mediante el procedimiento MARSHALL y la dosificación estará dada por el contratista bajo su responsabilidad.
- c). El concreto asfáltico deberá cumplir con los requisitos que se mencionan enseguida:
  - Estabilidad: 700 kg mínimo.
  - Flujo: 2-4 mm.
  - Vacíos de Mezcla: 3-5 %.
- d). La mezcla se compactará al 95 % como mínimo del peso volumétrico de las pruebas Marshall.
- e). Permeabilidad en la carpeta: menor al 10 %.
- f) Para aceptar la carpeta se consideran los siguientes parámetros y tolerancias:

PARAMETROS	TOLERANCIAS
Niveles	+0.5 cm -0.5 cm
Espesores	+0.5 cm -0.5 cm
Profundidad de las Depresiones	0.5 cm Máximo

La profundidad de las depresiones se determinará colocando una regla de 3 m (tres) de longitud paralela, normal al eje longitudinal.

# **CAPITULO CUARTO**

## **PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION**

## CAPITULO CUARTO. PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION.

### IV.1. FRESADO O CORTE EN FRIO (PERFILAMIENTO).

El perfilamiento (corte en frío) ha sido definido como el molido en frío, controlado automáticamente, de las superficies de pavimentos para restaurar las líneas y rasantes especificadas remover promontorios y demás imperfecciones para dejar una superficie uniforme y de mayor calidad.

El corte en frío se realiza por medio de una perfiladora Roto-Mill, que es la herramienta básica para efectuar éste trabajo. La Roto-Mill es una máquina impulsada hidrostáticamente y controlada automáticamente para el molido en frío. Al mismo tiempo éstas máquinas han establecido al corte en frío (perfilamiento) como un método comprobado de mantenimiento de carreteras con muchas ventajas de importancia, que se mencionan a continuación:

- a) *Productividad.* La perfiladora de carreteras Roto-Mill, al cortar tanto como seis (6) pulgadas (152 mm) de profundidad en una sola pasada pueden remover hasta 4200 m<sup>2</sup> de asfalto.
- b) *Eficiencia.* Una perfiladora de carpeta remueve solo tanto material de carpeta como es necesario para lograr realizar la obra. Debido a su sistema de control, la Roto-Mill cuenta con una precisión dentro de 1/8" (3.2 mm) en una rasante de referencia.
- c) *Adaptabilidad.* Las operaciones de la Roto-Mill pueden continuarse en toda clase de condiciones de tiempo día y noche (dependiendo de los requisitos de la obra y de las condiciones del tráfico). Las operaciones de la Roto-Mill no están restringidas por las condiciones del tiempo.
- d) *Conveniencia Pública.* Las carreteras pueden quedar abiertas al desviar el tráfico alrededor de las operaciones de la Roto-Mill sin obstruir la producción. La velocidad de fresado por medio de la perfiladora, logra terminar las obras más rápidamente, eliminando las interrupciones en el tránsito por largos plazos.
- e) *Seguro y limpio.* El perfilamiento es más seguro que otros métodos de mantenimiento de carreteras y totalmente anticontaminante del ambiente. No hay llama ni humo y el polvo queda controlado definitivamente.
- f) *No daña otras capas.* Las Roto-Mill usan un mandril para corte controlado a precisión, que corta la carpeta en un movimiento horizontal, hacia adelante, hacia arriba. Prácticamente no existe el impacto en la estructura subyacente.
- g) *Superficie mejorada.* A medida que corta el pavimento la Roto-Mill produce una textura cuadrículada con un coeficiente de fricción más alto para una resistencia al

patinaje mejorada y con drenaje tanto longitudinal como transversal para reducir el potencial de hidrocepillamiento.

*h) Eficiente en cuanto a Energía.* La Roto-Mill necesita menos del 10 % de la energía total consumida en las demás operaciones de construcción de carreteras. El pavimento removido puede ser usado en otras operaciones de recubrimiento y de reconstrucción de carreteras con más ahorro de energía, etc., y dinero.

*i) Versatilidad.* Además de todas sus ventajas, la Roto-Mill tiene una versatilidad sobresaliente. El perfilamiento ha hecho posible y práctica muchas operaciones de mantenimiento de carreteras nuevas.

En la actualidad únicamente se corta la carpeta con un espesor máximo de 15 cm por medio de una perfiladora Roto-Mill, para posteriormente restituir la carpeta en capas de 10 cm como máximo.

El perfilado anterior a la nueva superficie impide la acumulación excesiva del pavimento y con esto la sobrecarga. La colocación de una nueva capa sobre una base precisamente perfilada, produce una densidad uniforme de compactación brindando una superficie mejor y más duradera.

Existen dos opciones para realizar el corte de carpeta, la primera consiste en hacer el corte exclusivamente con la perfiladora Roto-Mill, la segunda es cortar la carpeta con motoconformadora haciendo rípeo, y con cargador frontal sobre orugas para hacer excavación y carga a camiones, hasta tener la superficie más o menos uniforme para posteriormente hacer el afine únicamente con la perfiladora Roto-Mill.

#### Características de la Roto-Mill.

Las perfiladores de pavimento Roto-Mill constituye una serie de máquinas de autocarga, de montaje en pista de fresado en frío, que tiran pavimento desde 1/4 de pulgada hasta 4 pulgadas, sin peligro por calor o emisiones, permitiendo una dimensión en el retiro, recuperación y reutilización de los pavimentos.

Estos sistemas automatizados permiten retirar las superficies de los pavimentos, ya sean de asfalto o de concreto, a ritmos de producción elevados, estos equipos son capaces de perfilar superficies de acuerdos con ajustes predeterminados de elevación y pendientes.

Los usos principales del equipo Roto-Mill incluyen el perfilado y retiros de pavimentos, la texturización contra el efecto del hidropilado, la escarificación, la aplicación de superficies texturizadas resistentes al patinamiento y la reutilización de pavimentos.

Las perfiladoras Roto-Mill equipadas con sistemas de control automatizado de nivel y pendiente, son capaces de lograr una presección de  $\pm 1/8$  de pulgada. En los pavimentos estructurales sanos, estos equipos producen una superficie texturizada sobre la cual pueden rodar inmediatamente los vehículos.

Características principales de la Roto-Mill PR-750

- ❖ Ancho de corte 3.60 m
- ❖ Potencia 750 H.P.
- ❖ Peso total 33 Ton.

**a) Ancho de corte.**

El ancho de corte total es de 3.60 m aunque se pueden cortar franjas con anchos variables, ya que los sensores de cualquier lado se pueden operar para inclinar el corte de acuerdo a la superficie de proyecto.

**b) Rendimientos.**

Estos son obtenidos de acuerdo a las observaciones hechas diferentes obras ejecutadas:

1. El rendimiento obtenido en espesores en corte de 10 cm ha sido de 200/hrs; con un ancho de corte de 3.6 m el avance de la máquina es de 56 m/hrs.
2. El rendimiento obtenido con espesor de corte de 5 cm de 500 m/hrs; con un ancho de 3.60 m, el avance de la máquina es de 139 m/hrs.

**c) Elementos de desgaste.**

Los principales elementos de desgaste con los dientes cortadores que van en el mandril de la máquina, se tiene que por cada 100 hrs de trabajo se cambian un promedio de 160 dientes, este desgaste van en función del tipo de carpeta que se corta y de que no existan elementos como clavos y objetos de fierro enterrados en la carpeta, que ocasionan la rotura de los dientes.

**d) Capacidades de la máquina.**

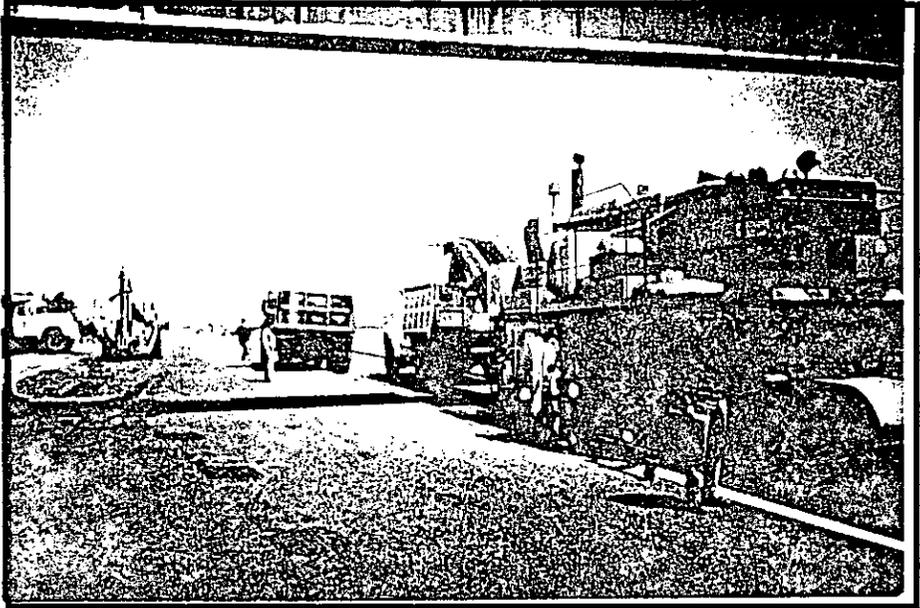
---

- Tanque de diesel	1,285 lt
- Tanque de agua	3,024 lt
- Tanque de aceite hidráulico para alimentación de bombas.	227 lt
- Tanque de reserva de aceite hidráulico.	57 lt
- Capacidad del cárter.	60 lt

**e) Consumos.**

---

- Diesel	55 lt/hrs
- Aceite hidráulico	1 lt/hrs
- Agua	800 lt/hrs



CORTE EN FRIO DE LA CARPETA ASFALTICA CON EQUIPO ROTO-MILL

## f) Transporte.

Para el transporte de la máquina es necesario una cama baja de 4.00 m de ancho; no se necesita desmontar la banda transportadora, ya que la máquina se coloca con la banda hacia la cabina del trailer.

Corte de carpeta Asfáltica con perfiladora Roto-Mill.

Los cortes indicados en el proyecto se harán mediante una perfiladora y de tal manera que la superficie de corte se ajuste a lo indicado en el proyecto. El equipo básico a utilizar será una perfiladora en frío con dispositivo para controlar automáticamente los niveles, con una precisión de 1/8" (3.2 mm) con relación a lo indicado en el proyecto, además deberá contar con dispositivo para recoger y cargar el material producto del corte; el citado equipo será del tipo Roto-Mill o similar.

El equipo deberá contar con mandril nivelado y puntas de corte en buen estado ya que no se aceptará que la superficie de corte sea sensiblemente paralela a la rasante del proyecto.

a) La mano de obra a utilizar en el corte de carpeta es:

- (1). Operador Roto-Mill
- (2). Sensoristas o Tornilleros
- (1). Ayudante generales en barrido y limpieza
- (1). Colocador de camiones (checador)

La función de los tornilleros es la de ir graduando los espesores de corte, aunque el operador puede hacer la misma función, ya que la máquina cuenta con un dispositivo automático que hace se gradúen los espesores de corte desde el tablero de control.

Los ayudantes generales son para ir juntando y limpiando todo el material que va tirando la máquina por la banda transportadora, así como el que deja al hacer el cambio de banda de un camión a otro.

El colocador de camiones o checador al mismo tiempo que checa los camiones los acomoda de dos en dos en forma paralela, permitiendo hasta tres camiones en la misma línea ya que la banda tiene giro suficiente para alimentarlos.

b) Maquinaria:

Adicionalmente se requiere el equipo siguiente:

1) *Pipa de agua de 8,000 lts.* Muy importante ya que la Roto-Mill tiene un gasto promedio de 8,000 lt de agua por hora, por lo que el abastecimiento debe permanecer todo el tiempo que la máquina esté trabajando.

2) *Camiones de Volteo.* Van en función de la cantidad de metros cuadrados por cortar, el espesor de corte y la distancia de tiro del material.

3) *Motoconformadora compacto CM-17.* Su función es retirar todos los bordos que deja la Roto-Mill, debido a que el material se tira por el mal acomodo de los camiones.

4) *Tractor agrícola con barredora mecánica.* Barre todo el material fino que deja la motoconformadora dejando la superficie limpia para poder efectuar el riego de liga en forma correcta.

5) *Compresor SP325D.* Su función es sopletear para eliminar todo residuo de material fino y polvo.

6) *Detector de metales.* Su función, como su nombre lo indica nos sirve para la detección de metales que pudieran afectar a la maquinaria o algún servicio público.

7) *Cortador para concreto.* Este se utilizará únicamente en el concepto de bacheo superficial, para delimitar las áreas adyacentes.

Complementariamente para el "fresado de carpeta", se utiliza una motoconformadora compacto CM/17 para retirar los bordos de material tirados por la Roto-Mill sobre el pavimento, al cambiar la banda transportadora de un camión.

Las Motoconformadora son máquinas que pueden realizar los siguientes trabajos:

- ◆ Afine de superficies de rodamiento o terraplenes.
- ◆ Acamellonamientos.
- ◆ Desplazamiento y mezcla de materiales.
- ◆ Tendido y nivelación de capas asfálticas.
- ◆ Conservación de caminos de construcción y superficies de rodamiento.
- ◆ Escarificación.

Las motoconformadoras están proyectadas principalmente para controlar e impulsar una hoja de acero sujeta a un círculo (que está soportada del bastidor superior), situado detrás de las ruedas delanteras y de un escarificador sostenido para un par de barras curvas, que pivotean sobre un pasador articulado al frente del bastidor.

## Hoja y Cuchilla.

La hoja es de acero de alto contenido de carbono resistente a la acción abrasiva, sus controles son totalmente hidráulicos y cualquiera que sea la velocidad de la máquina, suministran un rápido control sobre la hoja.

La cuchilla es una pieza intercambiable de acero duro y remachada al cuerpo de la hoja; se coloca en la parte inferior de ésta y en los extremos se colocan las piezas denominadas el trabajo y pueden cambiarse cada vez que se requiera.

## Escarificador.

Es un juego de dientes removibles que se utilizan para fragmentar bases, asfalto, lajas, materiales congelados, etc., para posteriormente introducir la cuchilla.

El escarificador está sostenido por un par de barras curvas, que pivotean sobre un pasador articulado en el frente del bastidor y rigidamente sujetas a la barra dentada, se puede levantar o bajar mediante un par de manivelas situadas sobre los extremos de un eje transversal, que es movido por un tornillo sin fin y un engrane impulsado por un eje desde la caja de control.

A continuación se describen las características generales de la motoconformadora compacto CM-17:

- Dimensiones de la hoja: (2.2 X 61.0 X 365.7) cm.
- Transmisión: Servotransmisión de cambios de velocidades operados por presión hidráulica.  
Rangos = 4 en avance, 4 en retroceso.  
Embragues = Hidráulicos de discos múltiples.  
Lubricación = A presión
- Dirección: Tipo Hidráulica.
- Frenos: De potencia en las cuatro ruedas, auxiliar sobre la transmisión.
- Velocidades de desplazamiento: (a velocidad gobernada del motor, avance y reversa).  
Primera 4.4 km/hra  
Segunda 8.2 "  
Tercera 15.8 "  
Cuarta 30.0 "
- Peso total: 13,155 kg.
- Motor:  
Marca: Dina Cummins  
Modelo: V8 504 C  
Número de cilindros: 8

Potencia de la velocidad gobernada: 170 H.P.

Lubricación: A presión

• Dimensiones Generales.

Largo total: 8.28 m

Ancho total: 2.41 m

Altura con cabina: 3.25 m

Distancia entre ejes: 5.94 m

Radio de giro: 12.19 m

## **LIMPIEZA.**

Una vez que pasa la motoconformadora sobre la superficie fresada retirando el material tirado por la Roto-Mill, se hace necesario la limpieza de los residuos de material fino que la motoconformadora no pudo retirar: para esta actividad se utiliza una barredora mecánica remolcada por una camioneta de radilas. A continuación se describe:

### **Barredora Mecánica.**

Para la limpieza de las bases del pavimento a efecto de que no quede mucho polvo en la superficie de las mismas, se usan las barredoras mecánicas, que son unas escobas giratorias montadas sobre un eje y con una presión regulable a voluntad.

El movimiento de la escoba se efectúa por medio de una cadena a modo de transmisión.

El uso de barredoras implica el tener una base resistente para que no se desgrane en exceso la superficie de la misma. Si por la baja o nula cementación de los materiales de la base, ésta es desgranable aún con la baja presión de las barredoras mecánicas, es preferible efectuar el barrido con escobas de mano.

La barredora consta de un cepillo giratorio con cerdas y un eje con ruedas para su operación. Se utiliza para el barrido de pavimentos o para la limpieza de cualquier superficie plana. Puede ser remolcada por un camión o tractor agrícola (a velocidad de 4 a 12 km/hora cuando se utilice para el barrido y a 50 km/hora cuando se transporta).

El cepillo giratorio está montado en un chasis de cuatro ruedas, el cual puede ser ajustado para barrer hacia el frente o hacia atrás. La tracción es transmitida desde el eje hasta la transmisión por una cadena; lo que le proporciona dos velocidades de barrido y una posición neutral.

El tamaño del material que puede ser barrido varía desde polvo hasta arena, también tierra y grava de 1 1/2" si no es mucha cantidad. Cuando la capa de material

a barrer tenga partículas de 1 1/2" a 2", primeramente éstas deben ser retiradas a un lado con una motoniveladora.

La mejor velocidad de barrido es de 5 a 10 km/hra; velocidades más altas hacen que el cepillo se desgaste más rápidos innecesariamente.

### CARACTERISTICAS

---

• Diámetro del cepillo =	91 cm
• Longitud de cepillo =	243 cm
• Radio de giro =	330 cm
• Frecuencia de giro en velocidad alta =	111 R.P.M.
• Frecuencia de giro en velocidad baja =	81 R.P.M.
• Peso	=816 kg

---

Una vez que la barredora mecánica limpia la superficie fresada, finalmente esta se sopletea para eliminar todo residuo de material fino y polvo, y poder aplicar eficazmente los riegos de asfaltos rebajados. El sopleteo se realiza por medio de un compresor. Su descripción se hace a continuación:

#### **Compresor SP 325 D.**

*Compresor.* Los compresores son máquinas de acción rotatoria de una etapa y desplazamiento previo que se usan para realizar la compresión; constan de rotores helicoidales engranados entre sí. Ambos rotores están soportados por baleros antifricción de alta capacidad, localizados fuera de la cámara de compresión.

*Compresión.* La compresión se efectúa por medio de un rotor principal y un rotor secundario, engranados sincrónicamente dentro del cilindro de una sola pieza.

