

01146

24



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**TRATAMIENTOS SUPERFICIALES PREMEZCLADOS EN BASE A  
CEMENTO ASFALTICO O EMULSION ASFALTICA EN  
PAVIMENTOS FLEXIBLES**

**T E S I S**  
P R E S E N T A D A P O R:  
**FRANCISCO JAVIER BULAS SANCHEZ**  
P A R A O B T E N E R E L G R A D O D E:  
**MAESTRO EN INGENIERIA**  
**(CONSTRUCCION)**

CIUDAD UNIVERSITARIA

1996

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

**INDICE**

# INDICE

## INTRODUCCION

### CAPITULO I GENERALIDADES.

<b>1.1 Pavimentos.</b>	<b>1</b>
1.1.1 Finalidad de los pavimentos.	
1.1.2 Pavimentos flexibles.	
1.1.3 Pavimentos rígidos.	
<b>1.2 Asfaltos.</b>	<b>6</b>
1.2.1 Antecedentes.	
1.2.2 Obtención de los asfaltos.	
1.2.3 Tipos de asfaltos.	

### CAPITULO II TIPOS DE RIEGOS DE SELLO APLICADOS EN MEXICO.

<b>2.1 Tratamientos superficiales tradicionales en México.</b>	<b>13</b>
2.1.1 Tratamientos asfálticos superficiales con una sola capa de gravilla.	
2.1.2 Tratamientos asfálticos superficiales dobles y múltiples.	
2.1.3 Slurry Seal. (mortero asfáltico)	
2.1.4 Sellados con emulsión diluida sin material de cobertura.	

### CAPITULO III. ESPECIFICACIONES PARA RIEGO DE SELLO PREMEZCLADO.

<b>3.1 Riego de sello premezclado con emulsión asfáltica en obra y planta móvil.</b>	<b>21</b>
3.1.1 Riego de sello premezclado con emulsión asfáltica en obra y planta móvil.	
3.1.2 Emulsión asfáltica para sello premezclado en obra o planta móvil.	
3.1.3 Agua para la dilución de la emulsión asfáltica.	
3.1.4 Equipo para sello premezclado en obra.	
3.1.5 Equipo para sello premezclado en planta móvil.	
3.1.6 Cantidad óptima de material premezclado en obra.	
3.1.7 Cantidad óptima de material premezclado con planta móvil.	

<b>3.2 Riego de sello premezclado con cemento asfáltico.</b>	<b>28</b>
3.2.1 Agregados.	
3.2.2 Cemento asfáltico.	
3.2.3 Equipo para sello premezclado en planta con cemento asfáltico.	
3.2.4 Cantidad óptima de material premezclado con cemento asfáltico.	

#### **CAPITULO IV PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA RIEGO DE SELLO PREMEZCLADO**

4.1 Riego de sello premezclado con emulsión asfáltica en campo	31
4.2 Riego de sello premezclado con emulsión asfáltica hecho en planta móvil	34
4.3 Riego de sello premezclado con cemento asfáltico en planta	36

#### **CAPITULO V COMPARACION DE PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE RIEGO DE SELLO**

5.1 Riego de sello tradicional simple	43
5.2 Riego de sello tradicional con dos capas de material pétreo	44
5.3 Mortero asfáltico (Slurry Seal)	45
5.4 Riego de sello premezclado con emulsión asfáltica en obra	47
5.5 Riego de sello premezclado con emulsión asfáltica con planta móvil	48
5.6 Riego de sello premezclado con cemento asfáltico en planta	49

<b>CAPITULO VI CONCLUSIONES.</b>	<b>52</b>
----------------------------------	-----------

#### **ANEXOS**

#### **BIBLIOGRAFIA.**

# ***INTRODUCCION***

## INTRODUCCION.

El deterioro de la superestructura de las obras viales se inicia en el momento mismo en que termina la construcción de la carretera, estas estructuras se ven sometidas de inmediato a los efectos agresivos del medio ambiente, tales como la variación de la temperatura, de la humedad, etc. los que aunados a los efectos destructivos del tránsito, determinarán la amplitud de su vida útil.

A partir del momento en que una obra vial es puesta en operación, se hace necesario emprender un proceso requerido para que las estructuras mencionadas proporcionen durante su vida útil un servicio adecuado al usuario, el cual se denomina "conservación". Dentro del proceso de conservación se encuentra el tratamiento superficial que tiene la función de impermeabilizar la superficie de rodamiento, protegerla contra el desgaste y proporcionar una superficie antiderrapante.

Durante muchos años se ha visto que se tienen deficiencias en la aplicación de los tratamientos superficiales, si el material pétreo contiene demasiado polvo o finos como para evitar una adecuada adherencia entre el asfalto de liga y el material petreo. Y aún, a pesar que en las especificaciones no se permita la presencia de finos en la granulometría, difícilmente se pueden encontrar materiales que se sujeten a dicha limitación. Siendo común que los trabajos de tratamientos superficiales difícilmente se ejecuten con la calidad requerida, teniendo problemas por la presencia de finos como los que a continuación se mencionan:

- No hay adherencia entre el asfalto del riego de liga y el material de sello.
- Incomodidad e inseguridad al usuario del camino por la polvareda ocasionada por el desprendimiento del material fino del agregado.
- Alto porcentaje de material de sello, que no se adhirió al riego de liga, teniendo altos volúmenes de material desperdiciado y derrapamiento al vehículo del usuario.
- Superficies de rodamiento "llorados" que causan inseguridad al usuario.
- En términos de economía, se elevan los costos de construcción de riego de sello por los desperdicios tanto del agregado como del asfalto.

Actualmente se ha desarrollado un método que logra resolver casi por completo los problemas anteriormente mencionados, dicho procedimiento lleva por nombre Premezclado el cual consiste en aplicarle una capa delgada de material cementante (Emulsión diluida o cemento asfáltico) al material pétreo previo a su tendido. El material cementante que se aplica al material de sello que contiene polvos o finos, tiene como finalidad formar una película continua que cubre a los agregados uniéndoles el material fino mientras el agua se evapora durante el proceso de rompimiento de la emulsión.

El Premezclado se puede lograr con cemento asfáltico o con emulsión diluida con agua. El premezclado se logra en planta calentando el cemento asfáltico y mezclándolo con el agregado logrando una alta resistencia al paso de los vehículos por lo que se aplica preferentemente a caminos tipo A. Para lograr el premezclado con emulsión asfáltica diluida se puede lograr de dos formas, la primera es con una planta móvil en la que se agrega la emulsión y el agregado para ser mezclado, y la segunda forma es en la obra con una motoconformadora mezclando el agregado que previamente se le ha adicionado la emulsión diluida.

A continuación se da una visión global del presente trabajo:

- **Capítulo I** se engloban los conceptos generales acerca de las vías terrestres como son: las capas que constituyen un camino, como se obtienen los asfaltos y tipos de asfaltos que se han utilizado en las vías terrestres y como están clasificados los asfaltos.
- **Capítulo II** se describe el procedimiento constructivo de los tratamientos superficiales que se han utilizado en México.
- **Capítulo III** se mencionan las especificaciones particulares que se han observado en la práctica necesarias para lograr un premezclado adecuado tanto para emulsiones asfálticas como para cemento asfáltico.
- **Capítulo IV** se describen los procedimientos constructivos en la aplicación del premezclado, así como algunos comentarios que se han obtenido mediante experiencias en la aplicación del premezclado.
- **Capítulo V** se hace una comparativa de los métodos que se han aplicado en México mostrándose ventajas y desventajas, precios unitarios; así como algunos comentarios.
- **Capítulo VI** Se hace una breve conclusión del presente trabajo.

**CAPITULO I**  
**GENERALIDADES**

## **CAPITULO I. GENERALIDADES.**

Desde poco después del descubrimiento de la rueda, hacia el año 3500 a.c. aparecieron en la Mesopotamia las primeras superficies duras que servían como caminos. En la isla de Creta, en el mar mediterráneo, se encontró un camino recubierto con piedras construido antes del año 1500 a.c. En el continente Americano, existen indicios de la existencia de redes de caminos construidos por los pueblos Mayas, Aztecas e Incas, habitantes de Centro y Sud-américa.

La vía Apia construida al sur de Roma hacia el año 312 a.c., ilustra los complicados procedimientos que los romanos empleaban para la pavimentación; primero excavaban un surco de profundidad adecuada para que la superficie terminada quedara a nivel del piso original y luego construían el pavimento en 3 capas: una capa de pequeñas piedras quebradas, sobre la que colocaban otra de piedras mezcladas con mortero, firmemente apisonadas en el lugar y finalmente una capa de grandes bloques de piedra colocados y fijados con mortero y que servían como superficie de rodamiento. En estas vías ya se notaba la tendencia natural de dar un tratamiento especial a la superficie de la tierra para obtener un camino que pudiera dar servicio en cualquier estación del año.

A partir de 1908 se incrementó el ritmo de construcción paralelamente al avance de la fabricación de los vehículos, ejerciendo de inmediato una influencia extraordinaria en la estructura y función de las carreteras, implantándose nuevas técnicas en la construcción y conservación de las mismas. En la actualidad se ha tenido gran auge en la construcción de pavimentos con productos asfálticos, ya que el costo inicial en comparación con los pavimentos rígidos es más barato, los primeros caminos construidos con estos materiales fueron los cemento asfáltico y asfaltos rebajados, posteriormente se usaron las emulsiones asfálticas que ofrecen mayores ventajas que los materiales anteriormente mencionados<sup>1</sup>.

### **1.1 PAVIMENTO.**

Antes de ver lo que es propiamente un pavimento, se analizará en forma general las partes que forman la terracería que tiene como función soportar a las capas del pavimento. Las partes que forman a la terracería son:

1. Terracería
2. Subrasante.

**1. Terracería:** Es el terreno natural sin tratar, en el cual va apoyada la estructura de la obra vial.

**2. Subrasante.** Esta capa tiene la finalidad de servir como capa de transición entre las terracerías y la sub-base.

**El pavimento:** Se puede definir como la capa o conjunto de capas comprendidas entre la subrasante y la superficie de rodamiento. La función principal es soportar las cargas rodantes y transmitir a las terracerías los esfuerzos que estas producen, distribuyéndolos en tal forma que no se originen deformaciones perjudiciales en ellas, además, para que el tránsito de los vehículos se realice en forma rápida, segura y cómoda. Existen en general 2 tipos de pavimentos: Los pavimentos flexibles y rígidos<sup>2</sup>.

Entre las características que debe tener un pavimento se encuentran las siguientes:

- Debe tener una resistencia y un espesor total suficiente, tanto para soportar las cargas de los vehículos como para transmitir adecuadamente los esfuerzos a las terracerías, de modo que ésta no se deforme de manera perjudicial.
- Debe prevenir la penetración o la acumulación de agua en el interior.
- Debe tener una capa superior que sea adecuada para el rodamiento (carpeta) y ser resistente tanto a las cargas de los vehículos como a los agentes del intemperismo.

### **1.1.1 Pavimentos flexibles.**

Los pavimentos flexibles son aquellos que están formados por un elemento fundamental resistente de material asfáltico, el cual puede soportar tensiones. Los pavimentos flexibles están formados en general por una sub-base, una base, una carpeta asfáltica y un riego de sello (Ver anexo A fig 1.1).

**1. Sub-base.** Esta capa tiene la finalidad de transmitir esfuerzos a la capa subrasante, servir como capa de transición entre la base y la subrasante, reducir efectos de cambios volumétricos de las terracerías, mejorar el drenaje y evitar el ascenso del agua por capilaridad, así como reducir el costo del pavimento. Sin embargo, la sub-base puede omitirse, si la estructura requerida de pavimento es relativamente delgada o si los suelos de la subrasante son de alta calidad, sin problemas de humedad.

Esta capa consta de una capa compactada de material granular, ya sea tratada o no tratada, o una capa de suelo tratada con una mezcla conveniente.

**2. Base.** Esta capa tiene la finalidad de soportar adecuadamente las cargas y distribuir esfuerzos a las capas subyacentes en forma adecuada. Esta se construye sobre la capa de sub-base o si esta no se usa, directamente sobre la subrasante. Esta capa consta de agregados como piedra triturada, escoria, grava triturada o sin triturar y arena, o la combinación de estos materiales. En general, las especificaciones para la capa de base son considerablemente más estricta que para los materiales de la subbase.

Una vez terminada la base se procede a colocar un **riego de impregnación** que tiene por objeto impermeabilizarla contra la lluvia que posteriormente puede afectar a la base y sub-base; y del tránsito normal de vehículos ligeros durante la construcción. Además, sirve como zona de transición entre la base y la capa asfáltica siguiente. El material asfáltico utilizado por lo general es un asfalto rebajado FM-0, FM-1 o FL-1.

Posteriormente, se procede a aplicar un **riego de liga** el cual tiene por objeto unir capas, es decir, servir de transición entre la base y la carpeta o una capa asfáltica con otra del mismo tipo. El material utilizado en general es el asfalto rebajado FR-3 o emulsión asfáltica cationica.

**3. Carpeta asfáltica.** Estas carpetas son combinaciones de agregados petreos y material asfáltico, su objetivo es proporcionar una capa que sea resistente a las presiones ejercidas por las llantas e impermeable para prevenir la filtración del agua que puede provocar la falla del camino, es decir, debe tener una buena estabilidad, debe ser durable, flexible y presentar una gran resistencia al derrapamiento. Los tipos de carpetas asfálticas son las siguientes en función de su construcción:

		-Tratamientos superficial simple
	<b>Sistema de tratamientos superficiales</b>	-Tratamientos superficial dobles -Tratamientos superficial múltiple.
<b>CARPETAS</b>	<b>Mezclas en el lugar</b>	- Mezclas en el camino.
	<b>Mezclas en planta</b>	- Mezclas en planta portatil en frío. - Mezclas en planta estacionaria en caliente.

**a) Sistema de tratamientos superficiales:** Son todas las carpetas que se forman, colocado el asfalto cubierto con el material pétreo en una o varias capas separadas. Este tipo de pavimento se usa para tráfico ligero y se apoya sobre una base impregnada.

- **Tratamiento superficial simple:** Consiste en aplicar sobre la base hidráulica impregnada, un solo riego de producto asfáltico y posteriormente material pétreo.

- **Tratamiento superficial doble:** Consiste en aplicar sobre la base hidráulica impregnada dos riegos de determinado producto asfáltico, cubriendo cada uno con material pétreo, antes de dar el siguiente riego.

- **Tratamiento múltiple:** Consiste en aplicar sobre la base hidráulica impregnada, tres o cuatro riegos de determinado producto asfáltico, cubriendo inmediatamente cada uno con material pétreo, antes de dar el siguiente riego.

**b) Mezclas asfálticas en el lugar:** Este tipo de carpetas se construye de un espesor que varía según las necesidades del tránsito y está formada por una mezcla de material pétreo correctamente graduado y un asfalto rebajado o emulsión asfáltica.

- **Mezclas en el camino:** Son aquellas que se elaboran en el camino mezclando un asfalto rebajado o emulsión con el material pétreo. Este procedimiento consiste en extender el material acamellonado en el camino, previamente secado, en capas de espesor uniforme a lo largo del camino, proporcionándole riegos sucesivos de material asfáltico, hasta completar la cantidad determinada previamente por pruebas hechas en el laboratorio. Después de cada riego, se procede a revolver el material homogeneizándolo, de tal forma, que presente un aspecto uniforme en la granulometría y color. Cuando se ha logrado lo anterior se procede a extender la mezcla asfáltica en una sola capa de espesor uniforme de la mezcla, posteriormente se procede a compactar.

**c) Mezclas en planta:** Son las carpetas asfálticas en la que los materiales pétreos se envuelven en el asfalto por mezclado mecánico. El mezclado puede hacerse en planta fija o móvil.

- **Mezclas en planta portatil en frio:** Estas mezclas se preparan con revolovedora mecánica, el tipo de material asfáltico que se utiliza puede ser asfaltos rebajados o emulsiones asfálticas. Una vez hecha la mezcla, esta se procede a colocar con motoconformadora y posteriormente se compactan.

- **Mezclas en caliente o concreto asfáltico:** El concreto asfáltico en caliente es una mezcla de áridos bien graduados secados por calentamiento a temperatura relativamente elevada y mezclados con cemento asfáltico. El material mezclado en caliente se transporta a la obra, donde se coloca en capas uniformes, estos se compactan mientras la mezcla conserva suficiente temperatura para alcanzar la densidad adecuada. Este tipo de carpetas es el de mejor calidad.

**4. Riego de sello.** Su función principal es impermeabilizar la carpeta, protegerla del desgaste y proporcionar una superficie antiderrapante. Existen diferentes tipos de riego de sello que se han utilizado en México los cuales se describirán en el siguiente capítulo. Cabe mencionar que el riego de sello sólo se aplica a este tipo de pavimentos, ya que en los pavimentos rígidos esto se logra con la losa de concreto hidráulico.

#### **1.1.2 Pavimentos rígidos.**

Los pavimentos rígidos son aquellos cuyo elemento fundamental resistente sea una losa de concreto hidráulico, los cuales al contrario de los flexibles no tienen gran resistencia a la tensión, de ahí el nombre de pavimentos rígidos. Estos pavimentos están constituidos por una sub-base (que puede omitirse) y una losa de concreto hidráulico (Ver anexo A fig. 1.2).

**1. Sub-base.** La finalidad de ésta es transmitir esfuerzos a la capa subrasante, sirve de capa de transición entre la subrasante y la losa de concreto así como reducir costos y efectos de cambios volumétricos. Cuando los suelos de la subrasante son de naturaleza granular, con frecuencia la capa de sub-base se omite.

**2. Losa de concreto.** Esta se construye de concreto hidráulico, cuya función es soportar y transmitir las cargas que actúan sobre ella a la sub-base. Esta losa tiende a repartir la carga sobre una área relativamente grande del terreno, así la mayor parte de la capacidad estructural, la da la losa de concreto, por lo cual el factor principal considerado en el diseño del pavimento rígido, es la resistencia del concreto, por ésta razón, variaciones pequeñas en la resistencia de la subrasante tiene poca importancia en la capacidad estructural del camino.

Cabe mencionar que en general, estos pavimentos no llevan un tratamiento superficial debido a que la propia losa de concreto logra los mismos resultados que dicho tratamiento usado en los pavimentos flexibles. Además, estos pavimentos prácticamente son raramente usados en carreteras, debido al costo inicial de construcción.

## **1.2 ASFALTO.**

El asfalto puede definirse como un material, con cualidades aglutinantes, sólido o semisólido a las temperaturas ambientes ordinarias y que se licúa gradualmente al calentarse. El asfalto es de particular interés al ingeniero porque es un material fuertemente cementante, altamente adhesivo, impermeable y durable.

Es una sustancia que imparte flexibilidad controlable a las mezclas de agregados minerales con los cuales se combina. Es además muy resistente a la acción de la mayor parte de los álcalis, ácidos y sales. Puede ser licuable aplicándole calor, disolviéndolo en derivados del petróleo de distinta volatilidad o bien, emulsificándolo en agua.

### **1.2.1 ANTECEDENTES.**

El asfalto es uno de los materiales más antiguos que se conocen. Se han encontrado esqueletos de animales prehistóricos en depósitos superficiales de asfalto, como el que existe en la Brea, cerca de los Angeles, California. Por el año 300 a.c. los indios de América utilizaban ampliamente el asfalto para impermeabilizar sus canoas, antes de que el hombre blanco llegara al Nuevo Continente; en México, los totonacas de la región de Papantla lo recogían de la superficie de las aguas para utilizarlo como medicina y como incienso para sus ritos; algunas tribus que habitaron las costas mexicanas lo masticaban para limpiar y blanquear la dentadura.

En el año 1802 de nuestra era, se usó asfalto de roca en Francia para el terminado superficial de pisos, puentes y banquetas. En 1876 se aplicó la primera capa de mezcla asfáltica con arena mencionada y también asfalto importado del lago Trinidad, cerca de Venezuela. Los asfaltos empleados en estos primeros trabajos de pavimentación fueron desde luego asfaltos naturales, es decir, asfaltos que se muestran en la naturaleza en forma de yacimiento, que podían explotarse sin dificultad y sin recibir complicadas operaciones industriales para su preparación.

El uso del asfalto procedente de la destilación del petróleo se inició en los Estados Unidos en la segunda mitad del siglo XIX, contándose con las primeras refinerías por el año de 1886. El primer pozo petrolero de América se perforó en 1859, cerca de la población de Titusville, Pensylvania.

En México, el uso generalizado del asfalto se inició por el año de 1925, al emprenderse la construcción de los primeros caminos pavimentados, como consecuencia del aumento de vehículos automotrices, no obstante que desde años atrás existían ya empresas extranjeras que explotaban y exportaban grandes cantidades de petróleo crudo de nuestro país, en el que la exploración petrolera comenzó en forma incipiente a partir de 1900, haciéndose en forma sistemática y organizada a partir de 1942. En el año de 1914 se usaron en Estados Unidos más de 300,000 toneladas de asfaltos procedentes de crudos mexicanos. El primer pozo petrolero propiamente dicho se perforó en México en mayo de 1901, en la región de El Ebano, S.L.P<sup>3</sup>.

#### **1.2.2 OBTENCION DE ASFALTO.**

Las fuentes de donde puede proceder el asfalto puede ser de 2 formas: De los depósitos naturales y del petróleo crudo; de los depósitos naturales se obtiene a partir de un proceso natural de destilación o transformación del petróleo. Algunos ejemplos donde se ha encontrado el asfalto es en lagos, impregnado en rocas, etc. En cuanto a los segundos, Casi todo el asfalto que se produce y utiliza actualmente en el mundo procede de la refinación del petróleo. (Ver Anexo A fig. 1.3).

La refinación inicia desde que el petróleo se obtiene de yacimientos existentes en el subsuelo a diferentes profundidades, que pueden llegar a los 7000 m o más. Se presenta dentro de formaciones de tipo arenoso o calcáreo. Su color varía de ambar a negro y su densidad es menor que la del agua. Se presenta generalmente encima de una capa de agua, hallándose en la parte superior una capa de gas.

El crudo después de sacarse del subsuelo se almacena para permitir el agua y el aceite se separen por gravedad. El método más común para la destilación del petróleo es el llamado "vapor al vacío", en una operación continua en la que se bombea el crudo a través de un horno tubular en donde se eleva la temperatura y a continuación se le introduce en una torre de destilación, que es un cilindro vertical que tiene pataformas o bandejas superpuestas en donde se vaporizan los componentes más ligeros o más volátiles, que son extraídos y sometidos a un proceso de condensación y refinación para obtener de ellos nafta, gasolina, kerosina, aceites ligeros, etc.

Por otro lado, en el fondo de la torre de destilación queda el residuo más pesado el cual contiene el asfalto, este puede ser usado como aceite combustible o asfaltos sopladados u oxidados (el cual se reduce a una determinada consistencia y se le inyecta aire a alta temperatura el cual se usa para impermeabilizar azoteas, para sellar pavimentos, etc), posteriormente este residuo pasa a un condensador y después a otro horno donde se le destila de nueva cuenta, pero ahora introduciéndole vapor y de aquí se obtiene el **cemento asfáltico**. A partir del cemento asfáltico se obtiene los asfaltos rebajados y las emulsiones asfálticas.

### **1.2.3 TIPOS DE ASFALTOS.**

En la figura 1.4 (ver anexo A) se muestra la clasificación general de los tipos de asfaltos que se manejan en México.

#### **A. Cemento asfáltico.**

Cuando el residuo de la destilación reúne buenas características para producir asfalto de propiedades adecuadas para los trabajos de pavimentación, y que generalmente es la mayor cantidad, se somete a un proceso de refinación posterior para obtener el cemento asfáltico. En México se tiene la posibilidad de utilizar 4 tipos o grados de cemento asfáltico, designados con los números 3, 6, 7 y 8, enumerados de mayor a menor grado de *dureza*, definida ésta por la prueba de penetración.

Como se mencionó anteriormente el cemento asfáltico es básico para la elaboración de los demás materiales asfálticos utilizables en la construcción y conservación de obras viales, los cuales son: Asfaltos rebajados y emulsiones asfálticas.

#### **B. Asfaltos rebajados.**

Los asfaltos rebajados son mezclas de cemento asfáltico con fracciones ligeras del petróleo llamados disolventes, éste disolvente tiene la finalidad de lograr una buena manejabilidad del asfalto, debido a que si se aplicara solo este, fraguaría inmediatamente sin poder lograr colocarlo. El disolvente se evapora rápidamente después de ser colocado, dejando solo el asfalto.

Dependiendo del tipo de solvente, se puede lograr un fraguado rápido, medio y lento. *El grado de fluidez* se indica por una cifra que sigue a las iniciales. Los números 0,1,2,3 y 4 designan asfaltos progresivamente menos fluidos o de mayor viscosidad al crecer los números (Ver Anexo A fig. 1.5).

- **Asfaltos rebajados de fraguado rápido (FR):** Estos asfaltos se obtienen cuando el solvente es del tipo de la nafta o gasolina. Estos pueden ser: FR-0, FR-1, FR-2, FR-3 y FR-4. Se utilizan casi exclusivamente los del tipo FR-2, FR-3 y FR-4, y en forma preferente el FR-3.

- **Asfaltos rebajados de fraguado medio (FM):** Estos asfaltos se obtienen cuando el solvente es semejante a la kerosina. Estos pueden ser: FM-0, FM-1, FM-2, FM-3 y FM-4. Los más utilizados son los FM-0 y FM-1, y en forma preferente los FM-1.

- **Asfaltos rebajados de fraguado lento (FL):** Estos asfaltos están formados por cemento asfáltico y aceites ligeros; generalmente se obtienen directamente a partir del residuo de la primera destilación del petróleo, es decir, no necesitan ningún tipo de solvente. A estos asfaltos se les denomina aceites para camino. Estos pueden ser: FL-0, FL-1, FL-2, FL-3 y FL-4.

Las ventajas de los asfaltos rebajados con respecto a cemento asfáltico es que no es necesario calentarlos tanto, además los agregados se usan con un mínimo de calentamiento.

### **C. Emulsiones asfálticas.**

La emulsión asfáltica es una combinación de agua, asfalto y un agente emulsificante. El asfalto al mezclarse con el agua, debe mantenerse en fases separadas para que no se unan o coagulen las esferas de asfalto y así, dar tiempo a colocarla en obra (Ver Anexo A fig.1.6). Para evitar esto, es necesario que el agua contenga un agente emulsificante (aceite) que se halla disuelto en la fase acuosa, es decir, los aditivos contenidos en el agua forman una especie de película protectora alrededor de la esfera de asfalto emulsificado, una vez que se ponen en contacto con los agregados (los glóbulos de asfalto son atraídos por la carga de las superficies de los áridos) el agua se evapora junto con el emulsificante, produciéndose la unión de las partículas del asfalto con los agregados, a este hecho se le llama rompimiento<sup>4</sup>.

Las emulsiones asfálticas se fabrican comercialmente de 2 tipos dependiendo de la naturaleza del emulsificante: las emulsiones aniónicas y las emulsiones catiónicas:

- **Emulsiones aniónicas:** En estas los glóbulos de asfalto tienen carga negativa y tienen por este hecho, afinidad por los materiales pétreos electropositivos como la calizas y basaltos. El emulsificante puede ser un jabón alcalino de ácido graso, como una sal de sodio o potasio de un ácido orgánico.

- **Emulsiones catiónicas:** En estas los glóbulos de asfalto tienen carga positiva y tienen por este hecho, afinidad por los materiales pétreos electronegativos como el cuarzo. El emulsificante puede ser un jabón alcalino de ácido graso, como una sal de amina.

Las emulsiones se pueden dividir de acuerdo a la cantidad de emulsificante en:

- **Emulsiones de rompimiento rápido:** Estas contienen una cantidad mínima de emulsificante.

- **Emulsiones de rompimiento medio:** Estas contienen mayor cantidad de emulsificante que las anteriores.

- **Emulsiones de rompimiento lento:** Estas son las que contienen la mayor proporción de emulsificante.

Entre las ventajas de las emulsiones asfálticas en comparación con los asfaltos rebajados y el cemento asfáltico se encuentran:

1o. Se aplican en obra se puede aplicar en frío a la temperatura ambiente (en frío), con tal de que ésta sea superior a 5° C, sin necesidad de calentamiento.

2o. Las emulsiones pueden aplicarse sobre materiales húmedos, eliminando el costo de secado y permite proseguir los trabajos en regiones con climas húmedos o durante la temporada de lluvias.

3o. Las emulsiones catiónicas permiten tender y compactar una mezcla asfáltica, una vez terminada.

4o. Las emulsiones asfálticas presentan en general características de adhesividad con los materiales pétreos.

5o. Las emulsiones garantizan la apertura de caminos al tránsito en un corto período de tiempo.

En el anexo A se dan las tablas No. 1 a la 8 las cuales muestran para cada tipo de asfalto: especificaciones, temperatura de aplicación y el tipo de asfalto más utilizado para diferentes trabajos de pavimentación.

***CAPITULO II***  
***TIPOS DE RIEGOS DE SELLO***  
***APLICADOS EN MEXICO***

## CAPITULO II. TIPOS DE RIEGOS DE SELLO APLICADOS EN MEXICO.

Los tratamientos superficiales son aplicaciones a cualquier tipo de superficie de materiales asfálticos con o sin cubrición de agregados, la función de estos es proteger la capa de base y proporcionarle una capa de desgaste, sobre la que el tráfico pueda moverse cómoda y seguramente. Además de lo antes dichas, los tratamientos superficiales pueden producir otros beneficios que a continuación se enumeran:

**a) Proporcionar una superficie resistente a la abrasión:** En algunos tipos de carreteras donde se ha estabilizado el suelo ya sea por compactación, por la adición de cemento, por la adición de aglutinante asfáltico, o de compuestos químicos, el material no tiene generalmente una resistencia satisfactoria a la acción de las llantas y se requiere una superficie de desgaste para proteger el material estabilizado, pues si no se protege en esta forma, la abrasión de las llantas reducirá el espesor del material estabilizado y acortará la vida útil. También tiene la misma finalidad para la carpetas asfálticas. En la mayoría de casos es la función principal de los tratamientos asfálticos la de proporcionar este tipo de capa de desgaste.

**b) Incrementar la resistencia al derrapamiento:** Los pavimentos de concreto gastados y carpetas asfálticas que presenta llovado y desgaste, ponen en peligro a los vehículos que circulan por ellos debido a la poca resistencia al derrapamiento que presentan.

**c) Mejorar las características de reflexión de la luz:** Debido a que las superficies de color oscuro son peligrosas para los conductores de vehículos a causa de la mala visibilidad y a la falta de luminosidad en las noches. Con el fin de mejorar la cantidad de luz en las carreteras se puede dar un tratamiento superficial con agregados de color claro.

**d) Proporcionar una buena demarcación de los carriles de circulación:** En caminos de gran importancia se puede usar los tratamientos superficiales con el fin de obtener una demarcación de los acotamientos y los carriles de circulación usando agregados de diferente color proporcionando de esta manera una guía al tránsito. Así, un tratamiento superficial con agregados de color claro (piedra caliza) aplicada al acotamiento nos proporcionará un límite entre los carriles de circulación y el acotamiento mismo.

**e) Sellar la superficie:** La entrada de aire y agua através de los vacíos presentes en los pavimentos, especialmente en pavimentos de textura abierta, es una causa de fallas de las carreteras. El aire y el agua cuando entran en el pavimento pueden causar el desprendimiento del asfalto o el endurecimiento

a causa de la oxidación, provocando así una disminución de la estabilidad de la base y la falla de toda la estructura principalmente en la época de lluvia. Un tratamiento superficial construido sobre estos pavimentos sellará los vacíos y reducirá la cantidad de agua y el aire que pueda ocasionar la falla de la estructura.

**f) Reacondicionamiento de pavimentos viejos:** Los pavimentos viejos pueden estar muy afectados por el intemperismo sin presentar fallas considerables, sin embargo es conveniente para su mantenimiento el darles un tratamiento superficial con el fin de mejorar su rugosidad, siempre que no se justifique para el volumen de tránsito algún tipo de pavimentos de concreto, ya sea asfáltico o hidráulico.

**g) Mejorar irregularidades de la superficie:** Las irregularidades de un pavimento pueden ser causadas por un intemperismo muy fuerte, mala construcción o un intenso tráfico. Una manera de corregirlos consiste en la colocación de un tratamiento superficial dando uniformidad a la superficie.

La vida útil que se espera de los tratamientos superficiales es de 2 a 3 años, dependiendo del tipo de conservación que se lleva a cabo.

## 2.1 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES TRADICIONALES EN MEXICO.

### 2.1.1 Tratamiento asfáltico superficiales con una sola capa de gravilla.

Este método de construcción es uno de los más sencillos y se ha llevado a la práctica con bastante éxito. El tratamiento de un solo riego consiste en la aplicación de un riego de ligante asfáltico y una capa de gravilla. Este tipo de tratamiento está capacitado para tomar tráfico ligero o mediano.

Para la ejecución del riego de sello con una sola capa de gravilla, en términos generales, se procederá de acuerdo con las etapas siguientes:

**a) Se limpiará la superficie por tratar.** La superficie sobre la cual va a ser aplicado un tratamiento superficial, debe limpiarse y repararse antes de que se dé cualquier riego de asfalto.

El bacheo es una operación esencial en las superficies llenas de agujeros y depresiones que muestran movimientos de la base y agrietamientos serios. Si no son corregidas estas fallas, el tratamiento superficial siempre se perderá bajo la acción del tránsito. La reparación de tales irregularidades se lleva a cabo renovando todo el material suelto y defectuoso a suficiente profundidad y reemplazándolo con una mezcla conveniente de bacheo o con material de base. El material que se coloque con este propósito deberá ser compactado a su máximo, de tal modo que se produzca una superficie cerrada que se ajuste a los niveles de las áreas adyacentes.

Para tener un buen anclaje sobre la superficie adyacente y el tratamiento superficial, aquella deberá estar libre de material extraño suelto, tal como arena, arcilla, polvo o basura. Los materiales pueden ser removidos mediante barredoras mecánicas, escobas de mano, palas y picos, si fuere necesario. El barrido se hace a todo lo ancho del pavimento.

**b) Riego de liga.** Una vez llenado los requisitos de limpieza y de bacheo se procederá a la aplicación de un riego de liga con una petrolizadora, el cual consiste en la aplicación de una capa de material asfáltico para producir un buen enlace entre la carpeta asfáltica y el tratamiento superficial.

**c) Riego de material asfáltico.** Para una buena selección del material asfáltico en los tratamientos superficiales, se dice que existen dos condiciones que hay que satisfacer: 1) El material asfáltico debe ser tal, que este garantizando una buena adhesión con la base y los agregados. 2) El material asfáltico debe sujetar firmemente al agregado.

Para tener una buena adhesión inicial, el material asfáltico debe presentar un estado plástico suave, ya que la baja viscosidad permite una buena incorporación al agregado y para un buen retenido final es más deseable un material asfáltico relativamente duro, con buena adhesividad. Por lo anterior la viscosidad al momento de aplicación, es un factor fundamental en su distribución sobre la superficie por tratar.

Antes de que el ligante asfáltico se aplique por medio de una petrolizadora sobre la superficie preparada, deberá determinarse la longitud del riego máximo autorizado. El conocimiento de esta longitud es importante para la colocación subsecuente del agregado en forma adecuada, obteniendo el funcionamiento deseable de la superficie. Si la longitud es muy corta, la eficiencia en la colocación se pierde y si por el contrario, la longitud es demasiado larga, el ligante puede perder sus características antes de la colocación del agregado y ser la causa de una pobre adherencia entre el material pétreo y el ligante.

Para evitar las juntas transversales causadas por el traslape del riego de asfalto en las juntas de dos aplicaciones, el riego de asfalto deberá principiarse sobre una tira de papel manila o su equivalente de 90 cm. de ancho. Al final del riego, en lugar de papel algunas veces se colocan charolas abajo de las espaldas para evitar que el asfalto gotee en el pavimento.

**d) Se cubrirá el riego de material asfáltico con una capa del material pétreo.** Para obtener una buena adherencia del agregado pétreo deberá distribuirse inmediatamente después de colocado el ligante, antes de que el asfalto se endurezca.

Los materiales pétreos que se emplean en la construcción de riego de sello serán del tipo 3-A o 3-E<sup>5</sup>. Las condiciones que debe cumplir es que no sean lisos o que presenten peligro de alisarse ya que esto provocaría una superficie resbaladiza, debe presentar una resistencia a la abrasión en la prueba de los Angeles del 35% máximo, debe estar limpia de polvo y exceso de humedad debido que afectan la buena adherencia entre el agregado y el asfalto<sup>6</sup> (Ver anexo B fig. 2.1).

Las formas más comunes de tender el agregado pétreo es directamente del camión de volteo o mediante un aditamento mecánico que consiste en una tolva montada sobre ruedas, con un tornillo sinfín en el fondo para lograr uniformidad en el esparcido. Este esparcidor se engancha en la parte posterior del camión que contiene el agregado y es empujado hacia atrás sobre la superficie regada.

En pavimentos muy anchos, donde el ligante es aplicado en varias franjas longitudinales, la distribución del agregado se procura mantener de 5 a 10 cm separado del borde interior de la banda

longitudinal, para permitir que las aplicaciones sucesivas del asfalto en la siguiente banda traslape ligeramente sin cubrir el pétreo esparcido.

Una vez terminado el riego de material pétreo inmediatamente se procede a rellenar los desperfectos que pudiera tener, esto se hace con un segundo camión de volteo con material pétreo y dos ayudantes con pala desde arriba, van aventando material donde vean falta de material.