*Flujo de Aire.* El aire es admitido por un filtro para trabajo pesado pasando por la válvula de admisión al compresor, a través del compresor el aire es comprimido y mezclado con aceite la mezcla que es descargada por el compresor pasa a través de una válvula Check al interior del tanque de aceite. La válvula Check impide el retorno del flujo del aire y aceite al compresor. En el tanque más del 99 % del aceite contenido, es separado por un cambio de velocidad y choque cayendo en forma de gotas; finalmente un separador de elementos múltiples remueve el resto del aceite y permite pasar el aire a través del múltiple de descarga a las válvulas de servicio.

*Lubricación, Enfriamiento y Sellado.* El aceite para el lubricación del compresor se suministra al ser forzado a salir a través del filtro y el enfriador por el aire a presión contenido en el tanque.

Una porción de aceite se envía directamente por los conductos internos a todos los baleros, garantizando una completa lubricación a todas las partes en movimiento. El resto de aceite es introducido en el cilindro para enfriar y lubricar los rotores, así como para sellar los claros internos.

La mano de obra, y la maquinaria a utilizar en el corte de carpeta son:

**a) Mano de obra.**

. Trazo y nivelación	3 cadeneros de 1a. 1 ayudante general 1a.
. Corte, carga y limpieza (manual).	10 cabos de oficio 1a. 4 ayudantes general 1a.
. Señalamiento provisional	1 cabo de oficio 1a. 1 oficial eléctrico C.A. 6 ayudante general 1a.

**b) Maquinaria.**

. Fresado de carpeta.	1 detector de metales 1 Roto-Mill PR-750
. Limpieza.	1 tractor agrícola 1 barredora mecánica 1 compresor

## IV.2. APLICACION DE RIEGO DE LIGA.

Posteriormente al corte de carpeta o sobre la base estabilizada con cemento Portland, previo barrido y limpieza de la superficie, se aplicará un riego de liga con producto asfáltico tipo FR-3 a razón de 0.5 lt/m<sup>2</sup>.

Para la limpieza de la superficie en la que se aplicará el riego de liga, primeramente se utilizará una barredora mecánica jalada por un tractor agrícola, para eliminar todo el material fino que se encontrase sobre dicha superficie; posteriormente los ayudantes generales se encargarán del sopleteo de toda la superficie para dejarla libre de polvo, para que inmediatamente después sea aplicado el riego de liga por medio de una petrolizadora en la proporción de 0.5 lt/m<sup>2</sup> en toda la superficie.

### 1) Mano de obra.

- 10 cabos de oficio 1a.
- 1 ayudante general 1a.

### 2) Materiales.

- Asfalto rebajado tipo FR-3

### 3) Maquinaria.

- a) Barrido previo.
  - Tractor Agrícola
  - Barredora mecánica
  - Compresor SP-325-D
- b) Aplicación.
  - Petrolizadora seaman Gunnison SR-5900 lt.

### Petrolizadoras.

La petrolizadora de presión es la máquina más importante de un equipo para la construcción de carpetas asfálticas formadas por tratamientos superficiales y mezclas en el lugar. Esta máquina debe regar el producto asfáltico sobre el camino en cantidades exactas y durante todo el tiempo que dure la carga de la petrolizadora debe conservar la misma cantidad de riego sin que varíe por cambios de pendiente o de dirección de camino.

La petrolizadora consiste en un camión con llantas neumáticas en el cual va montado un tanque equipado con un sistema de calefacción a base de quemadores de aceite, que calienta directamente la tubería que pasa por todo el tanque. En la parte trasera del tanque hay una barra con un sistema de espreas de riego, a través de las cuales se aplica el asfalto a presión sobre la superficie del camino; la barra de riego debe regar por lo menos tres metros de ancho; tiene en el tanque un termómetro apropiado para comprobar en cualquier momento la temperatura del producto que está regando. La petrolizadora cuenta también con una manquera, provista en la punta de una boquilla para regar a mano las partes que no hayan sido, o no se pueda regar con la barra de la misma petrolizadora; esto ocurre, generalmente, cerca de los brocales de alcantarillas de drenaje de las calles, en algunas esquinas, etc. Las petrolizadoras se construyen de diferentes capacidades.

El control de la cantidad de producto asfáltico que se riega, se lleva a cabo por medio de un tacómetro, que es un aparato similar al velocímetro pero cien veces más sensible. Una pequeña rueda colocada entre la rueda delantera y la trasera, pero cerca de la primera, sirve para controlar la velocidad del tacómetro.

Cuando se va a regar asfalto con petrolizadoras es necesario que se prevea una capacidad adicional de 5 % como tolerancia debido a la expansión que sufre el asfalto al calentarse.

"Petrolizadora Seaman Gunnison SR-5900 lt"

El funcionamiento de la máquina está regido por varios sistemas, los cuales se describen a continuación:

*a) Sistema Motriz.*

. Motor V. AM. Modelo 6-258, de 6 cilindros (4229 c.c.), con potencia máxima de 155 H.P. a 4200 r.p.m. (potencia de trabajo de 70 H.P. a 2200 r.p.m.), con tanque para 70 lt de gasolina.

» Transmisión. De cuatro velocidades hacia adelante y una reversa que une al motor con la bomba de asfalto por medio de un cople flexible y un embrague de 28 cm de diámetro.

Bomba Viking de engrane giratorio interno de desplazamiento positivo con capacidad de 756 lt/min, a una presión de 5 kg/cm<sup>2</sup>.

*b) Sistema de recipiente.*

» Tanque elíptico con lámina del No. 7 en los costados y del No.0 en las tapas. Dos rompeolas de 1.20 m de cada tapa. Registro de entrada hombre de 45 cm de diámetro. Tubo de derrame de 7.5 cm de diámetro.

» Aislamiento con fibra de vidrio de 5 cm de espesor, cubierta de lámina del No. 20.

» El tanque y el sistema motriz van montados sobre un bastidor hecho con vigas de acero de 10 X 15 cm, reforzados con miembros tubulares transversales.

*c) Sistema de Calentamiento.*

» Dos quemadores de alta presión de tipo regenerativo con bomba de combustible accionada por el mismo motor que mueve la bomba de asfalto tanque de combustible de 75 lt, dos tubos de calentamiento de 20 cm de diámetro soldados eléctricamente.

*d) Sistema de tubería.*

» Conduce el asfalto a través del tanque recipiente por la bomba y el sistema de riego.

*e) Sistema Hidráulico.*

» Impulsa los movimientos vertical, horizontal y lateral y de apertura y cierre de las válvulas del sistema de riego.

*f) Sistema de riego.*

» Consiste en una barra de 3.66 m de largo, accionada hidráulicamente, de circulación doble a lo largo dos cámaras paralelas, boquillas cada 10 cm, cada una con espreas y válvulas para cierre individual normal o automático. La barra consta de una sección central de 1.83 m y dos extensiones plegables de 91 cm cada una.

## DESCRIPCION DE OPERACION.

*g) Sistema hidráulico.*

» Este impulsa los movimientos de la bomba, además de abrir y cerrar el riego; estos movimientos se controlan con las palancas de la válvula gressen, que permite el ascenso de la barra, los movimientos horizontales y el abrir y cerrar el riego.

*h) Sistema de medición.*

» Este sistema permite conocer exactamente los metros por minuto que recorre la petrolizadora, utilizando una tabla de aplicación de asfalto, con la que se puede conocer la cantidad de litros por metro cuadrado de material aplicado.

## OPERACION.

1. Se selecciona el riego adecuado según la tabla de aplicación, ésta involucra los metros por minutos a recorrer y las revoluciones necesarias del motor (r.p.m.) para los litros por metro cuadrado que el responsable de la obra decida aplicar.
2. Con la petrolizadora en posición de riego, se libera el pedal de ascenso y descenso de la quinta rueda, permitiendo que ésta descienda hasta el piso.
3. Se coloca la aguja roja del velocímetro en los metros por minuto que indica la tabla de aplicación.
4. se acelera el motor a las r.p.m. recomendadas en la tabla (15 en el tacómetro equivalen a 1500 r.p.m.).
5. Se acelera el camión hasta hacer coincidir la aguja blanca con la roja y se dá aviso al operador para iniciar el riego.
6. Al terminar la aplicación, se levanta la quinta rueda. Nunca deberá retroceder el camión con la quinta rueda abajo.

Circulación del material en el tanque durante el proceso de calentamiento.

- » El objetivo de ésta operación es calentar homogéneamente el material en el interior del tanque.

Circulación del material por el interior de la barra Aspersora.

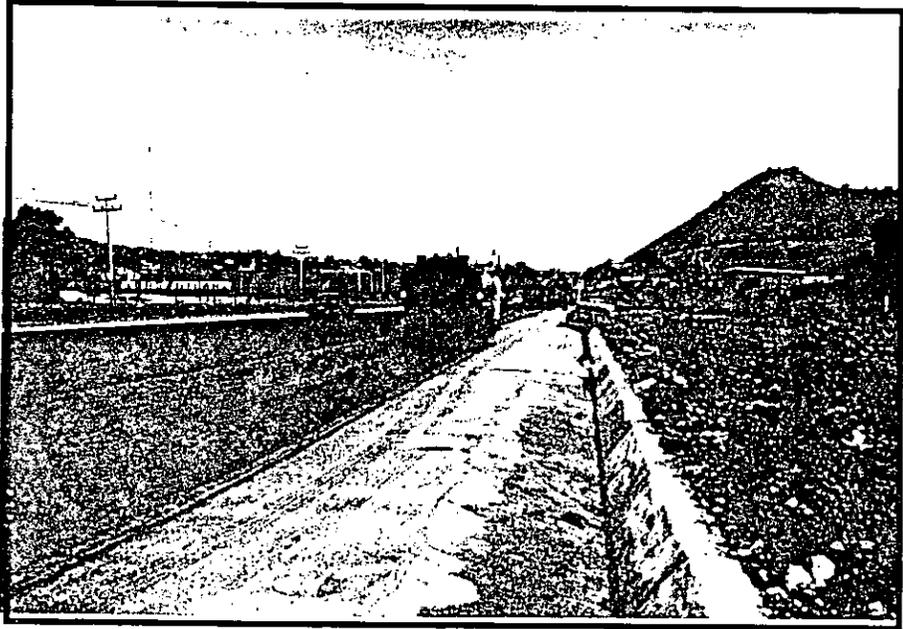
- » El objetivo es unificar la temperatura del material en el tanque y la barra en sus tres secciones.

Riego con la Barra Aspersora.

- » Los movimientos de la bomba son controlados por el sistema hidráulico. Antes de iniciar el riego, es necesario consultar la tabla de aplicación de asfalto y el sistema de medición.

Succión para limpiar la barra.

- » El objetivo de ésta operación es regresar el material que se encuentra en el interior del sistema al tanque, evitando así la obstrucción de sus líneas. Se levantan las barras laterales para precipitar el material al centro de la barra.



PETROLIZADORA SEAMAN GUNNISON.

### Operación del rociador manual (bacheador).

» Su función es rociar en sitios donde no es conveniente utilizar la barra. Ejemplo: orillas de guarnición, baches y rincones.

### Succión para limpiar el rociador manual (bacheador)

» El objetivo de ésta operación es regresar el material al tanque para poder limpiar la manguera y la esprea.

### Transferencia de material.

» El objetivo es utilizar el ensamble motor-bomba, para bombear el material de un sitio a otro fuera de la petrolizadora.

### Vaciado del tanque utilizando el tapón de drenaje.

» Se debe asegurar que el material está fluido, se inclina el camión hacia adelante para precipitar el material al frente del tanque, a continuación se procede a quitar el tapón de drenaje; al concluir esta operación se coloca el tapón asegurando su hermeticidad al volver a cargar el tanque.

### Válvula de Alivio.

La petrolizadora está protegida por una válvula de alivio que se abre a una presión de 7 kg/cm<sup>2</sup>.

### Causas de sobreposición.

1. Cuando alguno de los movimientos en las operaciones descritas anteriormente no se realicen correctamente.
2. Cuando el material se encuentra demasiado denso por no alcanzar su temperatura de fluidez.

### Operaciones de limpieza y mantenimiento.

1. Después de haber succionado el material, es necesario hacer circular petróleo por las líneas de la petrolizadora, la barra y el bacheador, siguiendo los pesos que se

indican, con el objeto de disminuir la viscosidad de los residuos del material en su interior, evitando así su endurecimiento.

2. Antes de poner en funcionamiento la petrolizadora, se abre la válvula para purgar en el agua en el interior del tanque.
3. Cuando el tanque contenga material, es necesario calentar éste periódicamente para evitar que se endurezca al enfriarse.

Principales usos de la petrolizadora Seaman Gunnison.

a) *Sello.* Este consiste en una aplicación de asfalto de 0.45 a 1.80 lt/m<sup>2</sup> para ligar una superficie desgastada con piedra o grava suelta. Esta superficie puede durar 4 ó 5 años dependiendo de la calidad de aplicación, la compactación de la base y la cantidad de tráfico.

Esta capa también cubre las grietas, reviviendo un camino antiguo y proviene el patinaje en caminos resbalosos. Para obtener un sello de alta calidad, el ancho de la base de riego no debe exceder el ancho de tendido del agregado para asegurar el contacto total mientras el asfalto está aun caliente, fluido y completamente capaz de envolver todas y cada una de las partículas del agregado. Los compactadores de neumáticos y de rodillos metálicos deben seguir la anterior operación de cerca. La compactación con neumáticos es esencial para minimizar la ruptura de la piedra para presionarlas hacia zonas profundas, a donde no llegarán solo con el rodillo neumático, que en ocasiones deja piedras sueltas en el pavimento, que aceleran el desgaste y dejan una superficie peligrosa para el tránsito de vehículos.

b) *Mezcla en el lugar.* Este es un tipo de estabilización de suelos en donde el material que ya existe se mezcla en el lugar, con el asfalto hasta una profundidad de 7.5 a 15 cm. Esto se usa en la construcción de bases o superficies de desgaste, en capas delgadas. La cantidad de asfalto aplicada es aproximadamente 0.9 lt/m<sup>2</sup> por cada cm de profundidad de material compactado. Los materiales finos requieren de más asfalto que los gruesos..

c) *Riego de impregnación.* Frecuentemente se utiliza una aplicación ligera de asfalto en caminos temporales o de terracería para ayudar al tráfico y evitar tolveneras. Generalmente se aplica 0.5 lt/m<sup>2</sup> o menos.

d) *Riego de liga.* Generalmente una base compactada y terminada se le aplica una capa de asfalto para proveer humedad y adhesión entre la base y la carpeta final.

### IV.3. TENDIDO Y COMPACTACION DE LA CARPETA ASFÁLTICA.

Después del riego de liga tenderá la carpeta asfáltica elaborada en planta y colocada en caliente con tamaño máximo de agregado de 19 mm (3/4") compactada al 95 % del peso volumétrico máximo según la prueba Marshall, con un espesor de 7 cm compacto.

Como se menciona en el capítulo CONSTRUCCION DE LA CARPETA ASFÁLTICA, existen dos opciones para la elaboración de la mezcla.

Al elaborar la mezcla asfáltica se hace necesario hacer los acarrees desde los diferentes bancos de materiales (para elaborar la mezcla) hasta la obra. De este lugar se transportarán convenientemente de un cargador frontal, posteriormente, la mezcla asfáltica obtenida se tendrá por medio de una pavimentadora. Los requisitos de los materiales a utilizar para la carpeta asfáltica, son los indicados en el inciso o capítulo antes mencionado (III.2).

El tendido de las mezclas asfálticas en caliente para la carpeta asfáltica, se utilizan las extendedoras afinadora (pavimentadoras) que consisten en una tolva para recibir el material del camión, un dispositivo en forma de tornillo para distribuir uniformemente el material en todo lo ancho que va a tenderse, medios de apisonado y de nivelación para tender y nivelar la mezcla al nivel del proyecto asegurando una densidad uniforme en el pavimento.

Sobreponiendo capas se pueden dar también los espesores que de deseen.

A continuación se hace descripción de la pavimentadora:

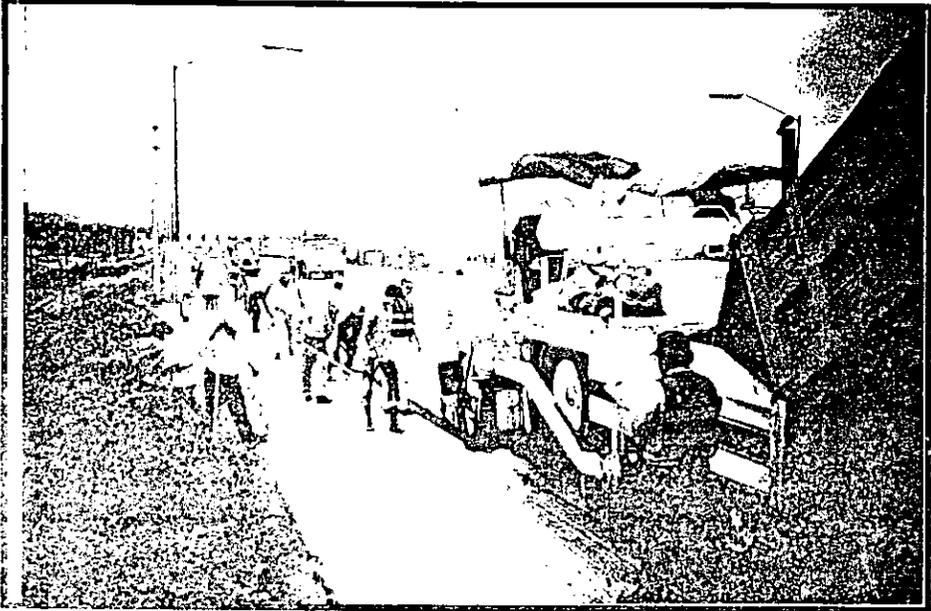
"Pavimentadora Hidrostática de neumáticos Barber Green SB-131".

Básicamente es una máquina cuyo funcionamiento se realiza con un sistema que suministra fuerza hidrostática a máxima capacidad, desplazándose sobre neumáticos de hule.

La SB-131 puede pavimentar en anchos de vías que van de 1.80 a 6.0 m; tiene un silencioso motor diesel de 95 H.P. que le dá mayor capacidad para pavimentar grandes superficies con la mayor facilidad.

» Su velocidad máxima de desplazamiento cuando no está pavimentando, es de 19 km/hora, lo que le permite desplazarse con rapidez en los alrededores del área de trabajo y entre zonas de trabajo cercanas entre sí.

» Su radio de giro es de 2.59 m. lo que le permite gran maniobrabilidad en zonas estrechas.