En términos generales, las cantidades de materiales pétreos y asfálticos que deban aplicarse en litros por metro cuadrado, estarán comprendidas dentro de los límites que se indican en la tabla No.1 en el anexo B.

**e) Se rastreará el material pétreo.** Esto se hace inmediatamente del tendido del material pétreo, para tener una mejor distribución del mismo y permitir que las partículas tengan una orientación adecuada, se le pasará una rastra ligera de cepillos de fibra o de raíz.

**f) Se compactará el material pétreo.** A continuación, el compactado del material se llevará a cabo con un compactador de llantas neumáticas, el cual se considera como el mejor para cualquier uso en la construcción de este tipo de riegos superficiales, debido a que si no tienen este tipo de compactador se puede utilizar un Tandem de rodillos de acero. Generalmente esta operación se lleva a cabo en dos etapas: la primera se realiza en un tiempo no mayor de media hora. La segunda se hace hasta tener una perfecta adherencia entre el asfalto y los agregados.

El proceso de compactación se pasará el tiempo necesario para asegurar que el máximo de material pétreo se adhiera al material asfáltico.

**g) Recolección de material pétreo sobrante.** Después de que el planchado se termina puede haber gravilla sobrante suelta en la superficie. Este material es la porción esparcida que no se adhirió a la película delgada. Este material puede llegar a ser hasta el 10% de la cantidad total del material aplicado. Para quitar el sobrante se utilizan escobas giratorias o de otro tipo que barren el material suavemente, sin desprender el agregado adherido. La operación del barrido se lleva a cabo comúnmente un día después de que el planchado se ha llevado a efecto y cuando el ligante asfáltico está suficientemente duro.

### 2.1.2. Tratamientos asfálticos superficiales dobles y múltiples.

Este tipo de tratamientos se puede asimilar a varios riegos simples, es decir, se compone de capas sucesivas de ligante afáltico y áridos. Estos riegos sirven para proporcionar superficies de textura tersa y de larga vida o para proteger la carpeta.

Los tratamientos de doble riego no son sino dos riegos de gravilla, el tamaño máximo de los agregados se emplea en la primera capa y va disminuyendo de acuerdo con el acabado final que se le quiera dar. Cuando se construyen tratamientos de tres riegos, uno después de otro, se llama tratamiento de tres riegos.

Antes de colocar cualquier capa adicional, el primer tratamiento deberá abrirse al tránsito por un cierto período de tiempo. Esto permitirá que las partículas de agregado sean compactadas y reacomodadas completamente, de tal modo que adopten su posición final en el pavimento. Luego, la superficie se barre y se limpia preparándola para la construcción de las capas adicionales. La aplicación del ligante, el esparcido del agregado y las operaciones finales de planchado, se llevan a cabo de la misma manera como se han descrito para la construcción de los riegos de sello con una sola capa de gravilla.

El agregado para tratamientos múltiples es seleccionado para que siga una relación de 2:1 entre capas subsecuentes. Por ejemplo: un doble tratamiento superficial puede utilizar agregados de 1 a 1/2 pulgadas, para la primera capa y 1/2 a 1/4 pulgadas para la segunda. Si se adiciona una tercera capa, entonces los tamaños siguientes serán de 1/4 a 1/8 de pulgada<sup>7</sup>.

Con lo que respecta al asfalto, en el caso de tratamientos de dos riegos, la cantidad de asfalto total necesaria es de un 130% a 140% del requerido por el tratamiento sencillo. Otra forma de obtener aproximadamente la cantidad de asfalto para cada capa, es la de aplicar un factor de 60% adicional al calculado para la primera capa y después dejar el 60% del total obtenido para el primer riego y el 40% para el segundo. Para tres riegos se toma de 140 a 150% para obtener resultados satisfactorios.

### 2.1.3 Slurry-seal (Mortero asfáltico).

Este tipo de tratamiento superficial, es empleado como una capa de desgaste o de sello. No se le puede considerar como parte estructural del pavimento.

El mortero asfáltico está compuesto por gravilla, arena, finos de cemento o cal, agua y emulsión que mezclados, forman una masa con magníficas propiedades físicas.

**El cemento hidráulico o cal** se deben escoger entre aquellas marcas que se conozcan de origen y que esté garantizada su calidad; sobre todo, el cemento debe ser fraguado normal, ya que los de fraguado rápido no son compatibles con los morteros asfálticos. Estos finos tienen dos funciones principales: el rompimiento o fraguado del mortero se puede acelerar o retardar, según el tipo de emulsión que se emplee y las necesidades en obra.

En el caso de las emulsiones aniónicas, el fraguado se acelera ligeramente, ganando tiempo para poner en servicio el tratamiento aplicado; este mismo cemento, si se agrega en las mezclas con emulsión catiónica, ésta sufrirá un retraso en su rompimiento, lo que provoca como consecuencia que el fraguado del mortero sea más lento. Otra función que tienen estos finos es de formar un gel, que mantiene a la emulsión en un estado de suspensión perfectamente bien repartida en el mortero. Cuando se carece de una pequeña cantidad de cal o cemento, la emulsión tiende a bajar y escurrirse, esto propicia que la superficie queda sin la cohesión ni la consistencia de un mortero. Un exceso de estos finos puede tener resultados negativos en la resistencia de la superficie ante la abrasión.

**Las emulsiones** que se usan en los morteros pueden ser aniónicas de rompimiento medio o lento; las emulsiones catiónicas pueden ser de rompimiento rápido, medio o lento.

Los agregados pueden ser calizas trituradas, granitos, gravas, etc. Los cuales se clasifican en la siguiente granulometría:

- **Tipo I** que es compuesto de finos, el cual debe pasar el 98% la malla de 2.36 mm. y se usa para penetración de grietas y poco tráfico.
- **Tipo II** que es el general, el cual debe pasar el 98% la malla 4.75 mm y se usa para tráfico moderado o pesado, para sellar y corregir el desprendimiento del agregado.
- **Tipo III** que es agregado grueso, el cual debe pasar 100% la malla 9.5 mm. y se usa para condiciones serias en la superficie, máxima resistencia al patinaje, llenar vacíos, proporcionar una capa de rodadura mejor, etc.

El procedimiento constructivo que generalmente se utiliza se describe a continuación:

**1.- Preparación del mortero:** La mezcla se hará directamente en la máquina para mortero, la cual está equipada para llevar todos los materiales necesarios en la preparación de un mortero asfáltico para tratamiento superficial, en el instante de la aplicación en obra.

La máquina consta de una tolva para el almacenamiento del material pétreo, dos tanques para almacenamiento, uno de la emulsión y otro del agua; una pequeña tolva para almacenar el fino mineral que puede ser agregado al mortero, tal como el cemento portland, la cal, etc. (Ver anexo B fig. 2.2).

El material pétreo en la tolva se carga por un cargador; la emulsión y el agua son cargadas por medio de una bomba cada una a su respectivo tanque en la máquina de mortero; el cemento asfáltico puede ser cargado en forma manualmente en la pequeña tolva.

La máquina de mortero tienen en la parte posterior el mezclador, siendo los mas comunes los de mezclado continuo. La mezcladora tiene un agitador de cuchilla en forma de espiral, el cual se alimenta primero con el agregado, inmediatamente se le adiciona el agua y se mezclan totalmente antes de que la emulsión y el cemento entre a la mezcladora por medio de espreas colocadas aproximadamente en el centro.

En terminos generales, las cantidades de materiales que deben aplicarse en litros por metro cuadrado, estarán comprendidos dentro de los límites que se indican a continuación:

Agregado tipo I	3.2 a 5.4 kg/m <sup>2</sup>
Emulsión asfáltica	10 a 16% del peso del agregado seco.
Cemento o cal	0.5 a 2% del peso del agregado seco.
Agua	10% del peso del agregado seco.
Agregado tipo II	5.4 a 8.1 Kg/m <sup>2</sup>
Emulsión asfáltica	7.5 a 13.5% del peso del agregado seco.
Cemento o cal	0.5 a 2% del peso del agregado seco.
Agua	10% del peso del agregado seco.
Agregado tipo III	6.0 a 8.0 kg/m <sup>2</sup>
Emulsión asfáltica	6.5 a 12% del peso del agregado seco.
Cemento o cal	0.5 a 2% del peso del agregado seco.
Agua	10% del peso del agregado seco.

**2.- Preparación de la superficie:** Como cualquier tratamiento superficial, se debe limpiar y reparar antes de que se dé cualquier riego de sello. Esto incluye la corrección de grietas y depresiones mediante el bacheo.

**3.- Humedecimiento del pavimento:** Esto se logra mediante una pipa de agua, sirve para enfriar el pavimento, humedecer la superficie, eliminar pequeñas cantidades de polvo no eliminadas con el barrido y también para ligar el mortero con el pavimento.

**4.- Aplicación del mortero:** Una vez que la mezcla se ha hecho en el mezclador que se encuentra en la parte posterior de la máquina de mortero, ésta pasa a la caja esparcidora la cual tiene unida en la parte frontal placas de neopreno, ésta tiene la finalidad de confinar el mortero y lo distribuye en toda la superficie.

Al mismo tiempo que se va tendiendo el mortero, se usan alisadores manuales que son utilizados para unir dos franjas de tendido, para hacer el acabado correcto en las orillas del pavimento donde no hay acceso a la máquina de mortero, para reparar la superficie del mortero tendido cuando ésta ha sido afectada por algún automóvil o algún otro objeto que circule antes de que el mortero frague.

Cabe señalar que para carreteras no es necesario el uso de compactadores, debido al espesor de la capa de mortero, el tránsito hará la compactación requerida para la pavimentación de mortero, sin embargo, ciertas áreas que no tienen un tránsito normal, deben ser compactadas como en el caso de estacionamientos, aeropistas y campos deportivos. Una vez colocado el mortero se coloca un señalamiento de conos con el objeto de proteger el riego para darle tiempo de fraguar.

**5.- Limpieza.** Se quita la basura que pueda aparecer durante la aplicación del mortero asfáltico o durante el fraguado, esto se logra mediante escobas manuales. El camino se puede abrir casi inmediatamente al tránsito una vez que se ha barrido la superficie.

#### **2.1.4 Sellados con emulsión diluida sin material de cubrición.**

Este tipo de sellado consiste en la aplicación a una superficie existente, de una pequeña cantidad de emulsión diluida para sellar grietas de pequeña importancia o detener la desintegración de la superficie, puede estar empezando a mostrar desperfectos a causa de escaso contenido de asfalto.

La emulsión asfáltica usada para este fin deberá ser un material de tipo estable que pueda diluirse en agua sin romper. Se obtienen buenos resultados con emulsión aniónica de rompimiento lento o emulsión catiónica de rompimiento medio.

La viscosidad de la emulsión diluida es tan baja que no es necesario el empleo de un distribuidor a presión para su aplicación; no hay inconveniente en aplicar el material con un camión de los empleados normalmente para regar agua.

Se ha comprobado que una o dos aplicaciones de solución diluida compuesta de un 5% a un 10% de emulsión asfáltica y del 90% al 95% de agua, da buenos resultados en el sellado de superficies<sup>9</sup>. No es necesario un mezclado especial ni agitación de la emulsión asfáltica y el agua, siempre que al combinar ambos materiales se llene primero el tanque con agua aproximadamente la mitad, añadiendo a continuación la cantidad necesaria de emulsión; al añadir el resto del agua, se obtiene un mezclado satisfactorio.

En los sellados de este tipo no hace falta material de cubrición; la acción del tráfico sobre el material recién extendido no perjudica al sellado, aunque es conveniente desviar la circulación de las zonas recién terminadas para evitar las salpicaduras de emulsión sobre los vehículos.

En superficies que hayan sufrido agrietamiento o desintegración más intensa, puede ser necesario un segundo riego; en tales casos es aconsejable el empleo de una solución de emulsión al 10%.

El procedimiento constructivo consiste en limpiar la zona como en los casos anteriores; posteriormente se procede a colocar la emulsión diluida con agua, ésta puede ser en una o dos etapas dependiendo de las condiciones de la carpeta asfáltica. Como ya se ha mencionó, se puede abrir el paso al tránsito inmediatamente de terminada la aplicación de la solución diluida.

**CAPITULO III**  
**ESPECIFICACIONES PARA RIEGO**  
**DE SELLO PREMEZCLADO**

## CAPITULO III. ESPECIFICACIONES PARA RIEGO DE SELLO PREMEZCLADOS.

### 3.1 Riego de sello premezclado con emulsión asfáltica en obra y planta móvil.

Para lograr el riego de sello premezclado de la emulsión asfálticas y el material pétreo, así como el tendido de éste, existen dos formas de hacerlo, la primera es igual al sistema de mezclas en el lugar, el cual consiste en acamellonar el material, regarlo con una petrolizadora y homogenizarlo con una motoconformadora, posteriormente se tiende el material premezclado como se hace en el método monocapa y finalmente se compacta. El segundo método es parecido a las mezclas en caliente, usando una planta estacionaria donde se hace la mezcla de la emulsión asfáltica y el agregado pétreo, pero sin la necesidad de calentar el material asfáltico por las características de la emulsión asfáltica, posteriormente se tiende el material con una extendedora y finalmente se compacta.

#### 3.1.1 Agregados para sello con cemento asfáltico o emulsión asfáltica.

Los materiales pétreos seleccionados que se empleen en la construcción de riegos de sello premezclados ya sea con cemento asfáltico o emulsión asfáltica (planta o en obra), deberán ser de alguno de los tipo indicados a continuación:

En todos los casos se fijarán cuales materiales deberán ser lavados para eliminar arcilla, materia orgánica y otros materiales extraños al pétreo.

- **Materiales que no requieren trituración ni cribado.** Son los materiales poco o nada cohesivos, que al extraerlos queden sueltos y cumplan con la composición granulométrica fijadas en el proyecto.

- **Materiales que requieren ser cribados:** Son los materiales poco o nada cohesivos que al extraerlos quedan sueltos y que deben ser cribados por las mallas correspondientes para producir los materiales pétreos 3-A o 3-E, además, deberán ser cribados por la malla No. 8 para eliminar las partículas finas. Estos deberán ser extraídos del banco y cribados por las mallas fijadas, utilizando medios mecánicos que aseguren la separación y eliminación del desperdicio y la separación en los tamaños especificados.

- **Materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados:** Son los poco o nada cohesivos, o bien, materiales cohesivos que al extraerlos resultan con terrones que pueden disgregarse y que según su composición granulométrica, contienen en cada caso, partículas mayores que la dimensión requerida, además deberán ser cribados por la malla No. 8 para eliminar las partículas finas.

Estos deberán ser extraídos del banco, triturados y cribados por las mallas fijadas, utilizando medios mecánicos que aseguren la trituración y separación en los tamaños especificados.

- **Materiales que requieren ser triturados totalmente y cribados:** Pueden provenir de piedra extraída de mantos de roca, de piedra de pepena o de piedra suelta de depósitos naturales o desperdicios. Estos materiales deberán ser extraídos, triturados y cribados por las mallas fijadas, con equipo mecánico adecuado para satisfacer la composición granulométrica requerida o la separación en los tamaños estipulados. Además deberán ser cribados por la malla No. 8 para eliminar las partículas finas.

Los agregados utilizados en el premezclado debe cumplir las siguientes especificaciones, que en general son las mismas que para los tratamientos superficiales monocapa:

- Desgaste de los Angeles.....30% máximo.

- Intemperismo acelerado.....12% máximo.

- Forma de las partículas, partículas alargadas y/o en forma de laja.....35% máximo.

- De afinidad con el asfalto:

Desprendimiento por fricción.....25% máximo.

Cubrimiento con asfalto.....50 - 60%

- Granulometría: Se especifica en la siguiente tabla:

Mallas	Condiciones	Denominación del material pétreo				
		1	2	3-A	3-B	3-E
31.8 mm (1 1/4")	Debe pasar	100%				
25.4 mm. (1")	Debe pasar	95% min				
19.1 mm. (3/4")	Debe pasar		100%			
12.7 mm. (1/2")	Debe pasar		95% min	100%		100%
	Debe retener	95% min				
9.5 mm. (3/8")	Debe pasar			95% min	100%	95% min
6.3 mm. (1/4")	Debe pasar				95% min	
	Debe retener		95% min			
Num. 4	Debe retener			95% min		95% min
Num. 8	Debe retener		100%	95% min	95% min	100%
Num. 40	Debe retener			100%	100%	

Como se puede observar, la normas especifican tener 0% de material fino que pase la malla No. 40, que es muy difícil de conseguir por lo cual se deben tener los cuidados necesarios. La existencia de finos menores de la malla No. 40 evita una buena adherencia entre el asfalto de liga y el material pétreo, teniendo como consecuencia obras de mala calidad.

### **3.1.2 Emulsion asfáltica para sello premezclado en obra o planta móvil.**

La emulsión asfáltica a utilizarse es igual para ambas formas de hacer el premezclado (En planta o en obra), esta puede ser de rompimiento rápido o rompimiento medio. Para saber el tipo de emulsión catiónica o aniónica, dependerá de la naturaleza química del agregado, por lo que es necesario que el fabricante de la emulsión estudie y formule el tipo más adecuado de acuerdo al agregado que se vaya a utilizar, además, la emulsión debe cumplir con las especificaciones generales que se dan en las tablas 6 y 7 del anexo A.

### **3.1.3 Agua para la dilución de la emulsión asfáltica.**

La dilución de la emulsión con agua tiene la finalidad de facilitar la distribución del producto asfáltico con el material pétreo.

El agua debe ser limpia y, en el caso de emulsiones catiónicas, el agua deberá ser ligeramente ácida (pH menor a 7). Para lograr esto se puede usar ácido clorhídrico hasta una proporción de 100 mililitros de ácido clorhídrico concentrado, por metro cúbico de agua (se puede usar ácido muriático comercial, usando 300 mililitros de ácido por metro cúbico de agua).

En el caso de emulsiones aniónicas, se puede ajustar usando aproximadamente 300 gramos de sosa cáustica por cada metro cúbico de agua. Puesto que la formulación de las emulsiones depende del fabricante, es conveniente consultar con ellos el tipo de reactivo más adecuado para acondicionar el agua.

### **3.1.4 Equipo para sello premezclado en obra.**

El equipo a utilizar es el siguiente:

**a) Cargador.-** El tipo de cargador que se utilizará es de descarga frontal con neumáticos, el cual tendrá un bote ligero que es el adecuado para cargar materiales sueltos y poco abrasivos. El cargador se utilizará para cargar el camión de volteo con el material de sello que va a incorporarse la emulsión diluida en agua.

**b) Camión.-** Este equipo se utiliza para transporte o acarreo del material producido. La capacidad de la caja es normalmente de 7 m<sup>3</sup>. La función del camión es descargar el sello en la plataforma para formar el camellón de material cuyo volumen previamente se determinó.