TENDIDO DE LA CARPETA ASFALTICA POR MEDIO DE LA PAVIMENTADORA

- » Su eficaz acción de vibración deja descargar el material de acarreo con solo acelerar su motor.
- » La descarga del material la realiza rápidamente y es controlada hidrostáticamente con un sistema de giro y alimentación de control automático que mantiene una buena capacidad de mezclado de material suministrado.
  
- » La placa y secciones de placa, para la nivelación del material asfáltico colocado, son reversibles e intercambiables, para incrementar su vida útil. Dichas piezas son fabricadas en acero de alta aleación con un espesor de 1/2".

a) Especificaciones Generales.

- Dimensiones.
  - Longitud = 5.59 m
  - Ancho = 3.20 m
  - Altura = 2.16 m

b) Peso.

- Aproximado = 11.10 ton.

c) Operación.

- Ancho de pavimentación.
  - Standard = 3.05 m (10')
  - Con zapatas de corte = 1.83 m (6')
  - Con extensiones = 6.10 m (20')
  
- Rangos de espesores de pavimentación.
  - = 0.6 a 20.3 cm (1/4" - 8")
  
- Capacidad de carga del material.
  - = 5.8 m<sup>3</sup>.

d) Máxima velocidad de pavimentación. (depende del ancho y espesor del material, granulometría, etc.).

- Rango bajo:
  - Eje de rueda bajo = 33 m/min.
  - Eje de rueda alto = 46 m/min.
  
- Rango intermedio:
  - Eje de rueda bajo = 68 m/min.
  - Eje de rueda alto = 95 m/min.

- e) Máxima velocidad de viaje:
  - Eje bajo = 13.5 km/hra.
  - Eje alto = 19.3 km/hra.
- f) Radio de giro.
  - Radio de giro = 2.59 m.

g) Unidad de poder.

John Deere Modelo 4276 T (turbocargado) motor Diesel, 4 cilindros, potencia de 95 HP a 2200 r.p.m.

h) Capacidad de combustible.

- Capacidad de combustible: 155 lt.

i) Transmisión.

» Impulsada hidrostáticamente. La operación de descarga del material es independiente a la velocidad de pavimentación.

j) Suspensión.

» De doble tracción con neumáticos de hidroflocación. Las llantas delanteras, dos por lado, en tandem son hechas en caucho de gran solidez con 56 de diámetro.

Para efectuar la compactación de la mezcla asfáltica, una vez que se ha la carpeta asfáltica, se utiliza como equipo de compactación:

- a) Un compactador vibratorio de rodillos DA-30 (plancha ligera).
- b) Un compactador vibratorio de rodillos CC-43 (plancha pesada).
- c) y un compactador de neumáticos CP-22.

a) "Compactador vibratorio de rodillos DA-30 (plancha ligera).

El Da-30 es un rodillo vibratorio autopropulsado concebido para alta producción en proyectos de limitado espacio; tiene la facilidad de trabajar en todo tipo de material, desde asfalto a terrenos granulares, hasta suelos semicoherivos.

Los dos tambores de acero del compactador construidos a precisión funcionan de tres maneras, vibran, impulsan, y oscilan para lograr un máximo rendimiento.

La vibración es generada por el sistema hidráulico. Se ajusta desde 1,500 hasta 4,000 lb (1,814 kg) de peso estático, en 12,000 lb (5,443 kg) de fuerza compactadora concentrada.

Sus amortiguadores de caucho eliminan completamente las vibraciones del bastidor de la unidad motriz y del operador. La propulsión hidrostática se aplica a ambos tambores o rodillos. Los dos tambores son de tracción, con uno tirando y el otro empujando. La dirección automotriz con articulación central es también totalmente hidráulica.

La oscilación de ambos tambores garantiza la estabilidad de la máquina y la compactación total en terrenos agrestes. Cada tambor oscila + - 15 grados desde la horizontal.

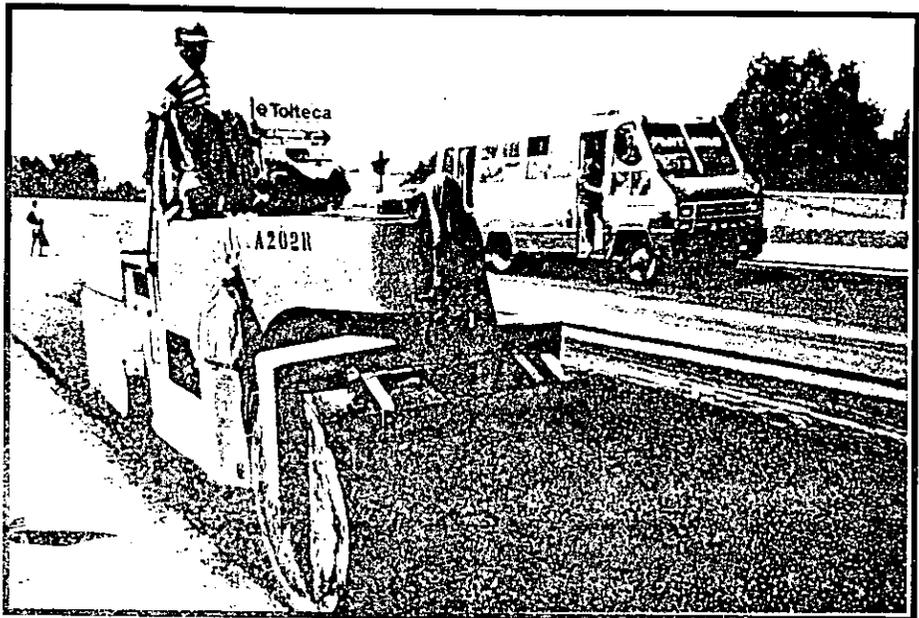
El motor Diesel enfriado por aire, de 32 H.P. proporciona amplia fuerza para superar pendientes y para la operación de la máquina.

#### Especificaciones Generales del compactador Vibratorio DA-30

---

• Fuerza aplicada por rodillo.	3,368 kg
• Peso de operación.	3,107 kg
• Fuerza estática descendiente por unidad en la superficie de contacto del rodillo.	1.5 kg
• Fuerza aplicada descendiente por unidad en la superficie de contacto del rodillo.	3.3 kg
• Frecuencia de vibración.	4,000 v.p.m.
• Diámetro por rodillo.	0.76 m
• Ancho del rodillo.	1.02 m
• Longitud total de la máquina.	2.15 m
• Ancho de la máquina.	1.24 m
• Altura de la máquina	1.98 m
• Radio de giro.	3.51 m
• Velocidad de viaje (ambas direcciones)de 0 a 8.8 km/hra.	
• Articulación para cada lado.	+ - 40 grados
• Oscilación lateral.	+ - 15 grados
• Motor Deutz F 21912 de 32 H.P.	
• Transmisión.	Hidrostática
• Capacidad de combustible.	142 lt
• Capacidad de aceite hidráulico.	103 lt
• Capacidad de agua.	276 lt.

---



COMPACTACION DE LA CARPETA ASFALTICA POR MEDIO DEL  
COMPACTADOR VIBRATORIO DE RODILLOS.

**b) Compactador vibratorio de rodillos DYNAPAC CC-43 (Plancha pesada).**

Es un rodillo compactador autopropulsado tandem, destinado a operar en cualquier obra grande, o para trabajos de terraplanes y pavimentación.

La anchura del cilindro en alta velocidad de operación, proporciona al rodillo un alto rendimiento de compactación. Su energía de compactación variable es producida por un sistema de amplitud y frecuencia de vibración variable.

Posee dos amplitudes de vibración en cada cilindro, los cuales pueden trabajar independientemente en diferentes amplitudes. También puede operar con un cilindro vibrando mientras el otro rueda estáticamente.

**Aplicaciones.**

**a) Compactación de asfalto.**

Para una compactación normal de superficie se requiere de dos a tres pasadas con vibración.

La vibración proporciona óptima compactación en las juntas y un excelente efecto de densificación, que permite trabajar mezclas con temperaturas relativamente bajas.

La amplitud mayor aconsejada para base asfáltica, con óptimo efecto de profundidad. La amplitud menor es normal para rodaje de asfalto o mezclas muy calientes. La certeza de la elección de las amplitudes de vibración depende de la experiencia de las obras en cuestión.

**b) Compactación de bases y subbase.**

Es adecuado en la compactación de bases estabilizadas con asfalto o cemento.

La posibilidad de variar las amplitudes ofrece la ventaja de ajustar las vibraciones a las condiciones encontradas en la práctica.

La velocidad de la máquina en este tipo de trabajo es de 5 km/hra (80 m/min).

Fuerza centrífuga en las diferentes amplitudes y frecuencias.

La fuerza centrífuga pueden ser fácilmente variada, colocando la palanca selectora de amplitudes en alta o baja amplitud y la frecuencia de vibración entre 2,100 y 2,500 V.P.M.

Ejemplo:

---

• R.P.M. del motor diesel.	2,400
• V.P.M. (frecuencia).	2,500
• Fuerza centrífuga por cilindro en amplitud alta.	10 ton.
• Fuerza centrífuga por cilindro en amplitud baja.	5 ton.

---

### Selector de amplitudes.

Un par de palanca selectoras de amplitudes están colocadas en cada lado del panel de instrumentos. Cuando la palanca es empujada hacia el frente, el CC-43 está con la vibración conectada en la amplitud alta.

Quando la palanca es llevada para atrás la vibración estará conectada en la amplitud baja.

### Especificaciones generales

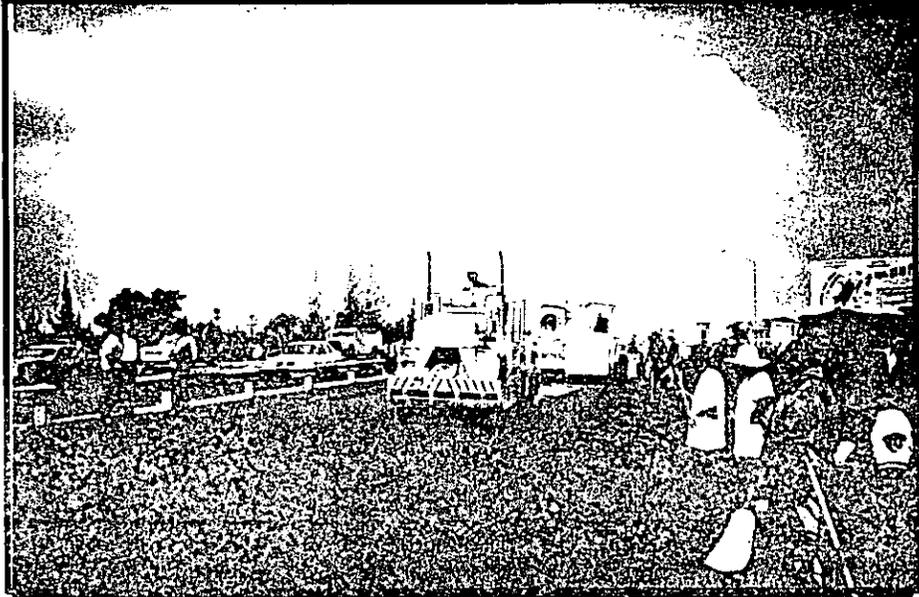
---

• Peso de operación.	10 ton.
• Anchura del cilindro.	1.67 m.
• Frecuencia de vibración.	2,100 a 2,500 V.P.M.
• Velocidad (variable) para frente y atrás.	0 a 11 km/hra.
• Radio de giro externo.	5.95 m.
• Subida máxima de cuestas (vibrando).	30 %
• Dimensiones:	
Largo	5.00 m
Ancho	1.99 m
Altura	2.40 m

---

### » Bastidor

El bastidor es fabricado en resistencia aleación de acero. El bastidor delantero (módulo del cilindro delantero) y trasero (módulo cilindro trasero y tractor) son unidos por medio de una articulación permitiendo el sistema de dirección a través del bastidor articulado.



COMPACTADOR VIBRATORIO DE RODILLOS (PLANCHA PESADA).

En el bastidor trasero están localizados en el depósito de combustible y el depósito de aceite hidráulico. El motor diesel está localizado sobre los depósitos, facilitando su manutención.

Los depósitos de agua están localizados sobre el bastidor y cilindros (delanteros y trasero).

La distribución de masa sobre los chasis hace que el peso soportado para cada uno de los cilindros sea idéntico.

» Depósito de aceite hidráulico.

El depósito del sistema hidráulico está construido en un compartimiento único y no presurizado. Todas las conexiones del componente del sistema hidráulico son efectuados a través de conexiones y mangueras flexibles.

El aceite hidráulico se enfría por uno de los segmentos del radiador dúplex del motor diesel.

El ventilador del motor proporciona la circulación de aire para los radiadores.

» Tren de fuerza.

El tren de fuerza consiste en un motor diesel, en el cual está acoplada una caja de engranajes para el accionamiento de las bombas hidrostáticas. Siendo bomba hidrostática de rendimiento variable para tracción y una bomba triplex para accionamiento de las vibraciones y dirección hidráulica.

» Conjunto de la articulación del bastidor (dirección).

el conjunto de articulación del bastidor une el bastidor delantero con el bastidor trasero, proporcionando una articulación de 40 grados para cada lado y una oscilación lateral de 12 grados.

Los dos cilindros de dirección trabajan en conjunto para direccionar el conjunto del bastidor/cilindro delantero, en concordancia con el lado para el cual el volante de dirección es girado.

» Cilindro trasero y su conjunto.

El cilindro trasero es montado en el bastidor trasero por medio de amortiguadores de vibración (elementos elásticos). Este cilindro recibe tracción por uno de los dos lados, a través de un motor hidrostático de alto torque, directamente acoplado al cilindro por medio de un soporte con elemento elástico.

A fin de mantener la superficie libre de materiales extraños, el rodillo posee un raspador ajustable y regadera de agua.

c) Compactador de neumáticos DINAPAC CP-22.

El rodillo compactado consiste básicamente de un tractor accionado por un motor diesel, un convertor de torque, una caja de cambio, eje cardán diferencial, cadenas y engranajes de cadenas.

La dirección hidráulico, el doble mando de dirección y una visibilidad perfecta hacia todos los lados proporciona al CP-22 una maniobrabilidad perfecta y una gran facilidad de operación durante el rodaje.

Las tres ruedas delanteras oscilantes y las cuatro ruedas traseras montadas sobre un eje rígido, con un peso por rueda perfectamente equilibrado, garantizan una compactación uniforme a la vez que proporciona una excelente nivelación del material, evitando así cualquier huella o irregularidad después de la compactación, principalmente en las superficie de mezclas plásticas.

» Tren de Fuerza.

El tren de fuerza del CP-22 consiste en un motor diesel Mercedes Benz, M-314 de 4 cilindros en líneas, el cual proporciona 145 H.P. a 2,800 r.p.m.

El sistema de transmisión está constituido por un par de embragues de discos de accionamiento, una caja de cambio con cuatro velocidades y un convertor de torque.

El par de embragues permite el accionamiento del rodillo para el frente y para atrás; lo que provoca cuatro velocidades al frente y cuatro para atrás. El convertor de torque es una transmisión totalmente hidráulica, lo que proporciona una transmisión de potencia suave.

» Frenos.

Tiene frenos hidráulicos de servicio de acción suave, impiden el arrugamiento de la superficie durante el frenado.

1) freno de aparcimiento y emergencia.  
Está montado en el eje de salida d la caja de cambio.

2) Freno de servicio.  
Su funcionamiento es a base de presión de aceite.

La presión hidrostática es conseguida por medio de un cilindro maestro, el cual es accionado por medio de un cilindro de freno de cámara única al cual está unida.

El accionamiento del cilindro de freno de cámara única se da por medio de presión de aire, a través de las del freno (pedal del freno).

» Neumáticos.

La presión de los neumáticos se controla durante el rodamiento o rodaje desde el asiento del operador, por el sistema de presión regulable de servicio, que permite variar rápida y fácilmente la presión y el área de contacto de los neumáticos, adaptando así la fuerza de compactación a la capacidad de la sustentación del material.

Los siete neumáticos producen un efecto de profundidad intenso que ejerce una enorme acción de amasamiento del material. Su ancho de compactación es adecuado con el de las motopavimentadoras; además de que la velocidad operacional es mucho mayor; lo cual aumenta la producción, ya que produce densidades uniformes en menos pasadas.

La presión de los siete neumáticos lisos compactadas debe estar entre 2.5 y 8.5 kg/cm<sup>2</sup>; en caso de que esto no ocurra, una lámpara verde colocada en el panel de instrumentos se encenderá (lámpara de alarma).

» Sistema hidráulico de la dirección.

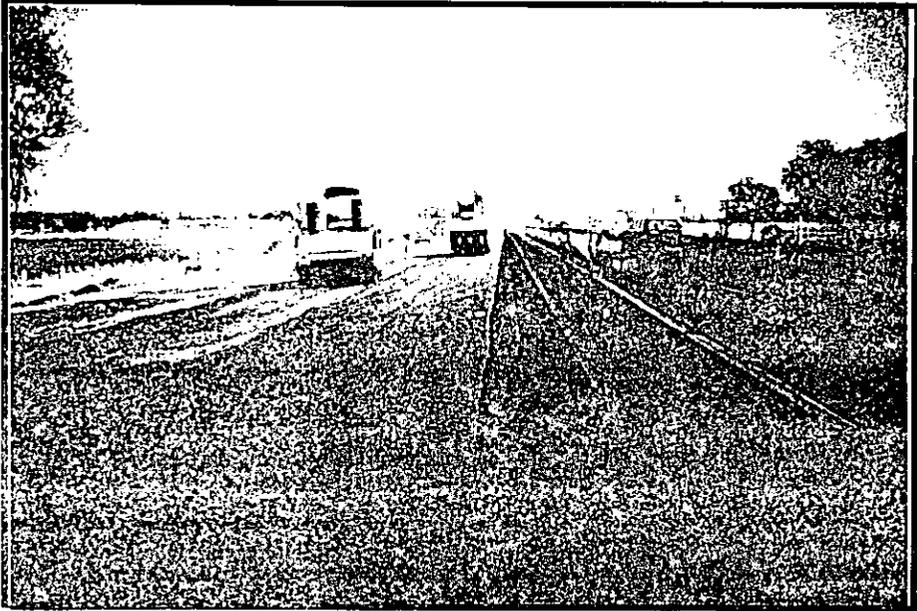
El rodillo posee un sistema de dirección hidrostática, una bomba hidráulica impulsa la cantidad de aceite necesario al circuito, a través de la válvula orbital.

» Sistema neumático.

Está compuesto por un compresor que alimenta dos depósitos, uno para el sistema de frenos y otro para el sistema de neumáticos.

Los componentes de operación constan de:

- ◆ Dos manómetros de descarga.
- ◆ Dos válvulas de descarga.
- ◆ Válvula rotativa.
- ◆ Regulador de presión del compresor.
- ◆ Indicador de baja presión.