**c) Petrolizadora.-** La petrolizadora que se utilice deberá estar equipada con instrumentos que deberán estar convenientemente ajustados, además de contar con una operación adecuada. Los aditamentos que debe contener la petrolizadora son:

- **Bomba.** ya que garantiza la distribución uniforme en la barra aplicadora logrando el abanico ideal en cualquier momento, independientemente de la carga o volumen del material que quede en el tanque. Además, ésta servirá para lograr la mezcla de agua - emulsión usando el sistema de bombeo en posición de recirculación.

- **Manómetro.** Sirve para regular el gasto de distribución de acuerdo con la presión o velocidad correcta de la propia bomba.

- **Barra regadora.** La cual distribuye el asfalto, este es enviado a la barra con espreas por donde sale el asfalto. Las espreas deben formar un ángulo de 30° con respecto al eje de la barra. La barra regadora durante el riego deberá estar a una altura adecuada del pavimento, de no cumplirse en forma constante no se logrará el traslape deseado y produciría un rayado que se traducirá en llorado o en pérdida de material por exceso o falta de material asfáltico.

- **Regla de inmersión en el tanque de la petrolizadora.** Sirve para medir la cantidad de ligante por aplicar en cada riego. Mediante la verificación de la cantidad de asfalto en cada compartimiento después del riego, puede determinarse rápidamente si la petrolizadora está calibrada correctamente y si todas las partes están funcionando adecuadamente.

En la petrolizadora se carga el agua y la emulsión para formar la dilución que se le incorporara al material acamellonado.

**d) Motoconformadora.-** Esta es una máquina comunmente usada en la conservación de caminos, sirve para desyerbar y remover la vegetación ligera que crece a la orilla de los caminos, extender materiales, mezclar y revolver materiales con objeto de uniformarlos, etc. La motoconformadora esta equipada con una cuchilla larga conocida como hoja niveladora que es su principal elemento.

El trabajo que realizará es formar el camellón con el material de sello, posteriormente se le adiciona la dilución contenida en la petrolizadora y finalmente se mezclan con la motoconformadora.

**e) Compactadores.** La compactación da la resistencia al desgaste al riego de sello y mejora su impermeabilidad. La maquinaria necesaria para lograr esto es la siguiente:

- **Compactador liso.** Estos pueden ser con dos rodillos colocados paralelos o con tres rodillos donde el delantero es más ancho que los dos traseros. El peso de este compactador será de 10 a 12 ton. operado a una velocidad de 5 km/hr. y en todo momento será suficientemente lenta para evitar el desplazamiento de la mezcla caliente.

- **Compactador de neumáticos.** Estan formados principalmente por un chasis que soporta una caja para lastre y dos ejes de ruedas, el número de neumáticos es variable y son de rodadura lisa. Se colocan de tal manera que las huellas de las ruedas delanteras se traslapan con las traseras. Este será de un peso de 5 a 10 ton. operado a una velocidad de 5 km/hr.

### **3.1.5 Equipo para sello premezclado en planta móvil.**

Equipo a utilizar para este procedimiento:

**a) Cargador:** El tipo de cargador a utilizar es el mismo descrito en el inciso 3.1.4 a. Este se utilizará para depositar el material pétreo en la tolva de la planta y posteriormente que sale el material premezclado de la planta, el cargador lo depositará en camiones para que sea llevado a donde sea tendido.

**b) Camión:** Este será del tipo descrito en el inciso 3.1.4 b el cual se utilizará para llevar el material a la planta móvil y para llevar el material premezclado a donde se tenderá.

**c) Petrolizadora:** Este será del tipo descrito en el inciso 3.1.4 c el cual se utilizará para inyectar a la planta la emulsión asfáltica sin agua adicional ya que con este tipo de premezclado no es necesario la dilución de la emulsión. Además, se necesitará otra petrolizadora que servirá para aplicar el riego de liga previo a tender el material premezclado.

**d) Planta móvil:** Esta planta es la utilizada para lograr el cubrimiento del material pétreo con la emulsión cuyas partes se enuncian a continuación:

- Tolva receptora de material clasificado.
- Banda transportadora
- Mezclador.
- Unidad para inyección de la emulsión asfáltica por medio de la petrolizadora.

**e) Compactadores:** Los compactadores serán de los descritos en el inciso 3.1.4 e. Los cuales son utilizados para darle impermeabilidad a la capa de sello premezclado.

### **3.1.6 Cantidad óptima de material premezclado en obra.**

Para obtener la cantidad de material premezclado óptimo para aplicarse se procede a hacer pruebas como se indica a continuación:

En el camino por tratarse se marca 1 m<sup>2</sup> sobre el cual se tenderá diferentes cantidades de material premezclado, dicho cuadro se protege del tránsito durante 8 días y transcurrido este tiempo se barre con cuidado y se determina la cantidad de material pétreo que no se fijó.

Se vuelve a hacer pruebas variando la cantidad de material pétreo premezclado, se hacen 4 pruebas, 2 con una cantidad mayor que la primera y 2 con una cantidad menor tomándose como adecuada la correspondiente a la prueba que tenga el menor desprendimiento de materia premezclado.

La cantidad óptima que en la práctica se ha visto con un buen comportamiento es de 10 lts/m<sup>2</sup>, el cual debe aumentar un 10% para dar la cantidad práctica necesaria para el tratamiento y considerar perdidas del material pétreo por manejo y por el tránsito.

La cantidad de riego de liga necesaria para aplicarse antes del material premezclado va de 0.6 a 1.0 lts/m<sup>2</sup> de emulsión asfáltica, el cual se puede reducir de un 30 a 40% dependiendo de la superficie a ligar.

En el anexo C, se incluye el cálculo para saber la cantidad de emulsión asfáltica y agua para 1 m<sup>3</sup> de material pétreo.

### **3.1.7 Cantidad óptima de material premezclado con planta móvil.**

La cantidad óptima de material premezclado en planta se obtiene de la misma manera que el inciso 3.1.6, el cual se ha visto que da un buen comportamiento es de 10 lts/m<sup>2</sup> y que de la misma manera se debe aumentar un 10% por desperdicio.

La cantidad de riego de liga necesaria para aplicarse antes del material premezclado va de 0.6 a 1.0 lts/m<sup>2</sup> de emulsión asfáltica, el cual puede reducir de un 30 a 40% dependiendo de la superficie a ligar.

## **3.2 Riego de sello premezclado con cemento asfáltico.**

### **3.2.1 Agregados.**

Los agregados utilizados para el riego de sello premezclado con cemento asfáltico, como ya se menciono anteriormente, deben cumplir con los mismos requisitos tanto para emulsiones como para cemento asfáltico (ver sección 3.1.1).

La diferencia con las emulsiones asfálticas, es el calentamiento y secado de los agregados en la planta a una temperatura de 120°C a 160°C antes ser mezclado con el cemento asfáltico.

### 3.2.2 Cemento asfáltico.

El material asfáltico a utilizar será el cemento asfáltico No.6. El cual debe cumplir con las especificaciones generales que se dan en las tabla 2 del anexo A.

El cemento asfáltico se calentará a una temperatura mayor a 160°C antes de ser mezclado con el agregado pétreo.

La temperatura de la mezcla del agregado pétreo y el cemento asfáltico al salir de la mezcladora estará comprendida entre 120°C a 150°C y la temperatura de la mezcla para ser tendida no debe ser menor a 120°C.

### 3.2.3 Equipo para sello premezclado en planta con cemento asfáltico.

El equipo a utilizar es el siguiente:

**a) Planta de premezclado.** Para el logro de mezclas uniformes se utilizan plantas denominadas "de bachas" cuyas partes se enuncian a continuación y la función de cada parte se explicará en el procedimiento constructivo:

- Tolvas receptoras del material clasificado.
- Alimentador automático.
- Elevador para material frío.
- Secador de materiales.
- Elevador para materiales calientes.
- Criba para clasificación del material pétreo o agregado.
- Tolva de almacenamiento con divisiones y compuertas de descarga, para los distintos agregados.
- Báscula para agregados.
- Báscula para asfalto.
- mezclador.
- Tanques de almacenamiento de asfalto y de combustible.
- Unidad de calentamiento.

**e) Cargador frontal.** El cargador frontal que se debe utilizar es el mismo que se describió para el riego de sello premezclado para emulsión asfáltica.

**f) Camión.** Los camiones de volteo que se deben utilizar es el mismo que se describió para riego de sello premezclado para emulsión asfáltica.

**g) Extendedoras.** A éstas también se les da el nombre de finisher o pavimentadora. Estas contienen una tolva para recibir el material del camión; un dispositivo en forma de tornillo para distribuirlo uniformemente en todo el ancho de tendido especificado; elementos para apisonar y nivelar la mezcla al espesor de proyecto, garantizando una densidad uniforme en el pavimento. Estas máquinas vienen montadas sobre orugas o sobre neumáticos y pueden tender desde 1/2" a 6" de espesor y anchos de 2.44 m a 4.24 m. (Ver figura 3.1 y 3.2).

Para el proyecto de riego de sello premezclado se aplicará en franjas de 3 a 3.6 m. de ancho a una velocidad aproximada de 3 a 6 m/min.

**h) Compactadores.** La función de los compactadores como ya se mencionó anteriormente es dar resistencia al desgaste al riego de sello y mejorar su impermeabilidad. La maquinaria necesaria para lograr esto es un compactador liso y un compactador de neumáticos que anteriormente se describió.

#### **3.2.4 Cantidad óptima de material premezclado con cemento asfáltico.**

La cantidad óptima de material premezclado con cemento asfáltico en planta se obtiene de la misma manera que el inciso 3.1.6, el cual se ha visto que un buen comportamiento es de 8 lts/m<sup>2</sup> y que de la misma manera se debe aumentar un 10% por desperdicio.

La mezcla será similar al concreto asfáltica con un contenido de cemento asfáltico del 4% en peso respecto al agregado pétreo. Cabe señalar que este procedimiento no necesita riego de liga ya que se ha visto que funciona bien sin este.

**CAPITULO IV**  
**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**  
**PARA RIEGO DE SELLO PREMEZCLADO**

## CAPITULO IV. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA RIEGO DE SELLO PREMEZCLADO

### 4.1 Riego de sello premezclado con emulsión asfálticas en campo.

El procedimiento de elaboración y colocación del riego de sello premezclado con emulsión asfáltica es el que se describe a continuación:

**a) Preparación de la petrolizadora:** La petrolizadora deberá ser limpiada usando solventes (diesel o petróleo diáfano) para eliminar los residuos de otros productos asfálticos. Antes de colocar la emulsión se enjuagará el tanque y sistema usando agua limpia, si la petrolizadora contenía anteriormente emulsión de signo contrario a la que se va a usar; después de la limpieza señalada, se enjuagará el tanque usando agua tratada para ajustar el pH convenientemente, como ya se explicó en la sección 3.1.3.

Adicionalmente a la limpieza del tanque, se procederá a la limpieza de la barra distribuidora y de las espreas; estas además, deberán alinearse de manera que formen un ángulo de  $15^{\circ}$  a  $30^{\circ}$  con relación al eje de la barra. La altura de la misma se ajustará para obtener un traslape doble de los abanicos (Ver anexo D, Fig. 4.1).

**b) Dilución de la emulsión:** La dilución podrá hacerse directamente en la petrolizadora ya preparada, para ello se colocará un volumen de emulsión sin diluir, que será aproximadamente el 35% de la capacidad del tanque, ya que se agregarán aproximadamente 1600 litros de agua tratada por cada 1000 litros de emulsión. El agua tratada se debe almacenar en otro tanque y se agrega lentamente a la emulsión y se mezcla utilizando el sistema de bombeo, en posición de recirculación. Tanto la emulsión como el agua deberá estar a la misma temperatura ( $5^{\circ}$  a  $40^{\circ}$  C).

**c) Premezclado del material pétreo:** Una vez preparada la petrolizadora, la emulsión diluida se aplica al material pétreo extendido en una capa delgada de 5 a 10 cm de espesor, sobre una plataforma de piso limpio y firme, para evitar la contaminación del material pétreo. La emulsión diluida se aplica en dos o cuatro riegos mezclando con motoconformadora entre cada riego hasta que el material quede cubierto de un 50% a un 60%, para volver a formar la cama.

Se continuará mezclando con períodos de reposo hasta que la emulsión rompa y el material deje de aglutinarse y pueda fluir libremente. El material premezclado podrá aplicarse inmediatamente, o bien, podrá almacenarse adecuadamente para su uso posterior.

**d) Preparación de la superficie:** La superficie por sellar deberá ser preparada de preferencia tres meses antes del riego de sello. Las reparaciones consistirán en arreglo a fondo de baches, reparaciones de calaveras, renivelaciones y calafateo de grietas; no es necesario tratar las grietas con aberturas menores a 1.0 mm. El período de 3 meses servirá para que las reparaciones maduren. Antes de la aplicación del sello, se hará un último recorrido para atender los defectos menores que se hubiesen presentado.

Dichas reparaciones tienen como objetivo que la superficie por sellar no presente deterioro activo, es decir, su comportamiento, cuando menos el último año, debe ser estable y no debe presentar signos por fatiga, insuficiencia estructural, drenaje o subdrenaje insuficiente o exceso de asfalto.

**e) Riego de liga:** El espesor de la película necesaria para el anclaje del material varía, dependiendo de las condiciones de la superficie por sellar, de la granulometría y tamaño máximo del material pétreo y de las características de textura superficial; además, influye la temperatura ambiente y el tránsito. Generalmente el riego de liga con emulsión es de 0.6 a 1.0 lt/m<sup>2</sup>. En el caso de materiales premezclados, puesto que estos ya traen consigo parte del asfalto, el riego de liga deberá reducirse. De acuerdo a la experiencia local, la reducción podrá ser del orden de 30% a 40% de litros por metro cuadrado, en relación con las cantidades usualmente aplicadas.

Cabe mencionar que, para todos los trabajos de sello se deben programar cuando las condiciones climáticas sean aceptables, es decir, temperaturas superiores a los 15°C, cielos despejados sin probabilidad de lluvia por lo menos 12 horas después de los trabajos.

Como las emulsiones tienen poca viscosidad, se deberá tener las precauciones al aplicar el riego de liga en pendientes y en curvas con sobreelevación. Cuando se presenten dichos problemas se procederá a tender una capa de material pétreo y posteriormente el riego de liga. Inmediatamente atrás de la petrolizadora se aplica el material pétreo premezclado.

**f) Riego de material pétreo premezclado:** Antes del uso del material premezclado, deberán eliminarse manualmente todos los grumos que existan, para evitar obstrucciones en el dispositivo de distribución que puede ser compuerta en caja de camión o un esparcidor mecánico.

Es importante tener en cuenta, que en el caso de los materiales premezclados, éstos por el asfalto que ya tienen adherido, tienden a aglutinar una mayor cantidad de material y por lo tanto, el desprendimiento de partículas disminuye en relación a los riegos tradicionales y no se requiere utilizar material pétreo adicional como colchón. Por esto se deben reducir las cantidades habituales en aproximadamente 50% de litros por metro cuadrado, según la experiencia regional y nunca usar más de diez litros por metro cuadrado de material premezclado. Con estas recomendaciones se ha observado que el material premezclado se adhiere de un 90% a 95%.

Puesto que los materiales pétreos presentan una gran variación de tamaño máximo, granulometría y forma de la partícula es conveniente partir de las recomendaciones anteriores para fabricar mosaicos de prueba y hacer los ajustes finales en base a estos resultados.

**g) Compactación:** Inmediatamente después del tendido, se acomodará el material pétreo mediante el uso de rodillo liso ligero y rodillo neumático, actuando en forma combinada. Como el material pétreo contiene asfalto en su superficie, es posible que algunas partículas se adhieran a los rodillos, por lo cual se recomienda humedecerlos y se ajuste convenientemente la cuchilla con que usualmente estos equipos vienen dotados, para despegar los materiales que se adhieran, por lo demás, la compactación se hará en la forma usual.

**h) Reposo y barrido de la superficie:** Es indudable que una de las causas de los malos resultados en trabajos de riego de sello, es la falta de reposo o maduración; en muchos de los casos las condiciones de vialidad no permiten manejar el tránsito para proporcionar el tiempo de fraguado requerido por los asfaltos.

En el caso de los materiales premezclados, se ha observado que presentan un mejor anclaje y por lo tanto, mayor resistencia a ser desprendidos por el tránsito, aún así, es preferible proteger el sello por 24 horas por lo menos, siendo lo óptimo 72 horas y no permitir la circulación del tránsito durante este tiempo.

Antes de abrir la circulación, es conveniente barrer mediante equipo mecánico el material suelto; ésta medida será para poder recuperar el poco material sobrante para posteriormente volver a ser reutilizado, por lo que esta operación no solo resulta como una medida de seguridad, sino también redituable.

#### **4.2 Riego de sello premezclado con emulsión asfáltica hecho en planta móvil.**

El procedimiento constructivo empieza con la producción del riego de sello premezclado en una planta móvil el cual se describe a continuación:

**a) Preparación del material pétreo:** El material pétreo será colocado en una plataforma de almacenamiento fuera de la superficie de rodamiento de la carretera y deberá estar en condiciones que el material no se contamine con las maniobras de carga y descarga.

**b) Adición del material pétreo a la planta móvil:** (Ver anexo D, Fig. 4.3) El material pétreo se colocará en una tolva de almacenamiento de una planta móvil que mediante una banda transportadora la subirá a la zona de mezclado compuesto por un sinfín con aspas mezcladoras en el que se le incorpora emulsión asfáltica medido en  $\text{lt}/\text{m}^3$  de material pétreo previamente calculado. El material producto de esta operación que se ubica abajo de las paletas mezcladoras o sinfín se depositará en un lugar previsto para almacenamiento con el objeto de que el material producto del mezclado sea en volúmenes pequeños.

**c) Adición de la emulsión asfáltica a la planta móvil:** La emulsión catiónica de rompimiento rápido se adicionará al material pétreo durante el proceso de mezclado previamente humedecido el material pétreo, el agua a utilizar deberá estar exenta de contaminantes. Antes de aplicar el material pétreo deberá hacerse los ajustes necesarios para determinar la cantidad de emulsión asfáltica por metro cúbico de material pétreo que nos permita tener un residuo asfáltico de 2.5% en peso ó el que en su momento se determinó en el laboratorio. Cabe mencionar que mediante el mezclado con planta móvil no se diluye la emulsión asfáltica con agua.

Se deberá cuidar que el mezclado sea homogéneo evitando grumos. El mezclado debe ser rápido antes del rompimiento de la emulsión.

**d) Preparación de la superficie:** La superficie por sellar deberá ser preparada con anticipación antes del riego de sello. Las reparaciones pueden ser: arreglo a fondo de baches, reparaciones de calaveras, renivelaciones y calafateo de grietas; no es necesario tratar las grietas con aberturas menores a 1.0 mm.