COMPACTADOR DE NEUMATICOS.

**Especificaciones Técnicas**

**- Dimensiones.**

---

Largo	4.75 m
Ancho	1.82 m
Altura	2.71 m
Distancia entre eje	3.80 m
Radio de viraje externo	6.82 m

**- Neumáticos de ruedas.**

7 neumáticos: 3 ruedas delanteras oscilantes, a ruedas traseras motrices.

---

Presión máxima	8.5 kg/cm <sup>2</sup>
Presión mínima	2.5 kg/cm <sup>2</sup>
Ancho de compactación	1.82 M.

**- Pesos y capacidades**

---

Peso sin lastre.	= 7,600 kg
Peso con lastre total.	= 18,800 kg
Peso con lastre de arena.	= 18,800 kg
Volumen disponible para lastre.	= 5.6 m <sup>3</sup>
Capacidad del tanque combustible.	= 154 lt
Capacidad del depósito de agua.	= 370 lt

**- Peso por rueda.**

---

Sin lastre	= 1,086 kg
Con lastre de arena húmeda	= 18,800 kg
Con lastre concentrado	= 3,144 kg

**- Motor**

---

Mercedes Benz OM-352	= 6 cilindros
Potencia máxima	= 154 H.P. a 2,800 r.p.m.

- Velocidades

---

- 1a) = 4.5 km/hra
- 2a) = 9.5 km/hra
- 3a) = 17.3 km/hra
- 4a) = 30.0 km/hra

- Frenos

---

De servicio: Hidráulico con mando neumático a las cuatro ruedas traseras.  
De estacionamiento: mecánicos a la caja de cambios.

- Sistema de inflado de neumáticos.

Los neumáticos son inflados con la máquina en movimiento. El sistema de presión regulable en servicio, puede variar la presión de los neumáticos entre 2.5 kg/cm<sup>2</sup> y 8.5 kg/cm<sup>2</sup>.

La mano de obra, los materiales y la maquinaria empleada en la construcción de la carpeta asfáltica son:

a) Mano de obra.

- 1 cabo de oficio 1<sup>a</sup>
- 6 rastrilleros 1<sup>a</sup>
- 2 tornilleros 1<sup>a</sup>
- 8 ayudantes general 1<sup>a</sup>

b) Materiales.

- Cemento asfáltico N° 6.
- Aditivo.
- Agregados.
- Agua.

c) Maquinaria.

- 1 Pavimentadora.
- 3 Compactadores.

#### IV.4. COLOCACION Y COMPACTACION DEL MORTERO ASFALTICO.

Posterior a la colocación de la carpeta asfáltica, se aplicará un sello en la superficie de dicha carpeta a base de mortero asfáltico con un espesor de 6 cm.

Los requisitos que deberán cumplir los materiales para la elaboración del mortero asfáltico son los indicados en el punto II.2.1. morteros asfáltico.

##### Colocación del mortero asfáltico.

Para la colocación del mortero asfáltico se procederá de acuerdo con los siguientes pasos:

- a) Antes de aplicar el mortero asfáltico sobre la superficie del pavimento, éste deberá estar exento de materias extraño y polvo.
- b) El tendido del mortero asfáltico se hará mediante equipo propulsado específico para este tipo de trabajo, tipo Young o similar y con un espesor de 6 mm.
- c) Se limpiarán las grietas, se rellenarán, la limpieza de las grietas se harán mediante sopleteado y retiro de materias orgánicas de las mismas, se procederá al calafateo mediante un mortero asfáltico con tamaño de partículas de 1.0 mm y emulsión de rompimiento rápido para grietas con abertura menor de 1.50 mm éstas se sellarán con emulsión.
- d) Para que la mezcla asfáltica no sufra desplazamiento, se procederá a compactar la capa mediante 4 a 8 pasadas de un compactador neumático autopropulsado con peso de 4 a 6 ton.
- e) La capa de mortero deberá estar en condiciones de operación de un máximo de dos horas y de tal manera que los neumáticos de los vehículos no se impregnen con material asfáltico o partículas de arena.

Para el tendido de mortero asfáltico (que se aplica para el sellado en el procedimiento de rehabilitación) se utiliza una máquina denominada extendedor "Slurry".

La aplicación de mortero asfáltico con el extendedor de Slurry, ahorra el desperdicio del material, el desgaste de combustible y utiliza menos trabajadores.

Las emulsiones de asfalto de baja viscosidad se mezclan con los agregados húmedos, sin haberse diluido con disolventes de petróleo o calentado al usarse. Esta mezcla de emulsión y agregados es colocada por la misma máquina sobre la superficie de la carpeta.

La emulsión consiste en menudos glóbulos de asfalto, suspendido en una solución de agua jabonosa; cuando ésta se mezcla con el agregado húmedo, se necesita solamente la aplicación de asfalto emulsionado (mortero asfáltico) para llenar y poner una nueva superficie. en una operación continua utilizando solamente una máquina.

El mortero asfáltico resiste el deslizamiento y es muy durable. Normalmente con una sola superficie de mortero asfáltico de 6 mm de espesor, las hendiduras y aberturas se rellenan fácilmente, y resisten mucho mejor el abrirse otra vez, que con los pavimentos cuatro veces más espesos.

Especificaciones generales del extendedor de Slurry Macropaver Modelo 10.

- Dimensiones

---

Longitud total.	= 6.00 m
Ancho total.	= 2.45 m
Altura.	= 2.00 m
Recipiente para cemento	= 0.34 m <sup>3</sup>
Tanque de aditivos	= 568 lt
Depósito hidráulico	= 492 lt

---

» Características.

1. Tanque para emulsión y que elaborados con placa de lámina 3/16" de espesor doblemente soldado (por dentro y por fuera).
2. Recipiente para cemento y agregados elaborados con placa de lámina de 1/8".
3. Tanque de aditivos fabricado en acero inoxidable, conectado a presión de agua para hacer la disolución de los aditivos.
4. Válvulas de teflón de rápida abertura para inyectar la emulsión.
5. rociadores para atomizar el asfalto (niebla de asfalto) y espesores para el rociado manual de las juntas.
6. Control de la cantidad de agua y aditivo suministrado, por medio de calibradores de flujo.
7. La bomba de emulsión directamente acoplado por un motor hidráulico, controlado por la caja de velocidades.

8. Filtro para una rápida limpieza entre el tanque de la emulsión y la bomba de emulsión.

» Poder.

1. Motor Deutz BF-41913 enfriado por aire, turbodiesel, de 90 H.P a 2,100 r.p.m.
2. Bombas hidráulicas.
3. Bombas de emulsión.
4. Bombas de agua.
5. Bomba para aditivo.

» Controles hidráulicos.

1. Controles para cerrado y control de velocidades de fluidos.
2. Válvula de control direccional en :
  - a) Esparcidores izquierdos.
  - b) Esparcidores derechos.
3. Conectado y desconectado de bomba de emulsión.
4. Tubería para control de mezcla iniciar-parar (iniciar-parar).

La mano de obra, materiales y la maquinaria utilizada en la colocación y el tendido del mortero asfáltico.

a) Mano de Obra.

- 1 cabo de oficio 1ª
- 2 tornilleros 1ª
- 4 rastrilleros 1ª
- 3 ayudantes generales 1ª

b) Materiales.

- Agregados.
- Cemento Portland.
- Emulsión asfáltica
- Aditivo.
- Agua.

c) Maquinaria.

- 1 extendedora "Slurry"
- 1 pipa de 7,000 lt.
- 1 cargador.
- 1 compactador.
- 1 petrolizadora.

**CAPITULO QUINTO**

**COSTOS GENERALES DE OBRA**

## CAPITULO QUINTO.- COSTOS GENERALES DE OBRA

Resulta de gran importancia elegir correctamente cuando es optimo el momento de ejecución y consecuente inversión de una obra civil, teniendo en cuenta los cargos que con lleva su operación y mantenimiento. el costo de un proceso constructivo, está compuesto por la suma de los importes de las partes que integran ese proceso, en cuanto a lo que se refiere al consumo de materiales, mano de obra, cargos fijos y variables de maquinaria y equipo, así como otros gastos requeridos para efectuar el trabajo.

El precio de cada actividad se obtiene para las unidades de medida de ese trabajo o partida, definiendo así los precios unitarios para los análisis de costo.

La ley de obras públicas establece que en la presentación de un presupuesto analítico, los precios unitarios del presupuesto de obra deben contener:

La suma de costos directos mas costos indirectos mas la utilidad que genera el trabajo mas los cargos adicionales.

Por consiguiente se presentarán por partes los aspectos que componen dichos precios:

- » Costos Directos
- » Costos Indirectos
- » La utilidad
- » Cargos Adicionales



CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO

d) I.M.S.S.

Para salario mínimo 26.8654 %

$$0.268654 \times 1.3554 = .3641$$

SUMA: 1.7467

d) I.M.S.S.

Para los demás salarios 22.081 %

$$.22081 \times 1.3554 = .2993$$

SUMA: 1.6819

CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO

**Departamento Técnico - Area de Sistemas**  
**TABULADOR DE SALARIOS PARA LA ZONA SALARIAL " A "**  
**ENERO 1996**

P U E S T O		SALARIO REAL	
		SALARIO BASE	COEFICIENTE TNO. 8 Hrs
CLAVE	PUESTO	SALARIO BASE	SALARIO REAL
S001	Ademador	39.26	1.6819 66.03
S003	Ayudante General	30.10	1.6819 50.63
	Cabo de Mantenimiento mecánico	35.77	1.6819 60.16
S005	Cabo de oficios	47.98	1.6819 80.70
S007	Cabo de peones	37.90	1.6819 63.74
S009	Cadenero	39.26	1.6819 63.03
	Cargador de baterías	43.66	1.6819 73.43
S011	Chofer de automóviles	38.51	1.6819 64.77
S014	Chofer de camión	42.34	1.6819 71.21
S017	Chofer de camioneta	41.00	1.6819 68.96
	Contramaestre	45.97	1.6819 77.32
	Duopactor	38.97	1.6819 65.54
	Laboratorista	40.81	1.6819 68.64
S024	Llantero	39.26	1.6819 66.03
S026	Lubricador de camiones y automóviles	36.97	1.6819 62.18
S029	Maniobrista, armadores y montadores	38.97	1.6819 65.54
	Mecánico Universal	49.57	1.6819 83.37
	Montador	38.97	1.6819 65.54
S035	Motorista	39.61	1.6819 66.62
S038	Nivelador	39.26	1.6819 63.03
S052	Oficial elect. corriente alterna	40.81	1.6819 68.64
S055	Oficial elect. corriente directa	40.42	1.6819 67.98
S058	Oficial electromecánico	40.81	1.6819 68.64
	Oficial excavaciones y colados	37.59	1.6819 63.22
S067	Oficial hojalatero	40.62	1.6819 68.32
S070	Oficial mecánico de aire	42.90	1.6819 72.15
S073	Oficial mecánico de gasolina	42.92	1.6819 72.19
S076	Oficial mecánico diesel	44.00	1.6819 74.00
S079	Oficial mecánico draga succión	44.00	1.6819 74.00
S082	Oficial mecánico tornero	40.23	1.6819 67.66
S085	Oficial pintor de automóviles y camiones	39.85	1.6819 67.02
S088	Oficial pintor de construcciones	39.46	1.6819 66.37
S091	Oficial plomero	39.65	1.6819 66.69
S094	Oficial soldador	40.81	1.6819 68.64
S100	Operador de afinadora	39.26	1.6819 66.03
S103	Operador de afinadora especializado	55.30	1.6819 93.01
S107	Operador de banda transportadora	39.26	1.6819 66.03
	Operador de barredora	39.26	1.6819 66.03
S110	Operador de bomba agua	39.26	1.6819 66.03
	Operador de bomba concreto	45.50	1.6819 76.53
S119	Operador de clasificadora	39.26	1.6819 66.03
S122	Operador de colocadora de concreto	39.26	1.6819 66.03
S125	Operador de compactador	41.47	1.6819 69.75
S128	Operador de compresora	39.26	1.6819 66.03

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

P U E S T O		SALARIO REAL		
		SALARIO BASE	COEFICIENTE TNO. 8 Hrs	
CLAVE	PUESTO	SALARIO BASE	COEFICIENTE SALARIO REAL	
S131	Operador de criba vibratoria	39.26	1.6819	66.03
S137	Operador de dosificadora	39.26	1.6819	66.03
S152	Operador de esparcidor	39.26	1.6819	66.03
S164	Operador de malacate	39.26	1.6819	66.03
	Operador de maq. esp estabilizadora	44.03	1.6819	74.05
	Operador de maq. esp pavimentadora	44.03	1.6819	74.05
	Operador de maq. esp pintarrayas	44.03	1.6819	74.05
	Operador de maquinaria agricola	41.58	1.6819	69.93
S167	Operador de mezcladora	39.26	1.6819	66.03
S170	Operador de motoconformadora	43.97	1.6819	73.95
S182	Operador de petrolizadora	39.26	1.6819	66.03
S185	Operador de plancha	41.47	1.6819	67.75
S188	Operador de planta de asfalto	45.50	1.6819	76.53
S197	Operador de planta de luz	39.26	1.6819	66.03
S200	Operador de planta de soldar	39.26	1.6819	66.03
S203	Operador de remolcador	39.26	1.6819	66.03
S208	Operador de retroexcavadora	42.11	1.6819	70.82
	Operador de tractor de Sup A	49.13	1.6819	82.63
S211	Operador de tractor revolvedora	42.68	1.6819	71.78
S229	Operador de trituradora	40.59	1.6819	68.27
S232	Operador de vehiculos con grúa	39.27	1.6819	66.05
	Pailero	38.98	1.6819	65.54
S235	Peón	20.15	1.6819	33.89
S241	Rastrillero	39.26	1.6819	66.03
S243	Rielero	39.26	1.6819	66.03
S245	Señalero	39.26	1.6819	66.03
	Soldador	39.26	1.6819	66.03
S247	Telefonista	39.26	1.6819	66.03
S249	Tolvero	39.26	1.6819	66.03
S251	Tornillero	39.26	1.6819	66.03
S255	Vibradorista	38.97	1.6819	65.54

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

COSTO HORARIO DIRECTO DE LA MAQUINARIA

Costo Horario Nume : CH031	Iona original : 3
Descripcion del Eq: Camion F-600 volteo de 3 m3	Fecha de Colocacion: ENERO/1993
Precio de Adquisicion : N\$125,747.41	Vida Economica : 10,000 Horas
Precio Equipo Adicional : N\$.00	Horas por Año : 2,000 Horas
Precio de Llantas : N\$4,581.28	Valor de Rescate : 20.00%

CARGOS	FORMULA	CALCULO	ACTIVO	INACTIVO
<b>CARGOS FIJOS:</b>				
Depreciacion	$D = \frac{V_e - V_r}{V_e}$	$\frac{N$125,747.41 - N$25,649.24}{10,000}$	N\$10.26	100%
Interes	$I = \frac{V_e + V_r}{2 H_a}$	$\frac{N$125,747.41 + N$25,649.24}{2 \times 4,000} \times 0.24$	N\$9.23	100%
Seguros	$S = \frac{V_e + V_r}{2 H_a}$	$\frac{N$125,747.41 + N$25,649.24}{2 \times 4,000} \times 0.02$	N\$.77	100%
Mantenimiento	$M = i \times P$	$0.08 \times N$10.26$	N\$.82	0%
<b>SUMA DE CARGOS FIJOS</b>			<b>N\$28.47</b>	<b>N\$28.26</b>
<b>CARGOS POR CONSUMOS:</b>				
Gasolina	$E = F \times HP \times C$	$0.2271 \times 150.00 \text{ ho} \times N$1.14$	N\$38.83	50%
Lubricante	$C = \frac{L}{100 \text{ Hr}} + (F \times HP) \times F$	$\frac{0.60 \text{ LL}}{100 \text{ Hr}} + (0.0030 \times 150 \text{ ho}) \times N$6.70$	N\$3.46	50%
Llantas	$LI = \frac{\text{Precio Llantas}}{\text{Vida Llantas}}$	$\frac{N$4,581.28}{2,000}$	N\$2.29	150%
<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>			<b>N\$44.54</b>	<b>N\$42.45</b>
<b>CARGOS POR OPERACION :</b>				
Chofes de camion	=	$N$59.89 / 5.5$	N\$10.74	100%
	=		100%	
	=		100%	
<b>SUMA CARGOS POR OPERACION</b>			<b>N\$10.74</b>	<b>N\$10.74</b>
<b>COSTO HORARIO ACTIVO</b>			<b>N\$95.76</b>	<b>N\$95.46</b>

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

COSTO HORARIO DIRECTO DE LA MAQUINARIA

Costo horario name :	CNR25	Zona salarial :	3
Descripcion del Ecu :	Camion T-600 (camion 7000 ll)	Fecha de Colimacion :	ENERO/1993
Frecia de Adquisicion :	M\$124,423.84	Vida Economica :	10,000 Horas
Frecia Ecuad Adicional :	M\$1,421.99	Horas por año :	2,000 Horas
Frecia de Llantas :	M\$4,581.20	Valor de Resale :	20.00%

C A R G O S	F O R M U L A	C A L C U L O	ACTIVO	%	INACTIVO
<b>CARGOS FIJOS:</b>					
Depreciacion	$D = \frac{V_a - V_r}{2v}$	$\frac{M\$121,344.64}{10,000} = 12.134464$	$\frac{M\$24,268.93}{2,000} = 12.134465$	=	M\$49.71 100% 9.21
Interes	$I = \frac{V_a + V_r}{2 H_a}$	$\frac{M\$121,344.64}{4,000} = 30.33616$	$\frac{M\$24,268.93}{4,000} = 6.0672325$	x 0.24 =	M\$8.74 100% 8.74
Seguros	$S = \frac{V_a + V_r}{2 H_a}$	$\frac{M\$121,344.64}{4,000} = 30.33616$	$\frac{M\$24,268.93}{4,000} = 6.0672325$	x 0.02 =	M\$.73 100% .73
Mantenimiento	$M = l \times d$	0.00	M\$9.71	=	M\$7.77 90% 8
			<b>SUMA DE CARGOS FIJOS</b>	=	<b>M\$26.94 M\$19.17</b>
<b>CARGOS POR CONSUMOS:</b>					
Resolina	$E = F \times HP \times C$	$0.2271 \times 112.50 \text{ hp} \times M\$1.14 = 28.68 \text{ ll.}$	$0.0030 \times 113 \text{ hp} \times M\$6.70 = 2.24 \text{ ll.}$	=	M\$29.13 50% 1.46
Lubricante	$C = \frac{l}{100 \text{ hr}} \times (F \times HP) \times P$	$\frac{28.68 \text{ ll.}}{100 \text{ hr}} \times (0.0030 \times 113 \text{ hp}) \times M\$6.70 = 0.6030 \times 113 \text{ hp} \times M\$6.70 = 4.58 \text{ ll.}$		=	M\$2.70 50% .14
Llantas	$ll = \frac{\text{Frecia Llantas}}{\text{Vida Llantas}}$	$\frac{M\$4,581.20}{2,000} = 2.2906$		=	M\$2.05 15% .54
			<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>	=	<b>M\$34.00 M\$19.93</b>
<b>CARGOS POR OPERACION :</b>					
Chofer de camion		M\$59.89 / 5.5		=	M\$10.74 100% 10.74
				=	100%
				=	100%
			<b>SUMA CARGOS POR OPERACION</b>	=	<b>M\$10.74 M\$10.74</b>
			<b>COSTO HORARIO ACTIVO</b>	=	<b>M\$71.76 M\$31.84</b>