**e) Riego de liga:** Generalmente el riego de liga con emulsión es de 0.6 a 1.0 lt/m<sup>2</sup>. En el caso de materiales premezclados, puesto que estos ya traen consigo parte del asfalto, el riego de liga deberá reducirse. De acuerdo a la experiencia local, la reducción podrá ser del orden de 30% a 40% de litros por metro cuadrado, en relación con las cantidades usualmente aplicadas.

**f) Colocación del material premezclado:** La colocación del material premezclado en planta móvil se hará de la misma forma que el premezclado en obra, teniendo los mismos cuidados.

**g) Compactación del material premezclado:** Una vez que se ha tendido el material premezclado, se acomodará el material pétreo mediante el uso de rodillo liso ligero y rodillo neumático, actuando en forma combinada a una velocidad de 5 a 7 km/hr. Se deberán tomar los cuidados necesarios que se mencionan en el inciso 4.1 g.

**h) Barrido de la superficie:** Antes de abrir la circulación, es conveniente barrer mediante equipo mecánico el material suelto, antes del barrido se debe dejar reposar el material por lo menos 24 hrs. se debe tener cuidado en dejar este tiempo como mínimo ya que de no hacerse puede no tener la suficiente adhesión del material asfáltico y el material pétreo.

#### 4.3 Riego de sello premezclado con cemento asfáltico en planta.

El procedimiento de producción y colocación de riego de sello premezclado con cemento asfáltico es el que se describe a continuación:

a) **Planta de concreto asfáltico.** El procedimiento constructivo empieza con la producción del riego de sello premezclado en planta, esta permite lograr mezclas con características casi exactas a las que se especifican.

Las plantas de concreto asfáltico que producen el premezclado del material de sello, está compuesta de varios elementos de la cual se da una explicación del funcionamiento con la ayuda de la figura 4.3

La producción del premezclado se empieza con la alimentación del material procedente del almacén por medio de un cargador, depositándose en las tolvas (1) para material frío con los tamaños 3-A o 3-E. Estas tolvas están equipadas en su descarga, con compuertas ajustables para regular la caída del material al alimentador de fríos (2) el cual es de bandas transportadoras (3). De este depósito es llevado por el elevador de cangilones (4), hasta la tolva de entrada del secador (5), en esta parte se encuentra una rejilla para medir la entrada de objetos mayores al tamaño fijado. Al entrar el agregado al secador (6), (el cual tienen un recolector de finos (7)) se secan al máximo porque están en contacto directo con las flamas. El agregado sale completamente seco al recipiente (8), de allí es llevado por un segundo elevador de cangilones (9), hasta las cribas vibratorias (10), para ser nuevamente revisado el tamaño de los agregados calientes, posteriormente se almacena en tolvas de material caliente (11), por las compuertas de estas tolvas se extrae el material con la cantidad en peso que se especifique valiéndose del recipiente pesador (12). Al mismo tiempo, el cemento asfáltico es calentado y con un recipiente que mide el peso de cemento asfáltico caliente que se especifica para lograr el premezclado (13). Los materiales ya dosificados así como el cemento asfáltico, pasan al mezclador (14), en donde se homogeniza la mezcla y se descarga al camión que la ha de transportar.

**b) Transporte del material premezclado a la obra.** Una vez que se ha producido la mezcla de riego de sello, ésta es transportada por medio de camiones de volteo que deberán ser limpiados para evitar que entren materias extrañas en la mezcla y untarse interiormente de aceite para evitar que la mezcla se adhiera. Los camiones tendrán una lona que cubra la mezcla mientras dure el transporte, en casos de tiempo inseguro o distancias a recorrer muy largas. Una vez que se está en el lugar donde va a tenderse el material premezclado, éste se deposita directamente sobre la extendedora.

**c) Tendido del material premezclado.** Para el tendido del material se necesita una pavimentadora la cual extiende y compacta parcialmente la mezcla hasta obtener una superficie uniforme.

La pavimentadora debe funcionar lo más continuo que sea posible, cuando la pavimentación se detiene durante un tiempo considerable la mezcla se enfría y la excesiva viscosidad del asfalto impide una extensión y compactación adecuada, dando irregularidades en la superficie terminada. Por ello debe regularse la velocidad de la pavimentadora de acuerdo con la capacidad de la planta mezcladora y de la cantidad de camiones de volteo, de forma que funcione continuamente, esto para mantener en la tolva de la extendedora material suficiente, por lo general la velocidad de la extendedora es de 5 a 7 km/hr.

La velocidad de avance de la extendedora debe regularse según el tipo y espesor de la mezcla que se está extendiendo.

En la tolva debe mantenerse material suficiente para suministrar a los tornillos extendedores, mezcla suficiente para cubrir al menos dos tercios de su profundidad hasta sus extremos. La cantidad de material transportada por los tornillos debe fluctuar lo menos posible.

Para las juntas en dos capas sucesivas debe haber una solapa de 5 cm. Las juntas deben ser rectas; no es posible obtener una buena junta si la extendedora avanza en zig-zag, esto puede ser originado por un mal operador de la extendedora.

En las juntas longitudinales, en caso de que el tendido se haga en dos o más fajas con intervalos de más de un día entre faja y faja, deberán impregnarse de preferencia con cemento asfáltico o con un producto asfáltico de fraguado rápido, antes de proceder al tendido de la siguiente faja.

Cuando se extienda el material premezclado junto a una superficie previamente compactada, debe obtenerse un espesor suficiente para la compactación.

**d) Compactación:** Inmediatamente después del tendido, se acomodará el material pétreo mediante el uso de un compactador con rodillos lisos. A continuación se compactará el sello premezclado utilizando compactadores de llantas neumáticas. Como el material pétreo contiene asfalto en su superficie, es posible que algunas partículas se adhieran a los rodillos, por lo cual se recomienda humedecerlos y se ajuste convenientemente la cuchilla con que usualmente estos equipos vienen dotados, para despegar los materiales que se adhieran.

La compactación se realizará con el rodillo liso o neumático, moviéndose paralelamente al eje, realizando el recorrido de la orilla de la carpeta hacia el centro y del lado inferior hacia el exterior en las curvas.

**CAPITULO V**  
**COMPARACION DE PROCEDIMIENTOS**  
**CONSTRUCTIVOS DE RIEGO DE SELLO**

## CAPITULO V. COMPARACION DE PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE RIEGO DE SELLO.

En este capitulo se analizarán las ventajas y desventajas de los diferentes métodos que se han usado en México. Se presenta las tablas No 1 a la 7 con el resumen de los precios unitarios, el análisis a detalle de dichos precios se incluye en el anexo E.

**TABLA No 1 SELLO PREMEZCLADO CON EMULSION EN OBRA**

DESCRIPCION	UNIDAD	P.U.	CANTIDA D	TOTAL
Obtencion de material 3-E	m3	49.10	1.05	51.56
Carga material 3-E	m3	2.61	1.00	2.68
Acarreo 1er km y descarga	m3	5.28	1.00	5.28
Acarreo mat 3-E kms subsecuentes	kms	1.90	1.00	1.90
Mezcla en plataforma	m3	15.26	1.00	15.26
Dilución por m3	m3	126.16	1.00	126.16
Carga material premezclado	m3	2.38	1.05	2.50
Acarreo 1er km y descarga premezclado	m3	5.71	1.00	5.79
Tendido y compactación	m3	8.50	1.00	8.50
Barrido de la superficie	m2	0.03	1.00	0.03

Total C.D. 219.65

**TABLA No. 2 SELLO PREMEZCLADO CON EMULSION ASFALTICA EN PLANTA**

DESCRIPCION	UNIDAD	P.U.	CANTIDA D	TOTAL
Obtencion de material 3-E	m3	49.1	1.05	51.56
Carga material 3-E	m3	2.61	1	2.61
Acarreo 1er km y descarga	m3	5.28	1	5.28
Acarreo mat 3-E kms subsecuentes	kms	1.89	1	1.89
Dilucion por m3 (Agua y emulsión)	Lt	126.16	1.05	132.80
Carga material 3-E a tolvas en la planta	m3	2.61	1	2.61
Premezclado en la planta	m3	153.41	1.05	0.78
Carga material premezclado	m3	2.38	1.05	2.50
Acarreo 1er km y descarga	m3	5.71	1	5.71
Tendido y compactación material premezclado	m3	32.14	1.05	33.75
Barrido de la superficie	m2	0.03	1	0.03

Total C.D. 239.75

**TABLA No. 3 RIEGO DE SELLO SIMPLE**

DESCRIPCION	UNIDAD	P.U.	CANTIDAD	TOTAL
Obtencion de material 3-E	m3	49.10	1.05	51.56
Carga material 3-E	m3	2.61	1.00	2.61
Acarreo 1er km y descarga	m3	5.28	1.00	5.28
Acarreo mat 3-E kms subsecuentes	kms	1.90	1.00	1.90
Aplicación del asfalto	m3	97.06	1.05	103.87
Aplicacion del sello	m3	1.37	1.00	1.37
Compactacion	m3	2.27	1.00	2.27
Barrido de la superficie	m2	0.03	1.00	0.03

Total C.D. 168.88

**TABLA No 4 SELLO PREMEZCLADO CON CEMENTO  
ASFALTICO No.6**

DESCRIPCION	UNIDAD	P.U.	CANTIDAD	TOTAL
Obtencion de material 3-E	m3	49.10	1.05	51.56
Carga material 3-E	m3	2.61	1.00	2.61
Acarreo 1er km y descarga	m3	5.63	1.00	5.63
Acarreo mat 3-E kms subsecuentes	kms	1.90	1.00	1.90
Carga material 3-E a tolvas en la planta	m3	2.61	1.00	2.61
Premezclado en planta	m3	186.21	1.05	195.52
Carga material premezclado	m3	2.38	1.05	2.85
Acarreo 1er. km y descarga material premezclado	m3	5.71	1.00	5.71
Tendido y compact material premezclado	m3	32.14	1.05	33.76
Barrido de la superficie	m2	0.03	1.00	0.03

Total C.D. 302.17

**TABLA No. 5 RIEGO DE SELLO CON DOBLE CAPA DE  
GRAVILLA**

DESCRIPCION	UNIDAD	P.U.	CANTIDA D	TOTAL
Obtencion de material 3-E	m3	49.10	1.05	51.56
Carga material 3-E	m3	2.61	2.00	5.35
Acarreo 1er km y descarga	m3	5.28	2.00	10.56
Acarreo mat 3-E kms subsecuentes	kms	1.90	2.00	3.80
Aplicacion de asfalto (1a. y 2a. aplicac)	m3	155.90	1.00	155.90
Aplicación de sello	m3	1.37	2.00	2.74
Compactación	m3	2.27	2.00	4.54
Barrido de la superficie	m2	0.03	2.00	0.06

Total C.D. 236.61

**TABLA No. 6 MORTERO ASFALTICO**

DESCRIPCION	UNIDAD	P.U.	CANTIDA D	TOTAL
Obtencion de material 3-E	m3	49.10	1.05	51.72
Carga material 3-E	m3	2.61	1.00	2.77
Acarreo 1er km y descarga	m3	5.28	1.00	5.28
Acarreo mat 3-E kms subsecuentes	kms	1.90	1.00	1.90
Elaboración y aplicación del mortero	m3	173.12	1.11	192.16

Total C.D. 253.83

**TABLA No. 7 RESUMEN DE PRECIOS UNITARIOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	P.U.
Sello premezclado con emulsión (obra)	m3	219.65
Sello premezclado con emulsión (planta)	m3	239.75
Sello con una capa de gravilla	m3	168.88
Sello premezclado con cemento asfáltico	m3	302.17
Sello con doble capa de gravilla	m3	236.61
Mortero asfáltico	m3	253.83

## 5.1 Riego de sello tradicional simple.

### a) Ventajas:

- el costo es bajo en comparación con los otros métodos (\$168.88 /m<sup>3</sup>)
- Su aplicación no necesita de mano de obra especializada.

### b) Desventajas:

De las desventajas que se encuentran en el método tradicional son las siguientes:

- El desperdicio del material pétreo es de un 40% debido a que el material pétreo contiene una gran cantidad de polvo lo que evita una buena adherencia del material pétreo con el asfalto.
- Ocasiona accidentes debido al material suelto lo cual produce una superficie de rodamiento deslizante.
- Existe desperdicio de material asfáltico, esto ocurre cuando se aplica en exceso o cuando el pavimento tiene una pendiente propia del camino.
- En este procedimiento no hay buena adherencia del material pétreo y el asfalto debido a que es difícil de controlar la cantidad de polvo.
- Debido a la mala aplicación se eleva el costo del mantenimiento del pavimento por la periodicidad con que se le debe volver a aplicar otro tratamiento superficial.
- El periodo que se debe dejar sin tránsito es de 24 hrs, el cual por lo general no se respeta teniendo como consecuencia que se tenga una gran cantidad de desperdicio.
- Incomodidad e inseguridad al usuario del camino por la polvareda ocasionada por el desprendimiento del material fino del agregado.
- Parabrisas de automoviles astillados.

## **5.2 Riego de sello tradicional con dos capas de material pétreo.**

Se analizará el riego de sello doble como el representativo del sello múltiple debido a que analizando este se puede ver la diferencia con del riego de sello triple.

### **a) Ventajas:**

- Proporciona una superficie de rodamiento con menos huecos por desprendimiento de material pétreo.
- Proporciona una mayor protección para la carpeta asfáltica.
- Proporciona una superficie de rodamiento antideslizante con mayor seguridad para el usuario que con el tratamiento superficial con una capa de material pétreo.
- La aplicación de este método no necesita de mano de obra especializada.

### **b) Desventaja:**

- El costo de la aplicación de dos capas de material pétreo se incrementa considerablemente ( \$236.61 contra \$168.88 del tratamiento de una sola capa)
- El desperdicio del material pétreo aún es grande debido a que es inevitable la presencia de polvo.
- Se siguen presentando accidentes por material pétreo suelto.
- Existe gran cantidad de polvo ocasionada por el desprendimiento de material fino del agregado.

### 5.3 Mortero asfáltico (Slurry Seal).

#### a) Ventajas.

- Produce una superficie antideslizante. Esto evita una gran cantidad de accidentes.
- Los morteros logran una prolongación de la vida de los pavimentos. La aplicación oportuna del mortero en un pavimento difiere la inversión que implica la reposición de la carpeta.
- También en las ciudades se puede mejorar el aspecto de algunas áreas que sufren daños por la acción de gasolina y aceite que gotean de los automóviles.
- No es necesario tapar drenajes, ni levantar polvo que es tan molesto; además, se evita la rotura de vidrios, etc.

#### b) Desventajas.

- Mal estado de los hules: Esto provoca que el extendido de la mezcla sea deficiente, esto puede producir un defecto muy común que es el rizado de la superficie. Normalmente se debe a que la calidad del hule o la dureza de éste no corresponde a lo recomendado para estos trabajos. El rizado también puede ser provocado por el estado de la superficie donde se aplica.
- El excesivo desgaste de los hules laterales producen derrames perjudiciales lateralmente durante el tendido, muy especialmente en los inicios de tendido.
- Las fallas por el mal estado que guarda el pavimento: Se pueden resumir como sigue: gravilla suelta, baches y huellas profundas, mezcla sin cohesión y tratamientos superficiales mal realizados.

**a) Las gravillas sueltas** son arrastradas y se integran a la mezcla del mortero, produciendo un rayado del tipo similar al causado por la contaminación del material pétreo por gravillas de tamaño mayor.

**b) Los baches y huellas profundas** son causas de la colocación local de mayores espesores; el material pétreo se sedimenta y aparecen charcos con superficies brillantes de asfalto y acumulación de agua.

c) En el caso que existan pavimentos muy abiertos con baches localizados, se produce un infiltrado de los vacíos de la parte líquida y finos del mortero, quedando en la superficie solamente la fracción gruesa de la mezcla y pobre del asfalto.

- El pavimento sucio: Esto puede ser causa de defecto o de falla, la existencia de la mancha de arcilla frecuentemente arrastrada por la lluvia o por la misma máquina que la transporta en sus llantas, estiércol de ganado, polvo fino, aceites, diesel pueden ser causa de fallas muy notables y muchas veces graves.

- Maquinaria especial: Este método requiere de una maquina llamada Slurry Seal que no es muy común en la construcción por lo que la adquisición de este tipo de maquinaria es muy costoso.

- El costo es alto en comparación con el método tradicional.

#### **5.4 Riego de sello premezclado con emulsión asfáltica en obra.**

##### **a) Ventajas:**

- Mayor adherencia del material pétreo al material asfáltico debido al mezclado previo al tendido.
- No necesita de equipo especializado.
- Si se aplica adecuadamente proporciona una superficie de rodamiento adecuada al usuario
- Evita accidentes, debido a que no existe gran cantidad de material pétreo suelto como es el caso del riego de sello simple.
- El costo de mantenimiento disminuye debido a que su duración es mayor al del tratamiento simple.

##### **b) Desventajas:**

- Si no se aplica adecuadamente se eleva el costo del mantenimiento del pavimento porque se incrementa la periodicidad con que se le debe volver a aplicar el tratamiento superficial.
- El tiempo de reposo es el mismo que el tratamiento superficial a pesar del premezclado previo que se le da al agregado.
- Se ha visto que si se aplica inadecuadamente en dos semanas el tratamiento premezclado desaparece casi por completo.
- Si no se le deja el tiempo de reposo adecuado sufre desprendimientos como el tratamiento superficial simple.

## **5.5 Riego de sello premezclado con emulsión asfáltica con planta móvil.**

### **a) Ventajas:**

- Proporciona una mayor adherencia del material pétreo al material asfáltico por la acción del premezclado, este premezclado en planta produce mejores resultados que el premezclado en obra debido a que este se puede controlar mejor.
- El costo de mantenimiento disminuye debido a que la unión del material agregado y la emulsión asfáltica es mejor que el del tratamiento superficial con una sola capa de gravilla.
- Evita accidentes debido a que no hay tanto desprendimiento de material pétreo con lo cual proporciona una superficie de rodamiento antideslizante.
- Evita malestar en el usuario por la presencia de polvo, ya que el premezclado de emulsión asfáltica cubre al agregado, evitando el desprendimiento del material fino.
- No se necesita mano de obra especializada.

### **b) Desventajas:**

- Aunque se produce un premezclado mejor que el hecho con motoconformadora, sigue existiendo desperdicio de material agregado que es mucho menor que el del tratamiento superficial simple.
- Se debe tener una planta mezcladora, la cual ocasiona una inversión fuerte para la adquisición de esta.
- El tiempo de reposo a pesar del premezclado debe ser de 24 horas, por lo que generalmente esto no se cumple, lo cual ocasiona que el sello premezclado no se comporte bien y se desprenda rápidamente.

## 5.6 Riego de sello premezclado con cemento asfáltico en planta.

### a) ventajas:

- La periodicidad de mantenimiento es mucho menor en comparación con el tratamiento superficial simple.
- Produce una superficie de rodamiento segura para el usuario.
- El costo de mantenimiento del pavimento disminuye en gran cantidad debido que no necesita un mantenimiento constante.
- Produce mejor visibilidad durante el día y la noche debido a que la superficie resultante es de color oscura y hace resaltar las vialetas así como la pintura de las líneas.
- No existen accidentes por material pétreo suelto.
- La cantidad de material pétreo que se desprende y desperdicia es cero.
- El tiempo de reposo que se debe dejar en este tipo de tratamientos es aproximadamente de media hora, que es el tiempo que tarda en fraguar el cemento asfáltico. Esta es una gran ventaja debido a que con otros métodos de construcción de sello se debe dejar por lo menos 24 horas lo cual muchas veces no se cumple y es por ello que estos tratamientos no tienen un buen comportamiento.

### b) Desventajas:

- Se necesita tener una planta de concreto asfáltico para poder hacer el riego de sello premezclado con cemento asfáltico.
- El cemento asfáltico debe calentarse a 120 °C lo cual produce contaminación.

- El costo es mayor que cualquiera de los otros métodos antes mencionados.
- La forma de producirse la mezcla produce contaminación al medio ambiente.
- Se necesita tener una pavimentadora para poder tender el material premezclado.

Como se puede apreciar en la comparativa anterior, todos los métodos tienen sus ventajas y desventajas, en la práctica se ha visto que el riego de sello premezclado con cemento asfáltico ha tenido mejor resultado por la durabilidad y la consistencia que presenta cuando es tendido. De las desventajas que se mencionaron anteriormente el alto costo se justifica ya que la periodicidad de mantenimiento es mucho menor que cualquier otro método a excepción del Slurry Seal que tiene parecida duración.

Otro método que da buenos resultados es el Mortero Asfáltico, pero como se vio en la comparativa anterior tiene muchos problemas tanto en la maquinaria como el momento del tendido del mortero, además del alto costo. Esta maquinaria debe tener un mantenimiento adecuado y debe ser gente capacitada para poder hacerlo ya que de lo contrario puede afectar el buen funcionamiento de esta. Otro problema que se tiene son los depósitos de agua y emulsión ya que las paredes de metal pueden presentar corrosión. Además, el funcionamiento de la maquinaria tiene algunos problemas como pueden ser los siguientes:

- Las bombas dosificadoras no tienen un sistema medidor de flujo que pueda asegurar su constancia. Por lo que interviene en gran medida de la experiencia del operador.
- La bomba de aditivo original no es la más adecuada, por lo que en muchas ocasiones, se busca una de mejor calidad.
- Cuando el sinfín mezclador se atasca, como medida de protección tiene un seguro que se rompe. Este seguro está en una posición que hace muy difícil

En cuanto al riego de sello tradicional el problema mayor es debido a la cantidad de polvo que genera el propio material que puede ser difícil de evitar aún teniendo los cuidados necesarios debido a la naturaleza misma del material y esto genera los problemas que fueron enumerados en su momento. Es por eso que el riego de sello premezclado con emulsión puede ser una solución viable ya que puede solucionar los problemas que actualmente se presentan en el riego de sello simple, además de que se aplica de la misma manera. En cuanto a los asfaltos rebajados tienen la mismas propiedades que las emulsiones asfálticas, pero éstas últimas tienen la ventaja de que no tienen solventes, y por ende no producen ningún tipo de contaminación como los generados por los asfaltos rebajados.

El riego de sello premezclado con emulsión asfáltica con planta móvil tiene atributos parecidos al del cemento asfáltico en planta solo que la dureza presentada cuando es tendido es menor. El mayor problema que presenta este método es el tiempo de reposo que se le debe de dejar debido que la mayoría de las constructoras no cumplen con este requisito que es indispensable para que el material asfáltico obtenga su dureza necesaria para adherirlo al material pétreo.

***CAPITULO VI***  
***CONCLUSIONES***

## CAPITULO VI. CONCLUSIONES

1. Los procedimientos de premezclados que se han descrito en el presente trabajo no son métodos desconocidos en la construcción de pavimentos, pero son una buena alternativa para desplazar al método tradicional que se ha aplicado desde hace años y que se tiene una gran cantidad de problemas como se pudo ver en su momento, el mayor problema que se tiene en el método tradicional es la cantidad de finos que contiene y que en la mayoría de los casos en que se debe aplicar el riego de sello es inevitable este problema, por lo que mediante el premezclado se puede evitar la presencia de material fino.

2. Estos procedimientos de riego de sello premezclado son métodos que se aplican en la construcción de carpetas asfálticas por lo que otra ventaja que se tiene es el hecho de poder aprovechar la maquinaria que se tiene para usarlos en otros trabajos y para poder sacar un mayor provecho de esta. Caso específicos es la planta de concreto asfáltico y la pavimentadora ya que se debe hacer una gran inversión para tener este tipo de maquinaria.

3. Se necesita implementar métodos para riego de sello que no sean caros, ya que a pesar de los problemas que se tienen con el método tradicional se sigue aplicando por ser un método barato en comparación con el costo que implica la construcción de un pavimento flexible.

4. El riego de sello es un problema que no se ha analizado, ya que durante la realización de este trabajo se pudo apreciar que muchas constructoras tienen problemas posteriores a la entrega de los trabajos porque a las dos o tres semanas de dicha entrega no existe riego de sello debido a que el tráfico lo desprende, por lo que se les hace volver a aplicar este y obviamente representa un desembolso para la constructora.

5. El problema que se planteo en este trabajo fue la presencia de material fino en el material pétreo, el cual se resolvió considerablemente con los métodos de riego de sello premezclado con emulsión asfáltica pero se sigue teniendo material de desperdicio (menor al de tratamiento superficial simple). En cuanto al riego de sello premezclado con cemento asfáltico se resolvió por completo el problema del material fino además de ser casi nulo el desperdicio del material pétreo y asfáltico.

6. Como se mencionó en el párrafo anterior, el riego de sello premezclado con cemento asfáltico fue el que presentó los mejores resultados tanto por su menor desperdicio de material pétreo y asfáltico, el mejor control de calidad que se presenta tanto en la realización del premezclado como en la aplicación de éste.

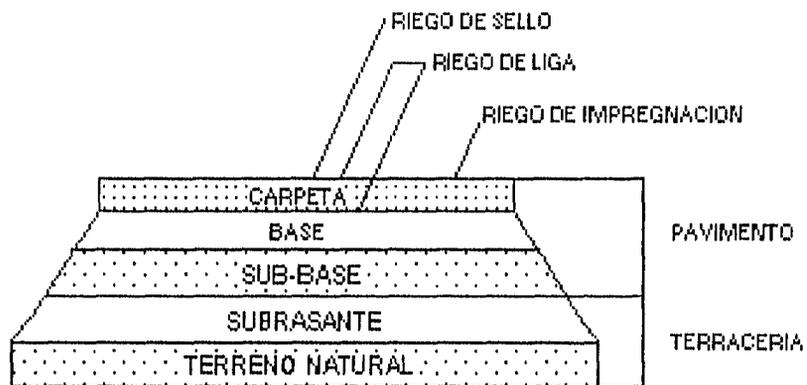
Un problema constructivo que se presenta por lo regular es el poco tiempo que se deja en reposo al material de sello por lo que esta es una causa de falla, esta es una diferencia entre los riegos de sello premezclado con emulsión y con el cemento asfáltico ya que se necesita sólo de media hora para poder abrirse al tráfico.

Otra ventaja que se tiene con el riego de sello premezclado con cemento asfáltico es la aplicación de este en autopistas que tienen alta influencia vehicular el cual no sufre desprendimientos del material de sello.

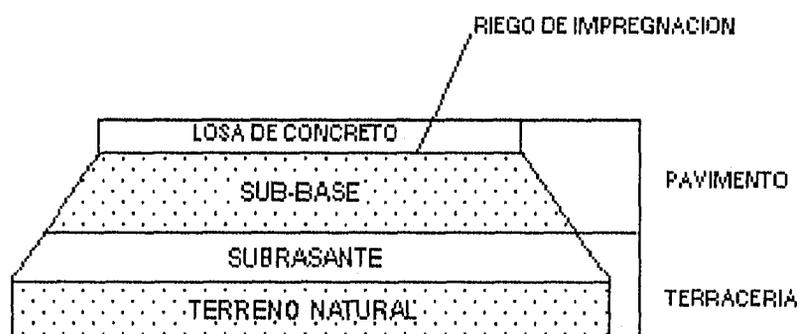
7. En el presente trabajo no se abordó el material de asfaltos rebajados ya que presenta los mismos problemas que las emulsiones por lo que solo se tomó en cuenta estas que presentan mayores ventajas por el hecho de no necesitar calentamiento, además los asfaltos rebajados se han tratado de eliminar por la contaminación que producen al medio ambiente, que en la actualidad a tomando mucha importancia.

***ANEXOS***

# ***ANEXO A***



**Figura 1.1 Pavimento flexible**



**Figura 1.2 Pavimento rígido**

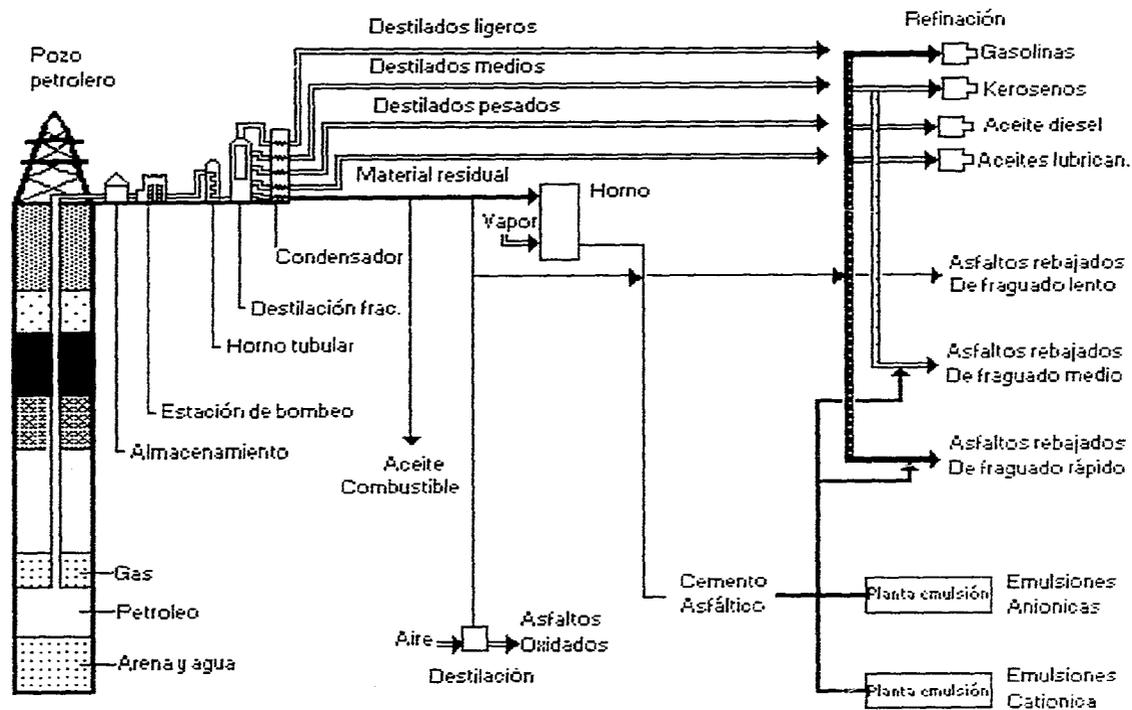


Figura 1.3 Esquema del tratamiento del petróleo para obtener los diversos productos asfálticos.

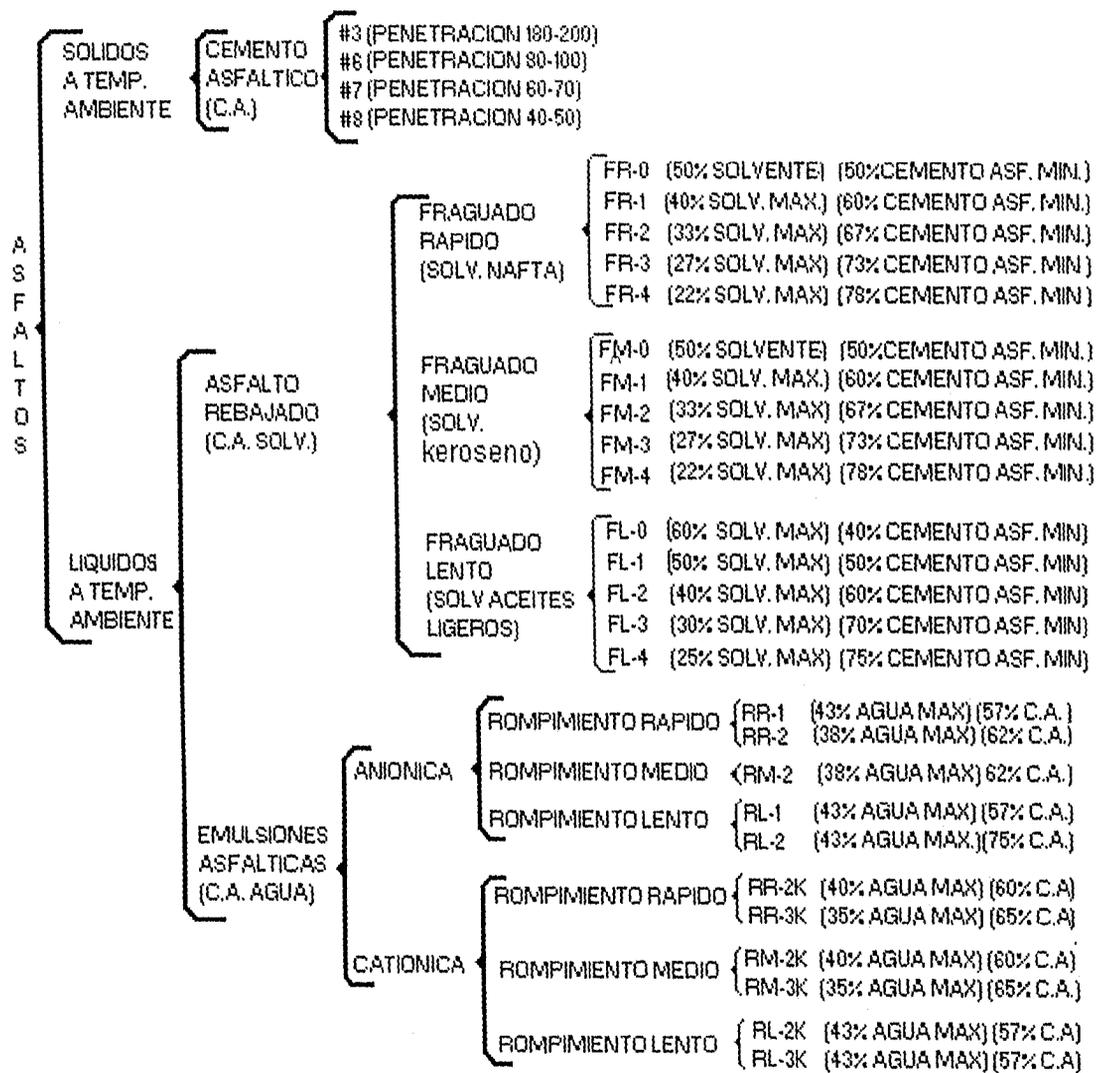


Figura 1.4 Clasificación de los asfaltos

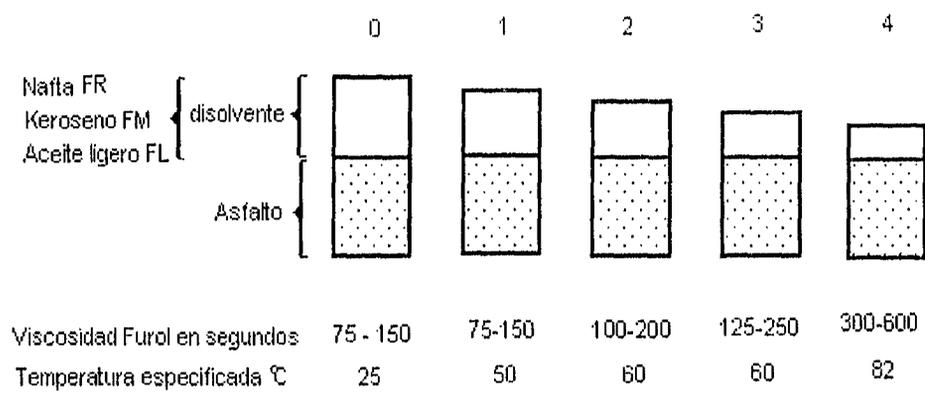


Figura 1.5 Relaciones entre la composición y viscosidad de los asfaltos líquidos.