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

COSTO HORARIO DIRECTO DE LA MAQUINARIA

Costo Horario base : CM034	Zona salarial : 0
Restricción del EOO : Camioneta redallas Ford F-350	Fecha de Cotización : ENE02/1993
Precio de Adquisición : M\$14,761.76	Vida Económica : 10,000 Horas
Precio Extraordinario : M\$ 0.00	Horas por Año : 2,000 Horas
Precio de Llantas : M\$975.01	Valor de Rescate : 20,000

CARGOS	FORMULA	CALCULO	ACTIVO	INACTIVO
<b>CARGOS FIJOS:</b>				
Depreciación	$D = \frac{V_a - V_r}{2e}$	$\frac{M\$14,766.75 - M\$0.757.50}{10,000}$	M\$0.50	100%
Interés	$I = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} i$	$\frac{M\$14,766.75 + M\$0.757.50}{4,000} \times 0.24$	M\$3.15	100%
Seguros	$S = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} s$	$\frac{M\$14,766.75 + M\$0.757.50}{4,000} \times 0.02$	M\$.26	100%
Mantenimiento	$M = F \times P$	$0.00 \times M\$0.50$	M\$0.00	0%
SUMA DE CARGOS FIJOS			M\$9.72	M\$0.92
<b>CARGOS POR CONSUMOS:</b>				
Gasolina	$E = F \times HF \times C$	$0.2271 \times 50.40 \text{ lb} \times M\$1.14$	M\$15.12	5%
Lubricante	$L = \frac{k}{100 \text{ hr}} + IF \times MPI \times P$	$\frac{6.60 \text{ ll.}}{100 \text{ hr}} + 0.0030 \times 50 \text{ lb} \times M\$6.70$	M\$1.62	5%
Llantas	$LI = \frac{\text{Precio Llantas}}{\text{Vida Llantas}}$	$\frac{M\$975.01}{2,000}$	M\$.49	15%
SUMA CARGOS POR CONSUMO			M\$17.22	M\$.99
<b>CARGOS POR OPERACION :</b>				
Chofer de Camioneta	=	M\$7.22 / 3.5	M\$2.06	100%
=	=	=	100%	100%
SUMA CARGOS POR OPERACION			M\$2.06	M\$2.06
COSTO HORARIO ACTIVO			M\$7.25	M\$18.25

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

**ESTA TESIS NO DEBE  
VOLVER DE LA BIBLIOTECA**

COSTO HORARIO DIRECTO DE LA MAQUINARIA

Costo horario base :	ENP58	Zona salarial :	3
Descripción del Edo :	Desmanteladora solo mill FR-750	Fecha de Colocación :	Enero:1995
Precio de Adquisición :	N\$2,224,000.00	Vida Económica :	6,000 Horas
Precio Equipo Adicional :	N\$16.38	Horas por día :	1,000 Horas
Precio de Llantas :	N\$.00	Valor de Rescate :	5,000

CARGOS	F O R M U L A	C A L C U L O	ACTIVO	%	INACTIVO
<b>CARGOS FIJOS:</b>					
Depreciación	$B = \frac{V_a - V_r}{V_e}$	$\frac{N\$2,224,000.00}{6,000} = N\$370.67$	N\$352.14	100%	352.14
Interes	$I = \frac{V_a + V_r}{2 H_u} \times i$	$\frac{N\$2,224,000.00}{2,400} \times 0.24 = N$223.53$	N\$233.53	100%	233.53
Seguros	$S = \frac{V_a + V_r}{2 H_u} \times s$	$\frac{N\$2,224,000.00}{2,400} \times 2.07 = N$19.46$	N\$19.46	100%	19.46
Mantenimiento	$M = i \times D$	$0.90 \times N$352.14 = N$316.93$	N\$316.93	90%	0
<b>SUMA DE CARGOS FIJOS</b>			<b>N\$922.05</b>		<b>N\$922.05</b>
<b>CARGOS POR CONSUMOS:</b>					
Diésel	$E = F \times NP \times C$	$0.1514 \times 750.00 \text{ hu} \times N$6.79 = 753.80 \text{ l.l.}$	N\$89.78	5%	4.49
Lubricante	$C = \frac{L}{100 \text{ hu}} \times (F \times NP) \times P$	$\frac{53.00 \text{ l.l.}}{100 \text{ hu}} \times 0.0035 \times 750 \text{ hu} \times N$16.38 = N$16.72$	N\$16.72	5%	.84
Llantas	$LI = \frac{\text{Precio Llantas}}{\text{Vida Llantas}}$		N\$.00	15%	0
<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>			<b>N\$106.43</b>		<b>N\$106.43</b>
<b>CARGOS POR OPERACION :</b>					
Operador de desmanteladora		$N$85.78 / 4.5 = N$19.06$	N\$19.06	100%	19.06
Arrendatario general		$N$42.81 / 5.0 = N$8.56$	N\$8.56	100%	8.56
<b>SUMA CARGOS POR OPERACION</b>			<b>N\$27.62</b>		<b>N\$27.62</b>
<b>COSTO HORARIO ACTIVO</b>			<b>N\$1,056.10</b>		<b>N\$1,056.10</b>

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

**COSTO HORARIO DIRECTO DE LA MAQUINARIA**

Costo Horario Base :	CH11	Tono delantal :	3
Descripción del Ecu :	Tractor agrícola JD 4425	Fecha de Colocación :	EMMO 1993
Precio de Adquisición :	M\$1,157.98	Vida Económica :	10,000 Horas
Precio Ecuado Adicional :	M\$.00	Horas por día :	2,000 Horas
Precio de Llantas :	M\$2,872.00	Valor de rescate :	15.00%

CARGOS	FÓRMULA	CÁLCULO	CANTIDAD	UNIDAD	TARIFA
<b>CARGOS FIJOS:</b>					
Depreciación	$D = \frac{V_a + V_r}{2 \times H_a}$	$\frac{M\$1,157.98 + M\$11,800.51}{2 \times 10,000}$	0.65	100%	8.72
Interés	$I = \frac{V_a + V_r}{2 \times H_a} \times R$	$\frac{M\$1,157.98 + M\$11,800.51}{2 \times 10,000} \times 0.24$	0.024	100%	5.46
Seguros	$S = \frac{V_a + V_r}{2 \times H_a} \times R$	$\frac{M\$1,157.98 + M\$11,800.51}{2 \times 10,000} \times 0.07$	0.007	100%	.40
Mantenimiento	$M = A \times D$	$8.00 \times 0.65$	5.20	%	0
<b>SUMA DE CARGOS FIJOS</b>			<b>0.65</b>		<b>14.58</b>
<b>CARGOS POR CONSUMOS:</b>					
Diésel	$E = F \times HF \times C$	$8.1514 \times 130.00 \text{ hr} \times M\$7.79$	815.55	52	.28
Lubricante	$C = \frac{L}{100 \text{ hr}} \times (F \times HF) \times P$	$\frac{11.20 \text{ lt.}}{100 \text{ hr}} \times 10.0035 \times 130 \text{ hr} \times M\$1.30$	153.01	52	.15
Llantas	$LJ = \frac{\text{Precio Llantas}}{\text{Vida Llantas}}$	$\frac{M\$2,872.00}{2,000}$	1.436	152	.16
<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>			<b>969.56</b>		<b>161.06</b>
<b>CARGOS POR OPERACION :</b>					
Operador de tractor agrícola	=	$M\$8.02 / 5.0$	160.40	100%	11.60
	=		100%		100%
	=		100%		100%
<b>SUMA CARGOS POR OPERACION</b>			<b>160.40</b>		<b>161.06</b>
<b>COSTO HORARIO ACTIVO</b>			<b>169.21</b>		<b>175.52</b>

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

**COSTO HORARIO DIRECTO DE LA MAQUINARIA**

Costo Horario base :	CMRIS	Zona selectal :	3
Descripcion del Eqv :	Barridoro mecanico I	Fecha de Colocacion :	ENERO 1993
Precio de Adquisicion :	N\$8,637.28	Vida Economica :	6,000 Horas
Precio Equipo Adicional :	0.00	Horas por Año :	1,500 Horas
Precio de Llantas :	N\$ 0.00	Valor de Rescate :	.000

CARGOS	FORMULA	CALCULO	ACTIVO	%	INACTIVO
<b>CARGOS FIJOS:</b>					
Depreciacion D =	$\frac{V_c + V_r}{V_c}$	$\frac{N\$8,637.28}{6,000} = 1.44$	N\$1.44	100%	1.44
Interes I =	$\frac{V_c + V_r}{2 H_a}$	$\frac{N\$8,637.28}{2 \times 3,000} = 1.44$	N\$1.44	100%	1.44
Seguros S =	$\frac{V_c + V_r}{2 H_a}$	$\frac{N\$8,637.28}{2 \times 3,000} = 1.44$	N\$1.44	100%	1.44
Mantenimiento M =	F = D	0.40	N\$0.40	80%	0
<b>SUMA DE CARGOS FIJOS</b>			<b>N\$2.72</b>		<b>N\$2.72</b>
<b>CARGOS POR CONSUMOS:</b>					
Combustible E = F + NP + C =			N\$0.00	50%	0
Lubricante L = $\frac{V_c}{100 H_a} + (F + NP) \times P$			N\$0.00	50%	0
Llantas L = $\frac{\text{Precio Llantas}}{\text{Vida Llantas}}$			N\$0.00	15%	0
<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>			<b>N\$0.00</b>		<b>N\$0.00</b>
<b>CARGOS POR OPERACION :</b>					
Arrendate general		N\$42.81 / 5.8	N\$7.38	100%	7.38
			-	100%	-
			-	100%	-
<b>SUMA CARGOS POR OPERACION</b>			<b>N\$7.38</b>		<b>N\$7.38</b>
<b>COSTO HORARIO ACTIVO</b>			<b>N\$10.10</b>		<b>N\$10.10</b>

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

COSTO HORARIO DIRECTO DE LA MAQUINARIA

dato Horario noma : CH855 descripcion del Equ : Compresor vertical SF-3250 precio de adquisicion : \$100,000.00 precio Equipo Adicional : \$1.00 precio de Llantas : \$1.00	Zona salarial : 3 Fecha de Coligacion : ENE80/1993 Vida Economica : 10,000 Horas Horas por Año : 2,000 Horas Valor de Rescate : 3.000
---	---

CARGOS	FORMULA	CALCULO	ACTIVO	% INACTIVO
<b>CARGOS FIJOS:</b>				
depreciacion D =	$\frac{V_a - V_r}{V_e}$	$\frac{100,000.00 - 10,000.00}{10,000}$	10.00	100%
alquileres E =	$\frac{V_a + V_r}{2 H_a}$	$\frac{100,000.00 + 10,000.00}{2 \times 2,000}$	27.50	100%
amortizaciones S =	$\frac{V_a + V_r}{2 H_a}$	$\frac{100,000.00 + 10,000.00}{2 \times 2,000}$	27.50	100%
mantenimiento M =	$k \times D$	$0.90 \times 10.00$	9.00	0%
SUMA DE CARGOS FIJOS			74.50	100%
<b>CARGOS POR CONSUMOS:</b>				
combustible E = F + HP x C =		$0.1514 \times 119.00 \text{ hp} \times 16.75$	2.81	52%
lubricante C =	$\frac{9.40 \text{ lit.}}{100 \text{ hr}} \times (F + HP) \times P$	$\frac{9.40}{100} \times 148.0035 \times 119 \text{ hp} \times 16.75$	2.71	52%
llantas L1 =	$\frac{\text{Precio Llantas}}{\text{Vida Llantas}}$		0.50	0%
SUMA CARGOS POR CONSUMO			6.02	100%
<b>CARGOS POR OPERACION:</b>				
operador de compresor		$154.78 / 5.0$	30.96	100%
SUMA CARGOS POR OPERACION			30.96	100%
COSTO HORARIO ACTIVO			136.48	100%

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

COSTO HORARIO DIRECTO DE LA MAQUINARIA

Costo Horario base :	CM54	Tono balastal :	3
Descripcion del Eq :	Compresor portatil 24L 75HPCH	Fecha de Poblacion :	ENLAD-1-93
Precio de Adquisicion :	MX232,589.28	Vida Economica :	10,000 Horas
Precio Equipo Adicional :	MX.00	Horas por año :	2,000 Horas
Precio de Llantas :	MX.00	Valor de Rescate :	20,000

CARGOS	F O R M U L A	C A L C U L O	CANTIDAD	UNIDAD
<b>CARGOS FIJOS:</b>				
Depreciacion	$D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$	$\frac{MX232,589.28 - 0}{10,000} = 23.26$		
Interes	$I = \frac{V_a + V_r}{2 H_e} \cdot i$	$\frac{MX232,589.28 + 0}{2 \cdot 10,000} \cdot 0.24 = 2.79$		
Seguros	$S = \frac{V_a + V_r}{2 H_e} \cdot e$	$\frac{MX232,589.28 + 0}{2 \cdot 10,000} \cdot 0.02 = 0.23$		
Mantenimiento	$M = j \cdot D$	$0.09 \cdot 23.26 = 2.10$		
		SUMA DE CARGOS FIJOS		
			MX31.63	100%
<b>CARGOS POR CONSUMOS:</b>				
Diesel	$E = F \cdot HF \cdot C$	$0.3514 \cdot 187.50 \text{ hr} \cdot MX.79 = 51.12$		
Lubricante	$L = \frac{C}{100 \text{ hr}} \cdot (F \cdot HP) \cdot P$	$\frac{36.84 \text{ lt}}{100 \text{ hr}} \cdot 0.0035 \cdot 188 \text{ hp} = 0.24$		
Llantas	$Ll = \frac{\text{Precio Llantas}}{\text{Vida Llantas}}$	$\frac{0}{100} = 0$		
		SUMA CARGOS POR CONSUMO		
			MX27.92	MX31.60
<b>CARGOS POR OPERACION :</b>				
Operador de compresor	=	MX54.78 / 5.0		
			MX10.96	100%
			100%	100%
		SUMA CARGOS POR OPERACION		
			MX10.96	MX10.96
		COSTO HORARIO ACTIVO		
			MX98.51	MX49.10

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

**COSTO HORARIO DIRECTO DE LA MAQUINARIA**

Costo Horario maq. :	CMS7	Zona salarial :	3
Descripción del Equ. :	Motociclotractora compacto CMS7	Fecha de Colocación :	ENERO/1983
Precio de Adquisición :	N\$416,931.60	Vida Económica :	12,000 Horas
Precio Exceso Adicional :	N\$ 0.00	Horas por Año :	2,000 Horas
Precio de Llantas :	N\$6,218.40	Valor de Rescate :	15,000

CARGOS	FORMULA	CALCULO	ACTIVO	%	INACTIVO
<b>CARGOS FIJOS:</b>					
Depreciación D :	$\frac{V_0 - V_r}{V_0}$	$\frac{N$416,931.60}{12,000}$	$\frac{N$62,539.74}{100\%}$	100%	75.53
Interés I :	$\frac{V_0 + V_r}{2 H_a} \times i$	$\frac{N$416,931.60}{4,000} \times 0.24$	$\frac{N$20,77}{100\%}$	100%	28.77
Seguros S :	$\frac{V_0 + V_r}{2 H_a} \times s$	$\frac{N$416,931.60}{4,000} \times 0.20$	$\frac{N$2,40}{100\%}$	100%	3.40
Mantenimiento H :	$J \times D$	$0.60 \times N$29.53$	$\frac{N$17.63}{100\%}$	0%	0
<b>SUMA DE CARGOS FIJOS</b>			<b>N\$84.72</b>		<b>N\$80.70</b>
<b>CARGOS POR CONSUMOS:</b>					
Diésel E :	$F \times HP \times C$	$0.1514 \times 170.00 \text{ hp} \times N$7.79$	$\frac{N$20.33}{100\%}$	50%	1.02
Lubricante C :	$\frac{26.40 \text{ lit.}}{100 \text{ hp}} \times iF \times HPI \times P$	$\frac{26.40}{100} \times 1.0035 \times 170 \text{ hp} \times N$5.30$	$\frac{N$4.66}{100\%}$	50%	2.33
Llantas L1 :	$\frac{\text{Precio Llantas}}{\text{Vida Llantas}}$	$\frac{N$6,218.40}{2,000}$	$\frac{N$3.11}{100\%}$	150%	1.47
<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>			<b>N\$28.10</b>		<b>N\$1.72</b>
<b>CARGOS POR OPERACION :</b>					
Operador de motociclotractora	=	$N$1.30 \times 4.0$	$\frac{N$5.34}{100\%}$	100%	15.34
	=		$\frac{N$15.34}{100\%}$	100%	
	=		$\frac{N$15.34}{100\%}$	100%	
<b>SUMA CARGOS POR OPERACION</b>			<b>N\$15.34</b>		<b>N\$15.34</b>
<b>COSTO HORARIO ACTIVO</b>			<b>N\$127.76</b>		<b>N\$17.75</b>

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

COSTO HORARIO DIRECTO DE LA MAQUINARIA

Costo horario base : CMNB	Zona salarial :	3
Depreciación del Ecu : Fomentadora Berbet aceite 55-41	Fecha de Colocación :	ENERO/1993
Precio de Adquisición : M\$1,198,119.00	Vida Económica :	8,000 Horas
Precio Equipo Adicional : M\$ 0.00	Horas por Año :	2,000 Horas
Precio de Llantas :	Valor de Rescate :	10,000

C A R G O S	F O R M U L A	C A L C U L O	ACTIVO	% INACTIVO
<b>CARGOS FIJOS:</b>				
Depreciación D =	$\frac{V_a - V_r}{V_e}$	$\frac{M\$1,198,119.00}{8,000} = M\$149,814.875$	M\$134.79	100% 134.79
Interes I =	$\frac{V_a + V_r}{2 H_a}$	$\frac{M\$1,198,119.00}{4,000} \times 0.24 = M$79.80$	M\$79.80	100% 79.80
Seguros S =	$\frac{V_a + V_r}{2 H_a}$	$\frac{M\$1,198,119.00}{4,000} \times 0.02 = M$6.59$	M\$6.59	100% 6.59
Mantenimiento M =	I x D	0.00 x M\$134.79 = M\$0.00	M\$0.00	0% 0
SUMA DE CARGOS FIJOS			M\$227.18	M\$227.18
<b>CARGOS POR CONSUMOS:</b>				
Diésel E =	$F \times HP \times C$	$0.1014 \times 52.00 \text{ hp} \times M$79 = 9.40 \text{ lit.}$	M\$6.22	50% 3.10
Lubricante L =	$\frac{C}{100 \text{ hr}} \times (F \times HP) \times P$	$\frac{9.40 \text{ lit.}}{100 \text{ hr}} \times 100.0035 \times 52 \text{ hp} = M$5.38$	M\$5.38	50% 2.69
Llantas LL =	$\frac{\text{Precio Llantas}}{\text{Vida Llantas}}$		M\$ 0.00	15% 0
SUMA CARGOS POR CONSUMO			M\$11.58	M\$11.58
<b>CARGOS POR DEPRACION:</b>				
Operador de esbozador =		M\$54.76 / 4.0	M\$13.70	100% 13.70
Tornillero =		M\$54.76 / 4.0	M\$13.70	100% 13.70
Tornillero =		M\$54.76 / 4.0	M\$13.70	100% 13.70
SUMA CARGOS POR DEPRACION			M\$41.10	M\$41.10
<b>COSTO HORARIO ACTIVO</b>			<b>M\$377.86</b>	<b>M\$261.93</b>

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

COSTO HORARIO DIRECTO DE LA MAQUINARIA

Costo Horario base :	EN836	Tono salarial :	3
Destino del Edo :	Camador Michigan 45-B 1.5 x03	Fecha de Cotizacion :	ENEAD/1993
Precio de Adquisicion :	MX390,910.00	Vida Economica :	5,000 Horas
Precio Equipo Adicional :	MX0.00	Horas por Año :	2,000 Horas
Precio de Llantas :	MX1,145.00	Valor de Rescate :	20.00%

CARGOS	FORMULA	CALCULO	ACTIVO	%	INACTIVO
<b>CARGOS FIJOS:</b>					
Depreciacion	$D = \frac{V_a - V_r}{V_a}$	$\frac{MX386,764.40}{MX386,764.40} = 1.00$	MX386.76	100%	34.36
Interes	$I = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} \times D$	$\frac{MX386,764.40 + MX77,352.80}{2 \times 4,000} \times 0.24 = 4,800$	MX4.80	100%	27.05
Seguros	$S = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} \times S$	$\frac{MX386,764.40 + MX77,352.80}{2 \times 4,000} \times 0.80 = 4,800$	MX4.80	100%	2.32
Mantenimiento	$M = I \times D$	$4,800 \times 1.00 = 4,800$	MX4.80	0%	0
<b>SUMA DE CARGOS FIJOS</b>			<b>MX19,160.96</b>		<b>MX4.55</b>
<b>CARGOS POR CONSUMOS:</b>					
Diésel	$E = F \times HP \times C$	$0.1514 \times 92.50 \text{ hp} \times MX7.79 = 10.80 \text{ lit.}$	MX10.80	5%	1.05
Lubricante	$L = \frac{F \times HP}{100 \text{ hp}} \times (F \times HP) \times F$	$\frac{10.80 \text{ lit.}}{100 \text{ hp}} \times 10.80 \text{ lit.} \times 93 \text{ lit.} = MX10.78$	MX10.78	5%	1.14
Llantas	$L = \frac{\text{Precio Llantas}}{\text{Vida Llantas}}$	$\frac{MX1,145.00}{2,000} = MX0.57$	MX0.57	10%	1.31
<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>			<b>MX22.15</b>		<b>MX1.50</b>
<b>CARGOS POR OPERACION :</b>					
Operador de traccave		$MX38.02 \times 4.5 = 171.09$	MX171.09	100%	13.37
				100%	
				100%	
<b>SUMA CARGOS POR OPERACION</b>			<b>MX171.09</b>		<b>MX13.37</b>
<b>COSTO HORARIO ACTIVO</b>			<b>MX124.47</b>		<b>MX9.02</b>

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

**COSTO HORARIO DIRECTO DE LA MAQUINARIA**

Costo Horario num: : CH037	zona salarial : 3
Descripcion del Eqp : Carroador Michoon 75111A 2.5 rd	Fecha de Colocacion : ENERO:1993
Precio de Adquisicion : M\$648,770.00	Vida Economica : 10,000 Horas
Precio Equipo Adicional : M\$.00	Horas por Año : 2,000 Horas
Precio de Llantas : M\$13,346.62	Valor de Rescate : 0.00%

C A R G O S	F O R M U L A	C A L C U L O	ACUMULO	% INACTIVO
<b>CARGOS FIJOS:</b>				
Depreciacion D =	$\frac{V_a - V_r}{V_e}$	$\frac{M\$627,423.38}{10,000} = M\$62.74$	M\$62.74	100%
Interes I =	$\frac{V_a + V_r}{2 H_a} i$	$\frac{M\$627,423.38 + M\$125,484.66}{2 \times 4,000} \times 0.24 = M\$45.17$	M\$45.17	100%
Seguros S =	$\frac{V_a + V_r}{2 H_a} s$	$\frac{M\$627,423.38 + M\$125,484.66}{2 \times 4,000} \times 0.02 = M\$2.76$	M\$2.76	100%
Mantenimiento M =	$l \times D$	$0.98 \times M\$62.74 = M\$61.51$	M\$61.51	0%
<b>SUMA DE CARGOS FIJOS</b>			<b>M\$144.31</b>	<b>M\$99.13</b>
<b>CARGOS POR CONSUMOS:</b>				
Diesel E = F x HP x L =		$0.1514 \times 140.50 \text{ hp} \times M\$79 = 20.00 \text{ LL.}$	M\$16.60	50%
Lubricante C =	$\frac{E}{100 \text{ hr}} \times (F \times HP) \times P$	$\frac{20.00 \text{ LL.}}{100 \text{ hr}} \times (140.50 \times 141) \times P = M\$5.30$	M\$5.30	50%
Llantas Ll =	$\frac{\text{Precio Llantas}}{\text{Vida Llantas}}$	$\frac{M\$13,346.62}{2,000} = M\$6.67$	M\$6.67	15%
<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>			<b>M\$27.14</b>	<b>M\$12.02</b>
<b>CARGOS POR OPERACION :</b>				
Operador de traccão	=	M\$38.82 / 4.5	M\$13.87	100%
	=			100%
	=			100%
<b>SUMA CARGOS POR OPERACION</b>			<b>M\$13.87</b>	<b>M\$13.87</b>
<b>COSTO HORARIO ACTIVO</b>			<b>M\$184.50</b>	<b>M\$115.22</b>

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

COSTO HORARIO DIRECTO DE LA MAQUINARIA

Costo Horario Base :	CH847	Zona Geografica :	3
Descripcion del Eq. :	Conector neumático AP-23	Fecha de Colocacion :	ENERG/1993
Precio de Adquisicion :	N\$226,655.11	Vida Economica :	10,000 Horas
Precio Equipo Adicional :	N\$ 0.00	Horas por Año :	2,000 Horas
Precio de Llantas :	N\$13,116.85	Valor de Rescate :	15.00%

CARGOS	FORMULA	CALCULO	ACTIVO	%	INGRESO
<b>CARGOS FIJOS:</b>					
Depreciacion	$D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$	$\frac{N$213,518.26}{10,000} = N$21,351.83$	N\$21,351.83	100%	16.13
Interes	$I = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} \times$	$\frac{N$213,518.26}{4,000} \times 0.24 = N$12,811.09$	N\$12,811.09	100%	14.73
Seguros	$S = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} \times$	$\frac{N$213,518.26}{4,000} \times 0.02 = N$1,067.59$	N\$1,067.59	100%	1.23
Mantenimiento	$M = k \times D$	$0.00 \times N$21,351.83 = N$0.00$	N\$0.00	0%	0
<b>SUMA DE CARGOS FIJOS</b>			<b>N\$45,230.51</b>		<b>N\$34.11</b>
<b>CARGOS POR CONSUMOS:</b>					
Diesel	$E = F \times HP \times C$	$0.1514 \times 127.00 \text{ hp} \times N$1.79 = N$34.10$	N\$34.10	50%	1.76
Lubricante	$E = \frac{C}{100 \text{ hr}} \times IF \times HP \times P$	$\frac{18.40 \text{ lt}}{100 \text{ hr}} \times 1.0835 \times 127 \text{ hp} \times N$5.38 = N$13.33$	N\$13.33	50%	1.17
Llantas	$(L) = \frac{\text{Precio Llantas}}{\text{Vida Llantas}}$	$\frac{N$13,116.85}{2,000} = N$6,558.43$	N\$6,558.43	150%	1.96
<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>			<b>N\$54,001.87</b>		<b>N\$41.71</b>
<b>CARGOS POR OPERACION :</b>					
Operador de tractorconector	=	$N$7.07 \times 4.4 = N$31.31$	N\$31.31	100%	15.13
	=		-	100%	-
	=		-	100%	-
<b>SUMA CARGOS POR OPERACION</b>			<b>N\$31.31</b>		<b>N\$43.13</b>
<b>COSTO HORARIO ACTIVO</b>			<b>N\$86.86</b>		<b>N\$99.17</b>

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

**COSTO HORARIO DIRECTO DE LA MAQUINARIA**

Costo Horario (MIME) : CMR40	Zona salarial : 3
Descripción del Eqp : Compactador Dynapac CA-25A	Fecha de Colocación : ENERO/1993
Precio de Adquisición : \$6325,384.43	Vida Económica : 10,000 Horas
Precio Equiso Adicional : \$1.00	Horas por Año : 2,000 Horas
Precio de Llantas : \$115,500.30	Valor de Rescate : 15.00%

CARGOS	FÓRMULA	CÁLCULO	ACTIVO	INACTIVO
<b>CARGOS FIJOS:</b>				
Depreciación	$D = \frac{V_0 - V_r}{2e}$	$\frac{6325.384.43 - 15.000}{10.000} = 631.042.217$	100%	26.36
Interés	$I = \frac{V_0 + V_r}{2 H_0} \times j$	$\frac{6325.384.43 + 15.000}{2 \times 10.000} \times 0.24 = 75.904.6116$	100%	21.35
Seguros	$S = \frac{V_0 + V_r}{2 H_0} \times s$	$\frac{6325.384.43 + 15.000}{2 \times 10.000} \times 0.02 = 6.325.384.43$	100%	1.76
Mantenimiento	$M = I \times D$	$75.904.6116 \times 631.042.217 = 47.826.36$	0%	0
<b>SUMA DE CARGOS FIJOS</b>			<b>\$170.47</b>	<b>\$49.43</b>
<b>CARGOS POR CONSUMOS:</b>				
Diesel	$E = F \times NP \times C$	$0.1514 \times 125.00 \text{ lu} \times 16.79 = 251.89 \text{ lu}$	5%	.75
Lubricante	$L = \frac{E}{100 \text{ lu}} \times (F \times NP) \times P$	$\frac{251.89}{100} \times (0.0835 \times 125 \text{ lu}) \times 165.30 = 338.88 \text{ lu}$	5%	.23
Llantas	$Ll = \frac{\text{Precio Llantas}}{\text{Vida Llantas}}$	$\frac{115.500.30}{2.000} = 57.75$	10%	1.15
<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>			<b>\$177.50</b>	<b>\$12.17</b>
<b>CARGOS POR OPERACION:</b>				
Operador de tractorcompactador	=	$157.07 / 4.5 = 34.90$	100%	12.86
	=		100%	
	=		100%	
<b>SUMA CARGOS POR OPERACION</b>			<b>\$12.86</b>	<b>\$12.86</b>
<b>COSTO HORARIO ACTIVO</b>			<b>\$110.02</b>	<b>\$14.46</b>

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

COSTO HORARIO DIRECTO DE LA MAQUINARIA

Costo Horario maq : CR051	Zona salarial : 3
Descripcion del Eoo : Compactador vibratorio DA-38	Fecha de Cotizacion : ENEHO/1993
Precio de Adquisicion : N\$157,810.17	Vida Economica : 10,000 Horas
Precio Equipo Adicional : N\$.00	Horas por Año : 2,000 Horas
Precio de Llantas : N\$.00	Valor de Rescate : 15,000

CARGOS	FORMULA	CALCULO	ACTIVO	%	IMPORTE
<b>CARGOS FIJOS:</b>					
Depreciacion	$D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$	$\frac{N$157,810.17 - N$25,671.53}{10,000}$	N\$13.41	100%	13.41
Interes	$I = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} \times 0.24$	$\frac{N$157,810.17 + N$25,671.53}{2 \times 10,000} \times 0.24$	N\$10.89	100%	10.89
Seguros	$S = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} \times 0.82$	$\frac{N$157,810.17 + N$25,671.53}{2 \times 10,000} \times 0.82$	N\$9.91	100%	9.91
Mantenimiento	$M = 1 \times D$	$1 \times N$13.41$	N\$13.41	0%	0
<b>SUMA DE CARGOS FIJOS</b>			<b>N\$56.94</b>		<b>N\$56.21</b>
<b>CARGOS POR CONSUMOS:</b>					
Diesel	$E = F \times HP \times C$	$0.1514 \times 32.00 \text{ hp} \times N$7.79$	N\$3.83	5%	.19
Lubricante	$C = \frac{5.00 \text{ lit.}}{100 \text{ hr}} \times (F \times HP) \times P$	$\frac{5.00 \text{ lit.}}{100 \text{ hr}} \times (0.0025 \times 32 \text{ hp}) \times N$5.30$	N\$.86	5%	.84
Llantas	$L = \frac{\text{Precio Llantas}}{\text{Vida Llantas}}$	$\frac{N$.00}{150}$	N\$.00	15%	0
<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>			<b>N\$4.69</b>		<b>N\$4.23</b>
<b>CARGOS POR OPERACION:</b>					
Operador de maquina		$N$7.87 / 4.8$	N\$14.47	100%	14.47
			-	100%	-
			-	100%	-
<b>SUMA CARGOS POR OPERACION</b>			<b>N\$14.47</b>		<b>N\$14.47</b>
<b>COSTO HORARIO ACTIVO</b>			<b>N\$59.89</b>		<b>N\$59.91</b>

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

**COSTO HORARIO DIRECTO DE LA MAQUINARIA**

Costo Horario maq. : CM86	Zona salarial : J
Descripción del Ecu : Petrolizadora SR1500 de 5900 ll	Fecha de Contratación : ENERO/1993
Precio de Adquisición : M\$191,886.71	Vida Económica : 10,000 Horas
Precio Equipo Adicional : M\$.00	Horas por Año : 2,000 Horas
Precio de Llantas : M\$4,581.20	Valor de Rescate : 10.00%

CARGOS	FORMULA	CALCULO	ACTIVO	%	INACTIVO
<b>CARGOS FIJOS:</b>					
Depreciación	$D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$	$\frac{M\$187,307.51}{10,000} = M\$18.730.75$	M\$18.66	100%	10.66
Interes	$I = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} \times i$	$\frac{M\$187,307.51}{2 \times 10,000} \times 0.24 = 2.247$	M\$17.37	100%	12.37
Seguros	$S = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} \times s$	$\frac{M\$187,307.51}{2 \times 10,000} \times 0.02 = 1.873$	M\$1.83	100%	1.83
Mantenimiento	$M = l \times D$	$0.00 \times M\$18.66 = 0.00$	M\$0.00	0%	0.00
<b>SUMA DE CARGOS FIJOS</b>			<b>M\$43.75</b>		<b>M\$30.26</b>
<b>CARGOS POR CONSUMOS:</b>					
Gasolina	$E = F \times HF \times C$	$0.2271 \times 80.00 \text{ hr} \times M\$1.14 = 20.62$	M\$20.71	5%	1.84
Lubricante	$C = \frac{l}{100 \text{ hr}} + (F \times HF) \times P$	$\frac{0.60 \text{ ll.}}{100 \text{ hr}} + (0.0030 \times 80 \text{ hr}) \times M\$6.70 = 2.05$	M\$2.05	5%	1.8
Llantas	$L = \frac{\text{Precio Llantas}}{\text{Vida Llantas}}$	$\frac{M\$4,581.20}{2,000} = 2.29$	M\$2.25	15%	1.74
<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>			<b>M\$25.01</b>		<b>M\$1.48</b>
<b>CARGOS POR OPERACIÓN:</b>					
Operador de petrolizadora	=	M\$54.78 / 4.8	M\$11.42	100%	13.78
Arudante operador	=	M\$42.01 / 4.8	M\$8.75	100%	10.59
<b>SUMA CARGOS POR OPERACION</b>			<b>M\$20.17</b>		<b>M\$24.37</b>
<b>COSTO HORARIO ACTIVO</b>			<b>M\$97.97</b>		<b>M\$55.74</b>

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

**COSTO HORARIO DIRECTO DE LA MAQUINERIA**

Costo Horario base : CMGG	Zona salarial : 3
Descripción del Ecu : Extendedora de slurry seal	Fecha de Cotización : ENEHO/1993
Precio de Adquisición : N\$59,775.23	Vida Económica : 10,000 Horas
Precio Ecuivo Adicional : N\$2,825.88	Horas del Año : 2,880 Horas
Precio de Llantas : N\$7,836.33	Valor de Resale : 10.0%

CARGOS	FORMULA	CALCULO	ACTIVO	%	INACTIVO
<b>CARGOS FIJOS:</b>					
Depreciación	$D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$	$\frac{N\$52,765.98 - N\$5,736.68}{10,000}$	N\$47.91	100%	47.91
Interes	$I = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} i$	$\frac{N\$52,765.98 + N\$5,736.68}{4,000} \times 0.24$	N\$35.14	100%	35.14
Seguros	$S = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} e$	$\frac{N\$52,765.98 + N\$5,736.68}{4,000} \times 0.02$	N\$2.93	100%	2.93
Mantenimiento	$M = L \times D$	$0.75 \times N\$47.91$	N\$35.93	0%	0
<b>SUMA DE CARGOS FIJOS</b>			<b>N\$121.91</b>		<b>N\$85.98</b>
<b>CARGOS POR CONSUMOS:</b>					
Diésel	$E = F \times MP \times C$	$0.1514 \times 280.00 \text{ lu} \times N\$79$	N\$33.49	50%	16.7
Lubricante	$C = \frac{L}{100 \text{ lu}} + (F \times MP) \times P$	$\frac{10.00 \text{ ll.}}{100 \text{ lu}} + (0.1514 \times 280 \text{ lu}) \times N\$5.30$	N\$5.72	50%	2.9
Llantas	$LI = \frac{\text{Precio Llantas}}{\text{Vida Llantas}}$	$\frac{N\$7,836.33}{2,880}$	N\$2.72	150%	1.24
<b>SUMA CARGOS POR CONSUMO</b>			<b>N\$44.13</b>		<b>N\$2.78</b>
<b>CARGOS POR OPERACION :</b>					
Chofer de camion	-	N\$59.09 / 5.0	N\$11.82	100%	11.82
Gasolina de motores	-	N\$54.78 / 5.0	N\$10.96	100%	10.96
Arrendo general	-	N\$42.01 / 5.0	N\$8.40	100%	8.40
<b>SUMA CARGOS POR OPERACION</b>			<b>N\$31.18</b>		<b>N\$31.18</b>
<b>COSTO HORARIO ACTIVO</b>			<b>N\$197.22</b>		<b>N\$119.85</b>

**V.2. COSTOS INDIRECTOS.**

Es la suma de los gastos técnico-administrativos necesarios para la correcta realización de cualquier proceso productivo.