Globulos de asfalto  
en formas de esferas  
perfectas

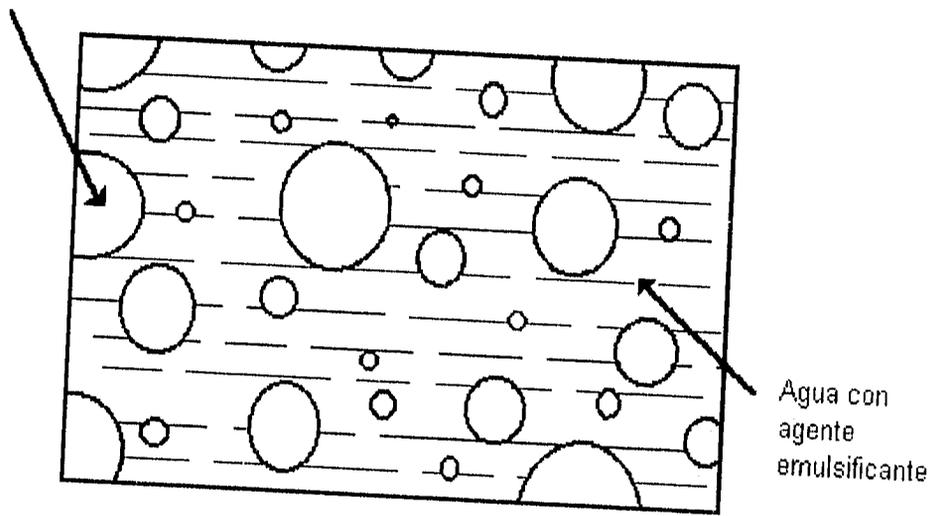


Figura 1.6 Emulsión asfáltica

TABLA No. 1 TEMPERATURAS RECOMENDABLES DE APLICACION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ASFALTOS

Asfaltos Rebajados de Fraguado Rápido.	FR-0: de 20oC a 40oC FR-1: de 30oC a 50oC FR-2: de 40oC a 60oC FR-3: de 60oC a 80oC FR-4: de 80oC a 100oC
Asfaltos Rebajados de Fraguado Medio	FM-0: de 20oC a 40oC FM-1: de 30oC a 60oC FM-2: de 70oC a 85oC FM-3: de 80oC a 95oC FM-4: de 90oC a 100oC
Asfaltos Rebajados de Fraguado Lento	FL-0: de 20oC a 30oC FL-1: de 30oC a 45oC FL-2: de 75oC a 85oC FL-3: de 85oC a 95oC FL-4: de 95oC a 100oC
Cemento asfáltico	De 120oC a 160oC
Emulsión Asfáltica	No es necesario calentamiento

TABLA No. 2 ESPECIFICACIONES PARA CEMENTOS ASFALTICOS

CARACTERISTICAS	GRADOS DEL CEMENTO ASFALTICO			
	Num. 3	Num. 6	Num. 7	Num.8
Penetración, 100 g, 5 seg, 25oC, grados.	180-200	80-100	60-70	40-50
Viscosidad Saybolt-Furol (copa abierta de Cleveland) oC minimo	60	85	100	120
Punto de inflamación (copa abier ta de Cleveland) oC minimo.	220	232	232	232
Punto de reblandecimiento, oC	37-43	45-52	48-56	52-60
Ductibilidad 25oC, cm, minimo.	60	100	100	100
Solubilidad en tetracloruro de carbono, %, minimo.	99.5	99.5	99.5	99.5
Asfaltos Rebajados de 50 cm3, 5 h, 163 oC:				
Penetración retenida, por ciento, mínimo.	40	50	54	58
Perdida por calentamiento, por ciento, máximo.	1.4	1.0	0.8	0.8

TABLA No.3 ESPECIFICACIONES PARA ASFALTOS REBAJADOS DE FRAGUADO RAPIDO

CARACTERISTICAS	G R A D O S				
	FR-0	FR-1	FR-2	FR-3	FR-4
<b>Pruebas al producto original</b>					
Punto de inflamación (copa abierta de Cleveland) oC mínimo.	---	---	27	27	27
Viscosidad Saybolt-Furol:					
A 25oC, seg	75-150	---	---	---	---
A 50oC, seg.	---	75-150	---	---	---
A 60oC, seg.	---	---	100-200	250-500	---
A 82oC, seg.	---	---	---	---	125-250
Asfaltos Rebajados de destilado a 260oC:					
Hasta 190oC, mínimo.	15	10	---	---	---
Hasta 225oC, mínimo.	55	50	40	25	8
Hasta 260oC, mínimo.	75	70	65	55	40
Hasta 315oC, mínimo.	90	88	87	83	80
Residuo de la destilación 360oC					
Asfaltos Rebajados de diferencia, mínimo.	50	60	67	73	78
Agua por destilación % máximo.	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
<b>Pruebas al residuo de la destilación</b>					
Penetración, grados.	80-120	80-120	80-120	80-120	80-120
Ductilidad en centímetros, mín.	100	100	100	100	100
Solubilidad en tetracloruro de carbono, %, mínimo.	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5

TABLA No.4 ESPECIFICACIONES PARA ASFALTOS REBAJADOS DE FRAGUADO MEDIO

CARACTERISTICAS	G R A D O S				
	FM-0	FM-1	FM-2	FM-3	FM-4
<b>Pruebas al producto original</b>					
Punto de inflamación (copa abierta de Cleveland) oC mínimo.	38	38	66	66	66
Viscosidad Saybolt-Furol:					
A 25oC, seg	75-150	---	---	---	---
A 50oC, seg.	---	75-150	---	---	---
A 60oC, seg.	---	---	100-200	250-500	---
A 82oC, seg.	---	---	---	---	125-250
Asfaltos Rebajados de destilado a 260oC:					
Hasta 225oC, mínimo.	25	20	10	5	0
Hasta 260oC, mínimo.	40-70	25-65	15-55	5-40	30 Max
Hasta 315oC, mínimo.	75-93	70-90	60-87	55-85	40-80
Residuo de la destilación 360oC por ciento del volumen total por Asfaltos Rebajados de	50	60	67	73	78
Agua por destilación % máximo.	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
<b>Pruebas al residuo de la destilación</b>					
Penetración, grados.	120-300	120-300	120-300	120-300	120-300
Ductilidad en centímetros, mín.	100	100	100	100	100
Solubilidad en tetracloruro de carbono, %, mínimo.	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5

TABLA No.5 ESPECIFICACIONES PARA ASFALTOS REBAJADOS DE FRAGUADO LENTO.

CARACTERISTICAS	G R A D O S				
	FL-0	FL-1	FL-2	FL-3	FL-4
<b>Pruebas al producto original</b>					
Punto de inflamación (copa abierta de Cleveland) oC mínimo.	66	66	80	93	107
Viscosidad Saybolt-Furol:					
A 25oC, seg	75-150	---	---	---	---
A 50oC, seg.	---	75-150	---	---	---
A 60oC, seg.	---	---	100-200	250-500	---
A 82oC, seg.	---	---	---	---	125-250
Asfaltos Rebajados de oC, por ciento en volumen.	15-40	10-30	5-25	2-15	10 max.
Agua por destilación, %, máximo	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Residuo asfáltico de 100 grados penetración, %, mínimo.	40	50	60	70	75
<b>Pruebas al residuo de la destilacion</b>					
Flotación en el residuo de la Asfaltos Rebajados de	15-100	20-100	25-100	50-125	60-150
Ductilidad del residuo asfáltico de 100 grados de penetración, 25oC, cm, mínimo	100	100	100	100	100
Solubilidad en tetracloruro de carbono, %, mínimo.	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5

TABLA No.6 ESPECIFICACIONES PARA EMULSIONES ASFALTICAS CATIONICAS

CARACTERISTICAS	G R A D O S					
	Rompimiento rápido		Rompimiento medio		Rompimiento lento	
	RR-2K	RR-3K	RM-2K	RM-3K	RL-2K	RL-3K
<b>Pruebas en el producto original</b>						
Viscosidad Saybolt-Furol 25oC, seg.	---	---	---	---	20-100	20-100
Viscosidad Saybolt-Furol 50oC, seg.	20-100	100-400	50-500	50-500	---	---
Residuo de la destilación, % en peso, mínimo.	60	65	60	65	57	57
Asentamiento en 5 días, diferencia en %, máximo.	5	5	5	5	5	5
Asfaltos Rebajados de	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Cubrimiento del agregado (en condiciones de trabajo). Prueba de resistencia al agua:						
Agregado seco % de cubrimiento, min	---	---	80	80	---	---
Agregado húmedo % de cubrimiento, máximo.	---	---	60	60	---	---
Asfaltos Rebajados de máximo.	---	---	---	---	2	2
Carga de la partícula.	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva	---	---
pH, máximo	---	---	---	---	6.7	6.7
Disolvente en volumen, por ciento max.	3	3	20	12	---	---
<b>Pruebas en el residuo de la destilación.</b>						
Penetración, 25oC, 100 gr, 5 seg, grados	100-250	100-250	100-250	100-250	100-200	40-90
Solubilidad en tetracloruro de carbono, %, mínimo.	97	97	97	97	97	97
Ductibilidad, 25oC, cm, mínimo.	40	40	40	40	40	40

TABLA No.7 ESPECIFICACIONES PARA EMULSIONES ASFALTICAS ANIONICAS

CARACTERÍSTICAS	G R A D O S				
	Rompimiento rápido		Rompimiento medio	Rompimiento lento	
	RR-1	RR-2	RM-2	RL-1	RL-2
<b>Pruebas en el producto original</b>					
Viscosidad Saybolt-Furol 25oC, seg.	20-100	---	100 mjn.	20-100	20-100
Viscosidad Saybolt-Furol 50oC, seg.	---	75-400	---	---	---
Residuo de la destilación, % en peso, mínimo.	57	62	62	57	57
Asentamiento en 5 días, diferencia en %, máximo.	3	3	3	3	3
Asfaltos Rebajados de	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Demulsibilidad:					
35 ml. de 0.2N CaCl <sub>2</sub> por ciento max.	60	50			
50 ml. de 0.10N CaCl <sub>2</sub> por ciento max.			30		
Miscibilidad con cemento Portland, %, máximo.	---	---	---	2	2
<b>Pruebas en el residuo de la destilación.</b>					
Asfaltos Rebajados de grados	100-250	100-250	100-250	100-200	40-90
Solubilidad en tetracloruro de carbono, %, mínimo.	97	97	97	97	97
Ductibilidad, 25oC, cm, mínimo.	40	40	40	40	40

TABLA No.8 PRODUCTOS ASFALTICOS QUE SE SUGIERE EMPLEAR EN TRABAJOS DE PAVIMENTACION.

CONCEPTOS	CONDICIONES CLIMATICAS DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA					
	F r i o		Templado		Caliente	
	Seco	Húmedo	Seco	Húmedo	Seco	Húmedo
<b>Riego de impregnación:</b>						
En banco de textura cerrada	FM-0	FM-0	FM-0 o FM-1	FM-0 o FM-1	FM-1 o FL-2	FM-1 o FL-2
En banco de textura media	FM-0 o FM-1	FM-1	FM-1	FM-1	FM-1 o FM-2	FM-2
En banco de textura abierta	FM-1 o FM-2	FM-2	FM-1 o FM-2	FM-2	FM-2 o FM-3	FM-2 o FM-3
<b>Carpetas por el sistema de riegos:</b>	FR-2 o FR-3	FR-3 o ERK	FR-3, ER	FR-3 o ERK	FR-3, FR-4	FR-3, FR-4
<b>Riego de lig</b> Asfaltos Rebajados de Sobre carpetas antiguas o sobre bases impregnadas.	FR-2, FR-3 ERK o ER	FR-2, FR-3 ERK o ER	FR-2, FR-3 ERK o ER	FR-2, FR-3 ERK o ER	FR-2, FR-3 FR4, ER o ERK	FR-2, FR-3 FR4, ER o ERK
<b>Carpetas de mezcla asfáltica en el lugar:</b>						
En banco de textura cerrada Asfaltos Rebajados de	FR-1, FR-2 FM-2	FR-2 o FM-2	FR-2 o FM-2	FR-2 o FM-2	FR-3 o FM-3	FR-3 o FM-3
En banco de textura media	FR-2 o FM-2	FR-2 o FM-2	FM-2, FM-3 FR-2 o FR-3	FM-3 o FR-3	FM-3 o FR-3	FM-3 o FR-3
En banco de textura abierta	FR-2 o FM-2	FR-2 o FM-2	FM-3 o FR-3	FM-3 o FR-3	FM-3 o FR-3	FM-3 o FR-3
<b>Mezcla asfáltica en frío usando emulsiones:</b>						
En banco de textura cerrada	EM, EL o ELK	EM o ELK	EM o ELK	EM o ELK	EM o ELK	EM o ELK
En banco de textura media	EM, EL o ELK	EM o ELK	EM o ELK	EM o ELK	EM o ELK	EM o ELK
En banco de textura abierta	EM, EL, ELK o EMK	EM, EL, ELK o EMK	EM, EL, ELK o EMK	EM, EL, ELK o EMK	EM, EL, ELK o EMK	ERK, EL o ELK
<b>Carpetas de concreto asfáltico hechas en planta, en caliente.</b>	CA-3 o CA-6	CA-3 o CA-6	CA-3 o CA-6	CA-3 o CA-6	CA-3 o CA-6	CA-3 o CA-6
<b>Riego de sello:</b>						
Con materiales 3-A o 3-E	FR-2, FR-3 ER o ERK	FR-3 o ERK	FR-3 o ERK	FR-3 o ERK	FR-3, FR-4 ERK o ER	FR-3, FR-4 ERK o ER
<b>Morteros asfálticos:</b>						
Sobre carpetas asfálticas.	EL o ELM	EL o ELM	EL o ELM	EL o ELM	EL o ELM	EL o ELM

FR.- Asfalto rebajado de fraguado rápido  
 FM.- Asfalto rebajado de fraguado medio  
 FL.- Asfalto rebajado de fraguado lento  
 ER.- Emulsión aniónica de rompimiento rápido  
 EM.- Emulsión aniónica de rompimiento medio  
 EL.- Emulsión aniónica de rompimiento lento.  
 ERK.-Emulsión catiónica de rompimiento rápido  
 EMK.-Emulsión catiónica de rompimiento medio  
 ELK.-Emulsión catiónica de rompimiento lento.  
 CA.- Cemento asfáltico

NOTAS: - Para la elaboración de la tabla, no se considero el problema de la adherencia entre el material p'treo y el asfalto, por lo cual, para la elección del producto asfáltico adecuado, deberf tomarse en cuenta este aspecto.  
 - Los asfaltos rebajados de fraguado lento (FL), prfcticamente ya no utilizan.  
 - Cuando se usen asfaltos rebajados o emulsiones asfálticas, no deberf trabajar cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5oC.

***ANEXO B***

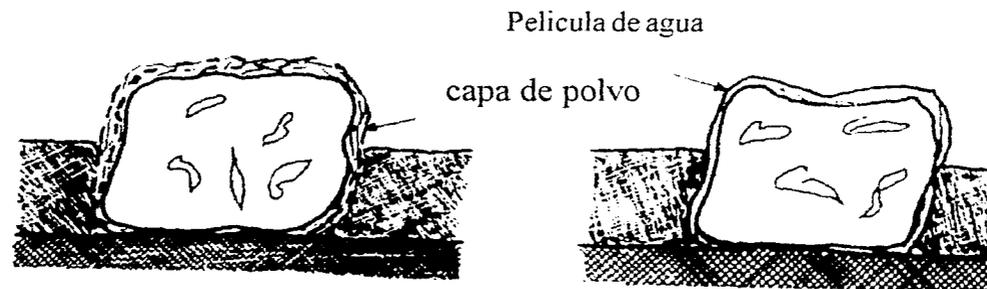


Figura 2.1 Material con una mala adherencia debida al polvo y al agua

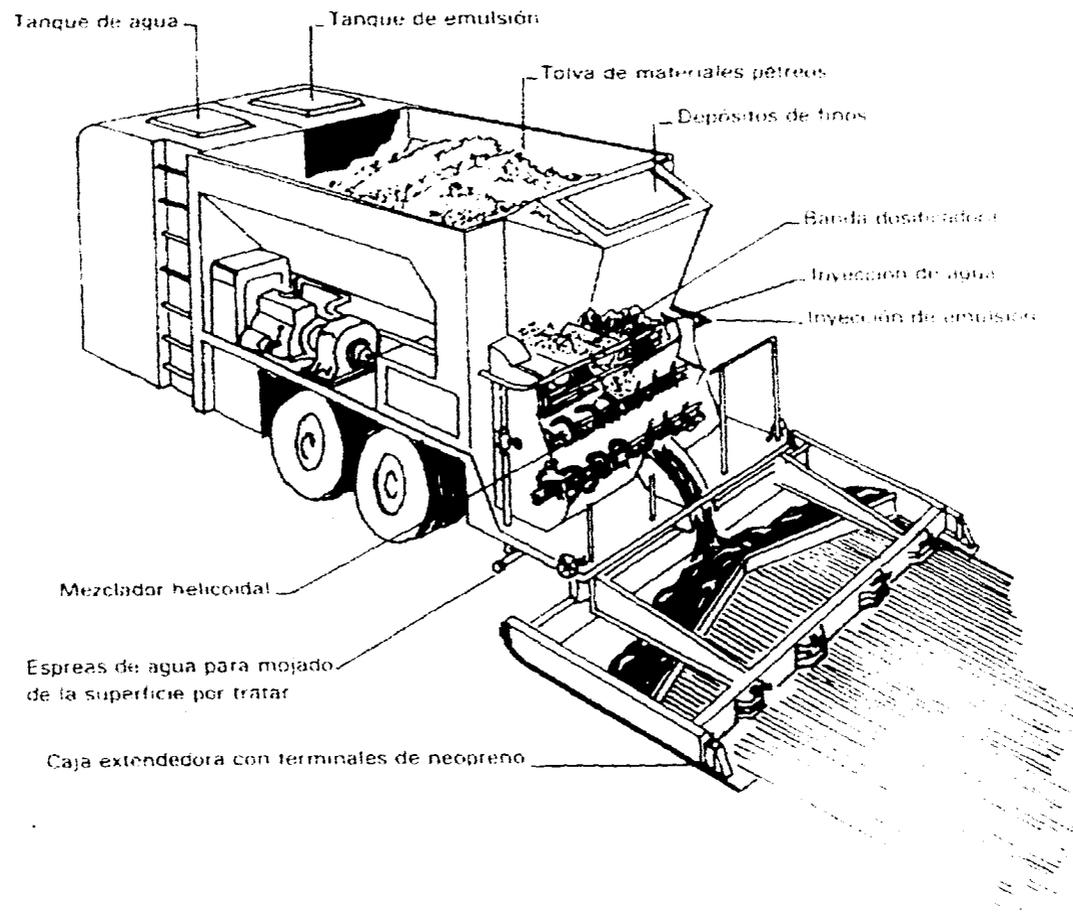


Figura 2.2 Máquina para mortero asfáltico

TABLA No. 1 CANTIDAD DE CEMENTO ASFALTICO Y AGREGADO PETREO

MATERIALES	TAMAÑO DEL MATERIAL PETREO	
	3-A	3-B
Cemento asfáltico (lts/m <sup>2</sup> )	0.7 a 1.0	0.8 a 1.0
Material pétreo (lt/m <sup>2</sup> )	9 a 10	9 a 10

1) El cemento asfáltico considerado en esta tabla se refiere al que existe en los materiales asfálticos que se empleen.

2) Para calcular la cantidad de material asfáltico por aplicar, se divide el valor anotado en esta tabla, entre el contenido de cemento asfáltico utilizado, ambos expresados en litros.