**V.2.1. ANALISIS DEL COSTO INDIRECTO.**

DURACION DE LA OBRA 2.00 MESES

1). OFICINA MATRIZ

- 1.1. Gastos generales  
     oficina matriz (4.53 % del P.V.)      \$ 194,868.10
- 1.2. Gastos financieros (1.00 % del P.V.)      \$ 43,017.24

2). ADMINISTRACION DE CAMPO

2.1. Horarios sueldos y prestaciones

2.1.1. Personal técnico

CATEGORIA	No. DE PERSONAS	COSTO EMPRESA POR MES	No. MESES OCUPADOS	MONTO TOTAL
Supte. construcción	1	15,456.00	2	\$ 30,912
Jefe de obra	1	8,243.00	2	\$ 16,486
Auxiliar técnico	2	3,606.25	2	\$ 14,425
Checador de materiales	1	1,648.50	2	\$ 3,297
Sobrestante de Construc.	2	3,606.25	2	\$ 14,425
Topógrafo	1	3,041.00	2	\$ 6,182
<b>S U M A S</b>				<b>\$ 85,727</b>
<b>TOTAL POR HORARIOS SUELDOS Y PRESTACIONES</b>				
<b>P/PERSONAL TECNICO.</b>				<b>\$ 85,727.00</b>

2.1.2. Personal Administrativo

CATEGORIA	No DE PERSONAS	COSTO EMPRESA	No. DE MESES OCUPADOS	MONTO TOTAL
Contador	1	6,218	2	\$ 12,436
Checador de personal	1	1,650	2	\$ 3,300
Velador	1	1,350	2	\$ 2,700
<b>S U M A S</b>				<b>\$ 18,436</b>
<b>TOTAL POR HORARIOS SUELDOS Y PRESTACIONES</b>				
<b>P/PERSONAL ADMINISTRATIVO.</b>				<b>\$ 18,436.00</b>

CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO

3) PASAJES, VIATICOS Y VISITAS

3.1. Atención a Visitas

A. Atención a visitas

$$2 \text{ personas} \times \$ 3,641.20 / \text{mes} \times 2 \text{ meses} = \$ 14,564.80$$

S U M A S                      \$ 14,564.80

TOTAL DE PASAJES, VIATICOS Y VISITAS                      \$ 14,564.80

4). INSTALACIONES, OFICINAS, CAMPAMENTOS Y BODEGAS.

4.1. OFICINAS.

Se estima que se requiere construir, en la cercanía de la obra, una area de 150.00 M<sup>2</sup> a razón de \$ 550 /m<sup>2</sup>. para albergar oficinas técnicas y administrativas, las cuales se amortizan al 100 % por no ser recuperables.

$$\text{Cargo} = 150.00 \times \$565.369 / \text{m}^2 = \$ 84,305.35$$

4.2. CAMPAMENTO OBREROS.

Se estima que se requiere construir, en la cercanía de la obra, una area de .00 /m<sup>2</sup> a razón de \$ 0 /m<sup>2</sup>, para albergar campamento y comedor obrero, las cuales se amortizan al 100 % por no ser recuperables.

$$\text{Cargo} = .00 \text{ m}^2 \times \$ / \text{m}^2 = \$ 0$$

4.3. BODEGAS.

Se estima que se requiere construir una bodega con las siguientes dimensiones 90.00 m<sup>2</sup>, a razón de \$ 350 /m<sup>2</sup>, para albergar materiales la cual se amortizan al 100 % por no ser recuperable.

$$\text{Cargo} = 90.00 \text{ m}^2 \times \$ 358.48 / \text{m}^2 = \$ 32,263.20$$

TOTAL INSTALACIONES, OFICINAS CAMPAMENTOS Y BODEGAS \$ 117,068.35

5). SERVICIOS Y LABORATORIO EN CAMPO.

$$\$ 5,069.885 / \text{mes} \times 2 \text{ Meses} = \$ 10,139.77$$

TOTAL DE SERVICIO Y LABORATORIO DE CONCRETO DE CAMPO \$ 10,139.77

6). FLETES DE MAQUINARIA Y EQUIPO.

2 Viajes plataforma cama alta de \$ 7,220.75

TOTAL DE MOVILIZACION DE EQUIPO,  
TRANSPORTADO EN PLATAFORMA.           \$ 14,441.50

7). INSTALACIONES PARA TANQUES DE COMBUSTIBLE

7.1. Tanque para combustible

1 Tanq. p/comb. de 10 m<sup>3</sup> x \$ 61,794.61 /tanq.  
x .90 Depreciación           = \$ 55,615.15

TOTAL POR INSTALACIONES PARA PLANTA  
DE CONCRETO Y COMBUSTIBLE           \$ 55,615.15

8). GASTOS DE OFICINA.

8.1. PAPELERIA Y UTILES DE ESCRITORIO

2 meses                   x \$ 500/mes = \$ 1,039.06

8.2. TELEFONO

2 meses                   x \$ 250/mes = \$ 519.53

8.3. RADIO

2 meses                   x \$ 300/mes = \$ 623.44

8.4. F A X

2 meses                   x \$ 100/mes = \$ 207.81

8.5. VALIJA

2 meses                   x \$ 100/envio  
x 2 envíos/mes = \$ 415.63

8.6. COPIAS Y DUPLICADOS

2 meses                   x \$ 400/mes = \$ 831.25

8.7. ENVIO DE REMESAS

2 meses                   x \$ 160/remesa  
x 4 remesas/mes = \$ 665.00

-----  
TOTAL = \$4,301.72  
TOTAL DE GASTOS DE OFICINA   \$ 4,301.72

9). SEGUROS Y FIANZAS

TOTAL DE SEGUROS Y FINANZAS    \$77,123.76

10). UTILIDAD BRUTA

Se considera el 14.00 % costo directo  
14 % x \$ 3,072,660.00    = \$ 430,172.40

TOTAL DE UTILIDAD BRUTA    \$ 430,172.40

11). CARGOS ADICIONALES

11.1. Gastos de inspección de la secretaria de la  
      contraloría general de la federación.  
      .50 % x \$ 4,301,724 = \$ 21,508.00

11.2. Gastos de inspección departamento del  
      distrito federal.  
      3.00 % x \$ 4,301,724 = \$ 129,051.72

11.3. Instituto de capacitación de la industria  
      de la construcción y colegios.  
      .30 % x \$ 4,301,724 = \$ 12,905.17

TOTAL DE CARGOS ADICIONALES    \$ 163,465.51

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

**R E S U M E N**

CONCEPTOS	IMPORTE PARCIAL (\$)	ACUMULADO (\$)	% CON RELACION COSTO DIRECTO	
			PARCIAL	ACUM.
1.- ADMINISTRACION CENTRAL		\$237,885.34		7.74
1.1. GASTOS GENERALES OFICINA MATRIZ	194,868.10		6.34	
1.2. GASTOS FINANCIEROS	43,017.24		1.40	
2.- PERSONAL TECNICO Y ADMVO. DE CAMPO		104,163.00		3.39
2.1. HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES				
2.1.1. PERSONAL TECNICO	85,727.00		2.79	
2.1.2. PERSONAL ADMVO.	18,436.00		0.60	
3.- PASAJES Y VIATICOS DEL PERSONAL TECNICO ADMVO.	14,564.80	14,564.80	0.47	0.47
4.- INSTALACIONES, OFICINAS, CAMPAMENTOS, BODEGAS, TALLERES Y CASAS		117,068.35		3.82
4.1. OFICINAS	84,805.350		2.76	
4.2. CAMPAMENTOS OBREROS	0.00		0.00	
4.3. BODEGA	32,263.00		1.05	
5.- SERVICIO Y LABORATORIO DE CONCRETO EN CAMPO	10,139.77	10,139.77	0.33	0.33
6.- FLETES DE MAQUINARIA Y EQUIPO MOVILIZACION DE EQUIPO, TRANSPORTADO EN PLATAFORMA	14,441.50	14,441.50	0.47	0.47
7.- INSTALACIONES PARA TANQUE DE COMBUSTIBLE				
7.1. TANQUES PARA COMBUSTIBLES	55,615.15	55,615.15	1.81	1.81
8.- GASTOS DE OFICINA		4,301.72		0.14
8.1. PAPELERIA Y UTILES DE ESCRITORIO	1,039.06		0.03	
8.2. TELEFONO	519.53		0.02	
8.3. RADIO	623.44		0.02	
8.4. FAX	207.81		0.01	
8.5. VALIJA	415.63		0.01	
8.6. COPIAS Y DUPLICADOS	831.25		0.03	
8.7. ENVIO DE REMESAS	665.00		0.02	
9.- SEGUROS Y FIANZAS	77,123.76	77,123.76	2.51	2.51

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

<b>CARGOS INDIRECTOS</b>		635,303.39		20.68
10.- UTILIDAD BRUTA	430,172.40	430,172.40	14.00	14.00
11.- CARGOS ADICIONALES		163,465.51		5.32
11.1. GASTOS DE INSPECCION DE LA CONTRALORIA	21,508.62		0.70	
11.2. SERVICIOS DE INSPECCION Y VIGILANCIA S.P.P.	125,051.72		4.20	
11.3. INSTITUTO DE CAPACITACION DE LA INDUSTRIA DE CONSTRUCCION	12,505.17		0.42	
<b>SUMA DE INDIRECTOS, UTILIDAD Y CARGOS ADICIONALES</b>		1,228,941.30		40.00

$$\text{FACTOR INDIRECTO} = \frac{\text{Cargos I. + U + C.A. } 1'228,941.30}{\text{C.D. } 3'072,660.00} = 40.00\%$$

### ANALISIS DEL COSTO INDIRECTO

CONCEPTO	ADMINISTRACION CENTRAL (\$)	ADMINISTRACION DE OBRA (\$)
1.- HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES	93,263.87	104,163.00
2.- DEPRECIACION, MANTENIMIENTO Y RENTAS	29,230.22	172,683.50
3.- SERVICIOS	5,846.04	10,139.77
4.- FLETES Y ACARREOS	0.00	14,441.50
5.- GASTOS DE OFICINA	15,589.45	4,301.72
6.- PASAJES Y VIATICOS	31,451.71	14,564.80
7.- SEGUROS Y FIANZAS	19,486.81	77,123.76
8.- TRABAJOS PREVIOS Y AUXILIARES	0.00	0.00
9.- SEÑALAMIENTO	0.00	0.00
<b>SUMAS:</b>	194,868.10	397,418.05

### (PORCENTAJES CON RESPECTO AL COSTO DIRECTO)

A)	<b>ADMINISTRACION CENTRAL</b>		
	194,868.10		
COSTO DIRECTO	3,072,660.00	0.063390	6.3390%
D)	<b>ADMINISTRACION DE OBRA</b>		
	397,418.05		
COSTO DIRECTO	3,072,660.00	9383	12.9383%

<b>COSTO DIRECTO + ADMINISTRACION</b>	<b>119.2773% CD</b>
---------------------------------------	---------------------

**CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

C)	CARGOS ADICIONALES	
1- GASTOS DE INSPECCION DE DE LA SRIA. DE LA CONTRALORIA GENERAL DE LA FEDERACION	0.50% DE PU.	
2- GASTOS DE INSPECCION DEL DEPTO. DEL DISTRITO FEDERAL	3.00% DE PU.	
3- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONS- TRUCCION	0.20% DE PU.	
4- COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MEXICO	0.05% DE PU.	
5- COLEGIO DE ARQUITECTURA DE MEXICO	0.05% DE PU.	
	<u>3.80% DE PU.</u>	
<u>3.80 x 100</u>		
100.00 - 28.57		5.3199% CD

124.5972% CD

D)	FINANCIAMIENTO	
<u>(0.01) PV x 100</u>	1.123596%	
(10.10-0.01) PV		
1.123596 x 124.5972		1.4000% CD

125.9972% CD

E)	UTILIDAD BRUTA	
	10.00% DE PU.	
<u>10 PV x 100</u>	11.111111%	
UB - 100 - 10.00		
11.111111 x 125.9972		13.9997% CD

139.9969% CD

**V.3. PRECIOS UNITARIOS.**

**FRESADO DEL PAVIMENTO (CORTE EN FRIO)**

1.- MANO DE OBRA.

1.- Trazo y nivelación

3 Cadenero 1a. X \$ 66.03 tno. = \$ 198.09/tno.

1 Ayudante gral. 1a. X \$ 50.63 tno. = \$ 50.63/tno.

\$ 248.72/tno.

Rendimiento 7,430.00 m2/tno.

\$ 248.72/tno.

= \$ 0.03/m2

7,430.00m2/tno.

2.- Corte, carga y limpieza manual.

0.1 Cabo de oficios 1a. X \$ 80.70/tno. = \$ 8.07/tno.

4 Ayudante general 1a. X \$ 50.63/tno. = \$ 202.52/tno.

\$ 210.59/tno.

Rendimiento 18.00 m3/tno.

\$ 210.59 /tno. X 0.075 m3/m2

= \$ 0.88/m2.

18.00 m3/tno.

3.- Señalamiento provisional.

1 Cabo de oficios 1a. X \$ 80.70/tno. = \$ 80.70/tno.

1 Of. elec.corr. alt. 1a. X \$ 68.64/tno. = \$ 68.64/tno.

6 Ayudante gral. 1a. X \$ 50.63/tno. = \$ 303.78/tno.

\$ 453.12/tno.

Rendimiento 7,430.00 m2/tno.

\$ 453.12/tno.

X 0.53 = \$ 0.03/m2.

7,430.00 m2/tno.

Rendimiento 7,430.00 m2/tno.

\$ 248.72/tno.

= \$ 0.03/m2.

7,430.00 m2/tno.

II.- MATERIALES.

1.- Señalamiento provisional.

a) Luminoso

250	Cable uso rudo	X \$	3.46/m	=	\$ 864.11
75	Soquet	X \$	1.50/pza.	=	\$ 112.50
125	Foco 100 w	X \$	1.60/pza.	=	\$ 200.00

\$ 1,176.61

Se considera necesario para una área de 7,430.00m<sup>2</sup>  
y 20 usos

$$\frac{\$ 1,176.61}{7,430.00 \text{ m}^2 \times 20.00 \text{ usos}} = \$ 0.01/\text{m}^2$$

b) Metálico.

30	Señal rest.30X120 cm	X \$	96.12/pza	= \$ 2,883.60
6	Barrera portátil	X \$	406.00/pza	= \$ 2,436.00
6	Señales con figura	X \$	96.12/pza	= \$ 576.72
6	Señal infor. 3.05X1.50	X \$	406.00/pza	= \$ 2,436.00
6	Señal .6 X.6	X \$	96.12/pza	= \$ 576.12

\$ 8,909.04

Se considera necesario para una área de 7,430.00 m<sup>2</sup>  
y 45 usos

$$\frac{\$ 8,909.04}{7,430.00 \text{ m}^2 \times 45.00 \text{ usos}} = \$ 0.03/\text{m}^2$$

2.- Agua para corte de carpeta

a) Extracción y acarreo de agua

C. Básico "A"	\$	24.48/m3
Consumo		0.0025 m3
Desperdicio		3.00%

$$\$ 24.28/m3 \times .00 m3 \times 1.03 \times .08 = \$ 0.00/m2$$

$$\text{CARGO POR MANO DE OBRA} = \$ 0.04$$

III.- MAQUINARIA.

1.- Señalamiento provisional.

Camión F-600 volteo de 6 m3  
C. Horario \$ 83.755/hr  
Rendimiento 7,430.00m2/hr

Tiempos en acarreo locales de señales

Inicio de turno	=	60.00 Min.
Retiro de turno	=	60.00 Min.
Acom. en almacén	=	60.00 Min.
		80.00 Min.

$$\begin{array}{r} \$ 83.76/hr \times 180.00 \text{ Min.} \\ \hline 7,430.00 \text{ m2/hr} \times 60.00 \text{ Min.} \end{array} \quad \$ 0.03/m2$$

CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO

2.- Fresado de carpeta.

1 Detector de metales X \$ 2.50/hr. = \$ 2.50/hr.  
1 Roto mill PR-750 X \$ 1,055.93/hr. = \$ 1,055.93/hr.

\$ 1,058.43/hr.

Rendimiento 335m<sup>2</sup>/hr.

\$ 1,058.43/hr.  
335m<sup>2</sup>/hr. = \$ 3.16/m<sup>2</sup>

3.- Acarreo producto del corte

Tarifa fletero 1er km. \$ 0.90/m<sup>3</sup> X 1 km = \$ 0.90/m<sup>3</sup>  
Tarifa fletero km. subs. \$ 0.80/m<sup>3</sup> X 12 km = \$ 9.60/m<sup>3</sup>

\$ 10.50/m<sup>3</sup>

Mermas y desp. 5.00%  
Abundamiento 50.00%  
Coeficiente 0.075m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>  
Distancia 24.00km

\$ 10.50/m<sup>3</sup> X .08 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> X 1.50 X 1.05 = \$ 1.24/m<sup>2</sup>

CARGO POR MAQUINARIA = 4.43/M<sup>2</sup>

HERRAMIENTA.

10% de la Mano de Obra

.10 X \$ 0.94/m<sup>2</sup> = \$ 0.09/m<sup>2</sup>

CARGO POR HERRAMIENTA = \$ 0.09/m<sup>2</sup>

COSTO DIRECTO = \$ 5.52/m<sup>2</sup>

INDIRECTOS Y UTILIDAD 40.00% = \$ 2.21/m<sup>2</sup>

PRECIO UNITARIO = \$ 7.73/m<sup>2</sup>

CARPETA ASFALTICA DE 7.5 CM DE ESPESOR

I.- MANO DE OBRA.

1.- Trazo y nivelación.

3	Cadenero 1a.	X \$	66.03/tno.	= \$	198.09/tno.
1	Ayudante gral. 1a.	X \$	50.63/tno.	= \$	50.63/tno.
					<hr/>
					\$ 248.72/tno.

Rendimiento 7.430.00 m2/tno.

$$\frac{\$ 248.72/\text{tno.}}{7,430.00 \text{ m}^2/\text{tno.}} = \$ 0.03/\text{m}^2$$

2.- Señalamiento provisional.

1	Cabo de oficios 1a.	X \$	80.70/tno.	= \$	80.70/tno.
1	Of. elec.corr. alt. 1a.	X \$	68.64/tno.	= \$	68.64/tno.
6	Ayudante general 1a.	X \$	50.63/tno.	= \$	303.78/tno.
					<hr/>
					\$ 453.12/tno.

Rendimiento 7,430.00 m2/tno.

$$\frac{\$ 453.12/\text{tno.}}{7,430.00 \text{ m}^2/\text{tno.}} \times 0.53 = \$ 0.0./\text{m}^2$$



II.- MATERIALES.

1.- Señalamiento provisional.

a) Luminoso

250	Cable uso rudo	X \$	3.46/m	= \$	864.11
75	Soquet	X \$	1.50/pza	= \$	112.50
125	Foco 100 w	X \$	1.60/pza	= \$	200.00
					\$ 1,176.61

Se considera necesario para una área de 7,430.00 m<sup>2</sup>  
y 20 usos

$$\frac{\$ 1,176.61}{7,430.00 \text{ m}^2 \times 20.00 \text{ usos}} = \$ 0.01/\text{m}^2$$

b) Metálico

30	Señal rest.30X120 cm	X \$	96.12/pza	= \$	2,883.60
6	Barrera portátil	X \$	406.00/pza	= \$	2,436.00
6	Señales con figura	X \$	96.12/pza	= \$	576.72
6	Señal infor.3.05 X 1.50	X \$	406.00/pza	= \$	2,436.00
6	Señal .6 X .6	X \$	96.12/pza	= \$	576.72
					\$ 8,909.04

Se considera necesario para una área de 7,430.00 m<sup>2</sup> y 45 usos

$$\frac{\$ 8,909.04}{7,430.00 \text{ m}^2 \times 45.00 \text{ usos}} = \$ 0.03/\text{m}^2$$

2.- Asfalto rebajado.

Asfalto FR-3 puesto en obra  
Costo \$ 0.31/lt  
Consumo 0.50 lt/m<sup>2</sup>  
Desperdicio 5.00%

$$\text{\$ } 0.31/\text{lt} \times .50\text{lt}/\text{m}^2 \times 1.05 = \text{\$ } 0.16/\text{m}^2.$$

3.- Carpeta Asfáltica.

a) Extracción y acarreo de agua

C. Básico "A" \$ 24.28/m<sup>3</sup>  
Consumo 0.04m<sup>3</sup>  
Desperdicio 3.00%

$$\text{\$ } 24.28/\text{m}^3 \times .04 \text{ m}^3 \times 1.03 \times .08 = \text{\$ } 0.08/\text{m}^2.$$

b) Mezcla Asfáltica.

Mezcla asfáltica.  
Costo \$ 90.00/ton.  
Consumo 2.40ton/m<sup>3</sup>  
Desperdicio 5.00%  
Sobrecosto  
tno.nocturno 16.00%  
Mezcla por m<sup>2</sup> 0.07 m<sup>3</sup>

$$\text{\$ } 90.00/\text{ton} \times 2.40 \text{ ton}/\text{m}^3 \times 1.05 \times 1.16 \times .070\text{m}^3 \\ = \text{\$ } 18.42/\text{m}^2.$$

$$\text{CARGO POR MATERIALES} = \text{\$ } 18.69/\text{m}^2.$$

III.- MAQUINARIA.

1.- Señalamiento provisional.

Camión F-600 volteo de 6 m3  
C. Horario \$ 83.755/hr.  
Rendimiento 7,430.00m2/hr

Tiempos en acarreo locales de señales

Inicio de turno	=	60.00		Min.
Retiro de turno	=	60.00		Min.
Acom. en almacén	=	60.00		Min.
		180.00		Min.

\$ 83.76/hr X 180.00 Min.

7,430.00 m2/hr X 60.00 Min.	=	\$ 0.03/m2
-----------------------------	---	------------

2.- Barrido del producto del corte.

1	Tractor agrícola	X \$	49.21/hr.	= \$	49.21/hr.
1	Barredora mecánica	X \$	11.17/hr.	= \$	11.17/hr.
1	Compresor SP-325D	X \$	52.78/hr.	= \$	52.78/hr.

\$ 113.15/hr.

Rendimiento 7,430 m2/hr

\$ 113.15/hr.

7,430.00 m2/hr.	X 8 hrs	= \$ 0.12/m2
-----------------	---------	--------------

3.- Riego de liga.

1	Compresor SP-325D	X \$	52.78/hr.	= \$	52.78/hr.
1	Petrolizadora 5900lt	X \$	92.97/hr.	= \$	92.97/hr.

\$ 145.74/hr.

Rendimiento 3,715 m2/hr

\$ 145.74/hr.

3,715.00 m2/hr.	X 8 hrs	= \$ 0.31/m2
-----------------	---------	--------------

CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO EN EL ARROYO  
CENTRAL ORIENTE DEL PERIFERICO DE LA CIUDAD DE MEXICO

4.- Mezcla asfaltica.

a) Tendido y compactación.

1	Pavimentadora SA-41	X	\$ 377.06/hr. = \$ 377.06/hr.
1	Compactador AP-23	X	\$ 86.86/hr. = \$ 86.86/hr.
1	Compactador CA-25A	X	\$ 110.82/hr. = \$ 110.82/hr.
1	Compactador DA-30	X	\$ 55.09/hr. = \$ 55.09/hr.

\$ 629.83/hr.

Tiempo 8 hrs.  
Rendimiento 5,400 m2/hr

$$\frac{\$ 629.83/\text{hr.} \times 8.00\text{hrs}}{5,400.00 \text{ m}^2/\text{hr.}} = \$ 0.93/\text{m}^2$$

b) Acarreo.

Tarifa fletero	\$ 0.75/ton-km.
Dist. de acarreo	14.00km
Peso vol. mezcla	2.40ton/m3
Mermas y desp.	3.00%
Volumen	0.07m3/m2

$$\frac{\$ 0.75/\text{ton-km.} \times 14.00 \text{ km} \times 2.40 \text{ ton}/\text{m}^3 \times 1.03 \times 0.07\text{m}^3/\text{m}^2}{11.00\text{ton} \times 2.40\text{ton}/\text{m}^3 \times 1.03} = \$ 1.82/\text{m}^2$$

c) Tiempo de espera de camión.

antes de descarga	0.40hr.
Peso a descargar	11.00ton.

Camión F-600 volteo de 6 m3

C. Horario 83.76/hr

$$\frac{\$ 83.76/\text{hr} \times 0.40\text{hr.} \times 0.07\text{m}^3/\text{m}^2}{11.00\text{ton} \times 2.40\text{ton}/\text{m}^3 \times 1.03} = \$ 0.09/\text{m}^2$$

CARGO POR MAQUINARIA = \$ 3.31/m2

HERRAMIENTA

10% de la Mano de Obra

$$.10 \times \$ 0.36/m^2 = \$ 0.03/m^2$$

CARGO POR HERRAMIENTA = \$ 3.03/m<sup>2</sup>

COSTO DIRECTO	=	\$ 22.40/m <sup>2</sup>
INDIRECTOS Y UTILIDAD 40.00%	=	\$ 8.96/m <sup>2</sup>
PRECIO UNITARIO	=	\$ 31.36/m <sup>2</sup>

APLICACION DE MORTERO ASFALTICO EN UN ESPESOR DE 10 MM.

I.- MANO DE OBRA.

1.- Barrido de la superficie previo  
a la colocación del mortero.

1	Cabo de oficios 1a.	X \$ 80.70/tno.	= \$ 80.70/tno.
6	Ayudante general 1a.	X \$ 50.63/tno.	= \$ 303.78/tno.
			\$ 384.48/tno.

$$\begin{array}{r} \text{Rendimiento } 1,400.00 \quad \text{m}^2/\text{tno.} \\ \$ 384.48/\text{tno.} \\ \hline 1,400.00 \text{ m}^2/\text{tno.} \end{array} = \$ 0.27/\text{m}^2$$

2.- Acarreos locales en formación de almacen  
y acarreo de desperdicios.

1	Cabo de oficios 1a.	X \$ 80.70/tno.	= \$ 80.70/tno.
4	Ayudante general 1a.	X \$ 50.63/tno.	= \$ 202.52/tno.
			\$ 283.22/tno.

$$\begin{array}{r} \text{Rendimiento } 1,400.00 \quad \text{m}^2/\text{tno.} \\ \$ 283.22/\text{tno.} \\ \hline 1,400.00 \text{ m}^2/\text{tno.} \end{array} = \$ 0.20/\text{m}^2$$

3.- Colocación de mortero asfáltico

- 1 Cabo de oficios 1a. X \$ 80.70/tno. = \$ 80.07/tno.
- 2 Tornillero 1a. X \$ 66.03/tno. = \$ 132.06/tno.
- 4 Rastrillero 1a. X \$ 66.03/tno. = \$ 264.12/tno.
- 3 Ayudante general 1a. X \$ 50.63/tno. = \$ 151.89/tno.

\$ 628.77/tno.

Rendimiento 1,400 m2/tno.

$$\frac{\$ 628.77/tno.}{1,400.00m2/tno.} = \$ 0.45/m2$$

4.- Equipo de seguridad para trabajos nocturnos.

- 2 Of.elec. corr. alt. 1a X \$ 68.64/tno. = \$ 137.28/tno.
- 1 Cabo de oficios 1a. X \$ 80.70/tno. = \$ 80.70/tno.
- 6 Señalero 1a. X \$ 66.03/tno. = \$ 396.18/tno.

\$ 614.16/tno.

Rendimiento 1,400.00 m2/tno.

$$\frac{\$ 614.16/tno.}{1,400.00 m2/tno.} = \$ 0.44/m2$$

CARGO POR MANO DE OBRA = \$ 1.36/m2

II.- MATERIALES.

- 1.- Barrido de la superficie previo a la colocación de mortero asfáltico.

Cepillos de raiz  
Adquisición \$ 7.00/pza  
Consumo 4.00pza  
Rendimiento 300.00m2/pza

$$\frac{4.00 pza \times \$ 7.00/pza}{300.00 m2/pza} = \$ 0.09/m2$$

2.- Fabricación de Mortero Asfáltico.

Materiales

	COSTO	FLETE	TOTAL
Agregados	\$ 14.00	\$ 24.00	\$ 38.00/m3
Cem prtland	\$ 0.20	\$ 0.00	\$ 0.20/kg
EMULSION ASF.	\$ 0.32	\$ 0.02	\$ 0.34/lt
Aditivo ADP-1	\$ 2.95	\$ 0.04	\$ 2.99/lt
Ext.acarreo ag	\$ 24.28	\$ 0.00	\$ 24.28/m3

Proporcionamiento para el m2

Agregados	1.000m3/m3	X	38.00/m3	\$	38.00/m3
Cem portland	18.000kg/m3	X	0.20/m3	\$	3.60/m3
EMULSION ASF.	225.000lt/m3	X	0.34/m3	\$	75.60/m3
Aditivo ADP-1	25.000lt/m3	X	2.99/m3	\$	74.80/m3
Ext.acarreo ag	0.280m3/m3	X	24.28/m3	\$	6.80/m3
					\$ 198.80/m3

Desperdicio fabricación                      5.00%

$$\text{\$ } 198.80/\text{m}^3 \times 1.05 = \text{\$ } 208.74/\text{m}^2$$

Espesor de proyecto 0.01m

Si se considera una sobrecolocación del 35%  
por consideraciones de pavimento.

$$.01\text{m} \times 1.35 \times \text{\$ } 208.74/\text{m}^2 = \text{\$ } 2.83/\text{m}^2$$

3.- Equipo de seguridad para trabajos nocturnos.

$$\begin{array}{r} \text{Lote} \quad \text{\$ } 13,000.00 \\ \hline 172,500/\text{m}^2 \end{array} = \text{\$ } 0.08/\text{m}^2$$

$$\text{CARGO POR MATERIALES} = \text{\$ } 2.90/\text{m}^2.$$

III.- MAQUINARIA.

1.- Barrido de la superficie previo de la colocación del mortero.

1	Compresor SP-325D	X \$ 52.78/hr.	= \$ 52.78/hr.
1	Tractor agricola	X \$ 49.21/hr.	= \$ 49.21/hr.
1	Barredora mecánica	X \$ 11.17/hr.	= \$ 11.27/hr.
			\$ 113.15/hr.

Rendimiento: 200.00 m2/hr

$$\frac{\$ 113.15/\text{hr.}}{200 \text{ m}^2/\text{hr.}} = \$ 0.57/\text{m}^2$$

2.- Acarreo local en formación de almacenes y desperdicios.

Camión F-600 volteo de 6 m3  
C. Horario \$ 83.76/hr  
Rendimiento 200.00m2/hr

$$\frac{\$ 83.76/\text{hr.}}{200 \text{ m}^2/\text{hr.}} = \$ 0.42/\text{m}^2$$

3.- Colocación y compactación del mortero asfáltico.

1	Extendedora slurry	X \$ 197.22/hr.	= \$ 197.22/hr.
1	Pipa de 7000 lts.	X \$ 71.76/hr.	= \$ 71.76/hr.
1	Cargador de 45-B	X \$ 124.47/hr.	= \$ 124.47/hr.
1	Compactador AP-23	X \$ 86.86/hr.	= \$ 86.86/hr.
1	Petrolizadora 5900lt	X \$ 92.97/hr.	= \$ 92.97/hr.
			\$ 573.28/hr.

Rendimiento: 200.00m2/hr

$$\frac{\$ 573.28/\text{hr.}}{200 \text{ m}^2/\text{hr.}} = \$ 2.87/\text{m}^2$$

4.- Equipo de seguridad por trabajos nocturnos.

Camioneta redilas Ford F-350  
C. Horario \$ 37.35/hr  
Rendimiento 200.00m<sup>2</sup>/hr

$$\frac{\$ 37.35/\text{hr.}}{200.00 \text{ m}^2/\text{hr.}} = \$ 0.19/\text{m}^2$$

CARGO POR MAQUINARIA = \$ 4.04/m<sup>2</sup>

HERRAMIENTA

10% de la Mano de Obra

$$0.10 \times \$ 1.36/\text{m}^2 = \$ 0.13/\text{m}^2$$

CARGO POR HERRAMIENTA = \$ 0.13/m<sup>2</sup>

COSTO DIRECTO	=	\$ 8.44/m <sup>2</sup>
INDIRECTOS Y UTILIDAD 38.00%	=	\$ 3.38/m <sup>2</sup>
		<hr/>
PRECIO UNITARIO	=	\$ 11.82/m <sup>2</sup>

V.4. PRESUPUESTO

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO  
EN EL ARROYO CENTRAL ORIENTE DEL PERIFÉRICO

CATALOGO DE CONCEPTOS

Nº	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	%
P01	FRESADO DEL PAVIMENTO	57,000.00	M2	7.73	440,610.00	10.33
P02	CARPETA ASFALTICA	57,000.00	M2	31.36	1,787,520.00	41.89
P03	APLICACION DEL MORTERO ASFALTICO	172,500.00	M2	11.82	2,038,950.00	47.78
<b>TOTAL</b>					<b>4,267,080.00</b>	<b>100%</b>

## CONCLUSION

La red de caminos de México es uno de los sistemas de transporte más importante y por ello, su protección y conservación es uno de los factores en el que el ingeniero civil debe poner una atención especial.

En nuestro país el uso de la sobrecarpeta asfáltica, se usa indiscriminadamente para todo tipo de rehabilitación, sin realizar previamente un análisis del alto costo económico que ello representa, sumando ésta a la poca o nula solución que obtenemos a nuestro problema, ya que se reflejan en la aparición de las diferentes fallas existentes en los pavimentos, provocando grandes molestias a los conductos que se sugieren.

Debemos destacar que el método de sección compensada a través del fresado de carpeta (corte en frío) por medio de la Roto-Mill, nos ofrece una alternativa más óptima a nuestro problema de rehabilitación de modo de obtener resultados más confiados en tiempos reducidos y con costos más bajos.

El corte en frío realizado por medio de una perfiladora, se ha establecido como un método comprobado de mantenimiento de carreteras con muchas ventajas, como la de producir a la hora del corte, una superficie texturizada sobre la cual pueden rodar inmediatamente los vehículos. en la actualidad únicamente se corta la carpeta con un espesor máximo de 15cm., para posteriormente restituir la carpeta en capa de 10cm. como máximo.

El perfilado de la carpeta asfáltica impide la acumulación de carpetas; la colocación de una nueva capa sobre una base precisamente perfilada, produce una densidad uniforme de compactación brindando una superficie mayor y duradera.

Los trabajos realizados para llevar a cabo la rehabilitación del pavimento: corte en frío o fresado de carpeta, riego de liga, tendido y compactación de la carpeta y el mortero asfáltico, son realizados en horarios nocturno, por lo que no afectan el tránsito vehicular, que es uno de los mayores problemas que se enfrentan en la actualidad, y por la rapidez en que se efectúan es el más importante para la rehabilitación de los pavimentos asfálticos.

## BIBLIOGRAFIA

- LA INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES  
ALFONSO RICO RODRIGUEZ  
HERMILO DEL CASTILLO.
  
- PAVIMENTOS ASFALTICOS  
J. ROGERS MARTIN  
HUGH A. WALLACE  
EDICIONES AGUILAR.
  
- CARRETERAS, CALLES Y AEROPISTAS  
RAUL VALLE RODAS.
  
- EMULSIONES ASFALTICAS  
GUSTAVO RIVERA E.  
REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA, S.A.
  
- VIAS DE COMUNICACIONES  
CARLOS CRESPO VILLALAZ  
NORIEGA EDITORES
  
- MANUAL DEL ASFALTO  
MANUEL VELAZQUEZ  
EDICIONES URMO
  
- TESIS: REHABILITACION DE PAVIMENTOS DE USO AERONAUTICO EN EL  
AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CD. DE MEXICO.  
JOSE LUIS CAMACHO MELENDEZ  
UNAM. ENEP. ACATLAN.