***ANEXO C***

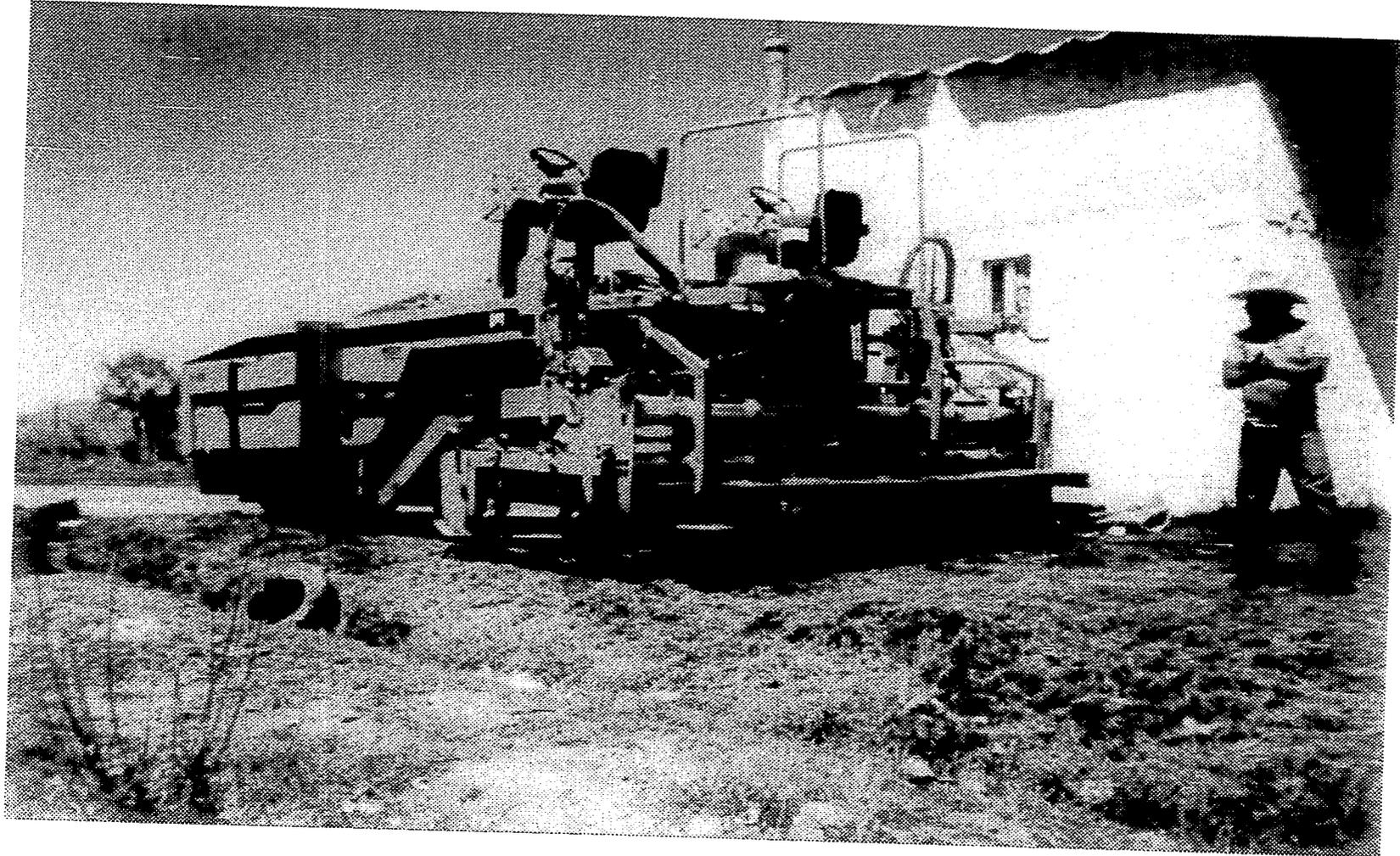
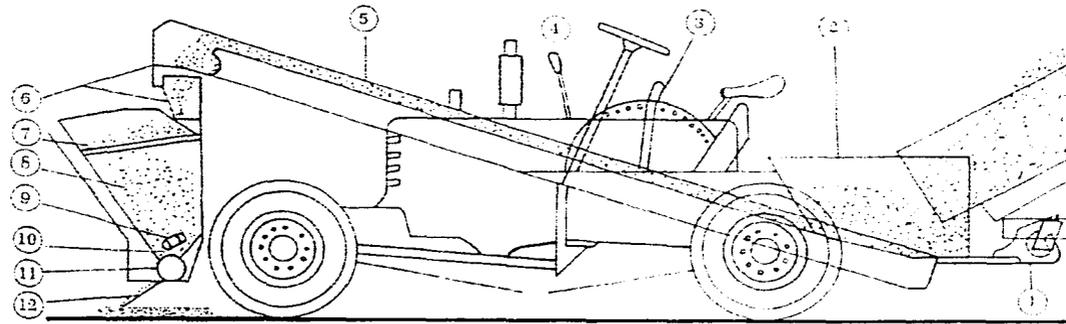
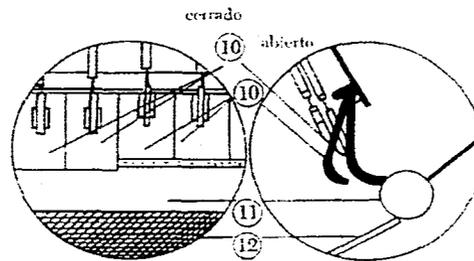
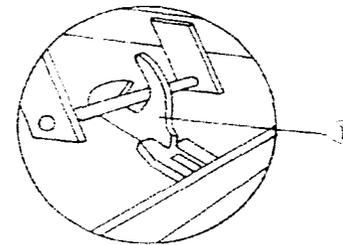


FIG. 3.1 PAVIMENTADORA



**PARTES COMPONENTES DEL  
MOTO-EXTENDEDOR**

- 1.-Cancho templador del conito.
- 2.-Caja receptora de agregados.
- 3.-Control manual de las compuertas regadoras del agregado.
- 4.-Freno mecánico.
- 5.-Dos bandas transportadoras que actúan independientemente.



- 6.-Placas que evitan desperdicio del agregado.
- 7.-Malla primaria que evita el paso de tierra y material grueso.
- 8.-Caja de regado.
- 9.-Agitador.
- 10.-Compuertas tabales.
- 11.-Rodillo de regado.
- 12.-Malla ajustable.

Figura 3.2

## ANEXO

### CALCULO DE LA CANTIDAD DE EMULSION ASFALTICA Y AGUA NECESARIA PARA UN METRO CUBICO.

Para lograr la dosificación deseada para cubrir el material en un 50 a un 60% de su superficie, se requiere el estudio de un laboratorio el cual nos dará el contenido de residuo asfáltico adecuado para preparar la solución agua-emulsión, tomando en cuenta las características que cada material tiene en particular, peso específico seco suelto, textura, etc. hasta determinar el óptimo que adhiere el fino al agregado y no se formen los grumos entre el sello. A continuación se darán los pasos a seguir para una dosificación adecuada.

#### 1.- Datos que se requiere conocer para la dosificación:

Datos a conocer	Observaciones	Dato determinado
Tipo de emulsión	Según la naturaleza química del agregado, el fabricante seleccionará el tipo de emulsión.	Catiónica de rompimiento medio
Residuo asfáltico de la emulsión	Se determina en el informe de prueba en la emulsión asfáltica.	62% Tabla No.1
Dilución agua-emulsión deseada	Este % es el que en la practica a dado buen resultado aunque se puede seleccionar otro porcentaje.	Al 25% del residuo asfáltico
Residuo asfáltico óptimo elegido % en peso respecto al pétreo.	determinado por laboratorio y que fue el porcentaje que en forma óptima adhiere el polvo al pétreo sin formar grumos.	2.5%
Capacidad de la petrolizadora	Petrolizadora con la que se va a disponer.	6000 lts. Estandard
Peso específico seco suelto del material de sello.	Determinado por el laboratorio	1300 Kg/m <sup>3</sup> Tabla No.2

**2.- Consideraciones previas:** El material de sello 3-A o 3-E, cumplen con las normas de calidad con excepción de la granulometría, donde el porcentaje de finos que pasa la malla 40 es mayor al 0% especificado, lo que provoca que los agregados no se adhieran lo suficiente al asfalto desprendiéndose al paso del tránsito vehicular. Los materiales asfálticos a emplear, cumple con las especificaciones establecidas.

**3.- Intervención del laboratorio:** Personal del laboratorio tendrá que realizar con el material de sello muestras con diferentes porcentajes de residuo asfáltico (Este porcentaje podrá variar del 1% al 3%) y observar con que porcentaje se logra que el agregado tenga un cubrimiento aceptable que adhiera el material fino al pétreo y no se llegue a formar grumos.

**4.- Procedimiento para preparar la emulsión diluida al 25% del residuo asfáltico.** Con este 25% de residuo asfáltico se ha visto que en la práctica se trabaja adecuadamente para un agregado con una absorción máxima del 12%. En caso de que el agregado tenga una absorción mayor, se recomienda agregar el agua de absorción al material, antes de la aplicación de la emulsión diluida. Otra práctica que se ha hecho, es no necesario al estar mezclando con la motoconformadora que el agregado quede completamente cubierto por la dilución de la emulsión y agua, se logra el aglutinamiento del polvo y agua con un cubrimiento del agregado entre el 50 y 60% de la superficie del material.

Teniendo como dato conocido que nuestra emulsión catiónica de rompimiento medio tiene el 62% de residuo asfáltico (Tabla No.1):

a) **Determinación de la cantidad de agua y emulsión para una dilución al 25%.** Si 100 lts. de emulsión asfáltica contienen 62 lts. de residuo asfáltico, cuantos litros de emulsión asfáltica contendrán 25 lts. de residuo asfáltico.

$$\frac{100 \text{ lts de emulsión asfáltica}}{62 \text{ lts de residuo asfáltico}} = \frac{X \text{ lts. de emulsión asfáltica}}{25 \text{ lts. de residuo asfáltico}}$$

X = 40.3 lts de emulsión asfáltica.

Es decir, para preparar una dilución al 25% del residuo asfáltico a la cantidad obtenida se le agrega agua para complementar los 100 lts:

40.3 lts. de emulsión asfáltica

59.7 lts de agua

100 lts de emulsión diluida

b) Determinación de la cantidad de emulsión y agua para una petrolizadora de 6000 lts. Ella contendrá 6000 lts de emulsión diluida, cuya dosificación de agua y emulsión será:

$$\frac{6000 \text{ lts de emulsión diluida}}{40.3 \text{ lts de emulsión asfáltica}} = \frac{6000 \text{ lts de emulsión diluida}}{X \text{ lts de emulsión asfáltica}}$$

$$X = 2418 \text{ lts. de emulsión asfáltica.}$$

Es decir, para preparar una dilución al 25% del residuo asfáltico, a la cantidad obtenida se le agrega agua para complementar los 6000 lts:

2418 lts. de emulsión asfáltica	Primero se debe incorporar a la petrolizadora
<u>3582 lts. de agua.</u>	la emulsión y después el agua. Posteriormente
6000 lts de emulsión diluida.	se procede a homogenizar mediante el sistema
	de recirculación que contiene el tanque.

Se debe tener en cuenta que incorporar a la petrolizadora las cantidades de agua y emulsión obtenida es difícil, ya que el indicador de volumen del tanque de la petrolizadora, nos dan medidas aproximadas en divisiones de cada 1000 lts. y solo podríamos cuando mucho subdividir las para hacer mediciones aproximadas de 500 lts. Siendo pues más práctico realizar los ajustes con cantidades cerradas a 500 lts., tomando en cuenta lo anterior, quedan las dosificaciones de la siguiente forma:

2500 lts. de emulsión.  
3500 lts. de agua  
6000 lts de emulsión diluida.

Debido a este cambio de cantidades de emulsión y agua se altera la dilución al 25%, por lo que tendremos un porcentaje de dilución diferente, el cual se calculará a continuación:

Si en 6000 lts. de emulsión diluida con 2418 lts. de emulsión se obtenía una dilución al 25%, con 2500 lts. de emulsión que porcentaje de dilución se obtiene:

$$\frac{2418 \text{ lts. de emulsión}}{25\%} = \frac{2500 \text{ lts. de emulsión}}{X \%}$$

$$X = \text{Dilución al } 25.8\%$$

**Resumiendo:** La petrolizadora tendrá dentro del tanque 6000 lts. de emulsión diluida al 25.8% de residuo asfáltico, formada por 2500 lts. de emulsión asfáltica y 3500 lts. de agua.

**c) Determinación del volumen de sello para la dilución al 25%.** Se procede a determinar el volumen de sello que debe acamellonarse para incorporarle los 6000 lts. de emulsión diluida, y que el agregado se cubra con el 2.5% de residuo asfáltico en peso.

Para saber la cantidad de litros de emulsión diluida que llevará cada m<sup>3</sup> de material de sello se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Lts/m}^3 = \frac{\text{PVSS} * \text{C.A.}}{\% \text{ Dilución} * \text{Densidad emulsión}}$$

Lts / m<sup>3</sup> = Lts de emulsión diluida / m<sup>3</sup> de sello.

PVSS = Peso volumétrico seco suelto del material de sello.

%C.A. = Porcentaje del residuo asfáltico que fue determinado por el laboratorio y que es óptimo para adherir el fino al agregado sin que se formen grumos.

Densidad de emulsión = Densidad de la emulsión catiónica de rompimiento medio calculada en el laboratorio.

% dilución = Porcentaje del residuo asfáltico de la emulsión diluida determinado en el laboratorio.

Datos:

PVSS = 1300 kg/m<sup>3</sup> (Tabla No.2)

% C.A. = 2.5%

% dilución = 25.8%

Densidad de emulsión = 0.99

se aproxima a 1 (Tabla No.1)

Aplicando la fórmula:

Lts/m<sup>3</sup> = (1300 \* 2.5) / (25.8 \* 1) = 126

Significa que a cada m<sup>3</sup> se le adicionará

126 lts de emulsión diluida.

- Para saber de estos 126 lts. de emulsión diluida, cuanto es de emulsión asfáltica y agua:

Si 6000 lts. de emulsión diluida contienen 2500 lts. de emulsión asfáltica, de 126 lts. de emulsión diluida cuanta emulsión asfáltica contendra.

$$\frac{6000 \text{ lts. de emulsión diluida}}{2500 \text{ lts de emulsión asfáltica}} = \frac{126 \text{ lts emulsión diluida}}{X \text{ lts de emulsión asfáltica}}$$

X = 53 lts de emulsión asfáltica y 73 lts de agua.

Si tenemos que a un m<sup>3</sup> de sello se le aplicarán 126 lts de emulsión diluida a cuantos m<sup>3</sup> de sello se le aplicarán 6000 lts. de emulsión diluida:

$$\frac{1 \text{ m}^3 \text{ de sello}}{126 \text{ lts. de emulsión diluida}} = \frac{X \text{ m}^3 \text{ de sello}}{6000 \text{ lts. emulsión diluida}}$$

X = 48 m<sup>3</sup> de sello para 6000 lts. de emulsión diluida.

En el anexo C se encuentran las tablas No 3, 4 y 5 para obtener cantidades de agua y emulsión a aplicar a 1 m<sup>3</sup> de sello, para diluciones del 20%, 25% y 30% respectivamente. También se incluye en las tabla No. 6 la dosificación de agua y emulsión a incorporar a la petrolizadora, de acuerdo a diferentes porcentajes del residuo asfáltico de la emulsión. Por último se incluyen gráficas para obtener las cantidades de agua y emulsión a aplicar a 1 m<sup>3</sup> de sello para las mismas diluciones que en las tablas No.3 a la 5.

d) En el caso de materiales saturados y con agua libre. Se ha observado que se requiere una dilución del orden del 50% de residuo asfáltico.

$$\frac{100 \text{ lts de emulsión asfáltica}}{62 \text{ lts de residuo asfáltico}} = \frac{X \text{ lts. de emulsión asfáltica}}{50 \text{ lts. de residuo asfáltico}}$$

X = 80.64 lts de emulsión asfáltica.

TABLA No. 1 RESULTADOS PRUEBA DE LABORATORIO DE EMULSION ASFALTICA

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTE

INFORME DE PRUEBAS EN EMULSIONES ASFALTICAS

OBRA: ESTUDIO PARA LA APLICACION DE IREGO DESELLO CON MATERIAL PETREO IMPREGNADO PREVIAMENTE DE ASFALTO.

FABRICA DE DONDE PROCEDE LA EMULSION: PLANTA DE EMULSIONES ASFALTICAS, IRAPUATO, GTO.

DEPOSITOS MUESTREADOS: TANQUES DE ALMACENAMIENTO UBICADOS EN LA PLANTA

EMULSION PARA UTILIZARSE EN: MEZCLAS DE PRUEBA PARA EL ESTUDIO MENCIONADO.

PRUEBAS			ENSAYES			ESPECIFICACIONES
			No.	No.	No.	
EN LA EMULSION	VISCOSIDAD SAYBOLT	A 250 oC				50 A 500
	FUROL, SEG.	A 50 oC		50		
	RESIDUO DE LA DESTILACION			62		60 Mínimo
	% EN PESO					
	ASENTAMIENTO EN 5 DIAS, %			5		5 Máximo
	RETENIDO EN LA MALLA NUM. 0.850, %			-		0.10 Máximo
	MISCIBILIDAD CON CEMENTO PORTLAND, %					
	CARGA DE LA PARTICULAS			POSITIVA		POSITIVA
	(pH)			3.0		
	DISOLVENTES EN VOLUMEN, %					
DEMULSIBILIDAD, %						
EN EL RESIDUO DE LA DESTILACION	PENETRACION EN GRADOS	A 0 oC				
		A 15oC				
		A 25 oC		-		100-200
		A 35 oC				
	SOLUBILIDAD EN CCl4 %			-		97.5 Mínimo
DENSIDAD			0.99			
DUCTIBILIDAD, 25 oC, cm			-		40 Mínimo	
OBSERVACIONES						
La emulsión analizada cumple con las normas de calidad correspondiente						
EL LABORISTA		JEFE DE LABORATORIO			Vo. Bo.	
_____		_____			_____	

TABLA No. 2 RESULTADOS PRUEBA DE LABORATORIO DEL MATERIAL PETRO

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTE

DEPENDENCIA \_\_\_\_\_

FORMA GENERAL DE REPORTE

ESTUDIO PARA LA APLICACION DE REIGO DE SELLO  
CON MATERIAL PETREO IMPREGNADO PREVIAMENTE  
CION ASFALTO

ENSAYES No. \_\_\_\_\_  
FECHA RECIBO \_\_\_\_\_  
FECHA INFORME \_\_\_\_\_

MATERIAL PETREO PARA SELLO TIPO 3-A

BANCO \_\_\_\_\_

UBICACION \_\_\_\_\_

Malla No.	Analisis granulométrico % que pasa	ESPECIFICACIONES SCT PARA SELLO 3-A
1/2" (12.7 mm.)	100	100
3/8" (9.51 mm)	97	95 Min.
Num 8 (2.38 mm)	3	5 Max.
Num. 40 (0.420 mm.)	2	0
Particulas alargadas, % = 11		35 Máximo
Particulas lajeadas, % = 7		36 Máximo
Degaste de los Angeles, % = 27		30 Máximo
Peso específico seco suelto, kg/m <sup>3</sup> = 1060		-----
Densidad = 2.1		-----
Absorción, % = 12		-----

OBSERVACIONES: Con excepción del porcentaje que pasa la malla Num. 40, las pruebas efectuadas al material ensayado cumplen especificaciones.

TABLA No.3. CANTIDADES A APLICAR A UN M3 DE SELLO PARA DILUCION DEL 20%

% de residuo asfáltico óptimo PVSS, KG/M3	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
	LTS. DE EMULSION DILUIDA POR M3 DE SELLO				
1000	50	75	100	125	150
1050	53	79	105	131	158
1100	55	83	110	138	165
1150	58	86	115	144	173
1200	60	90	120	150	180
1250	63	94	125	156	188
1300	65	98	130	163	195
1350	68	101	135	169	203
1400	70	105	140	175	210
1450	73	109	145	181	218
1500	75	113	150	188	225

NOTA: Las cantidades de litros de emulsión diluida por m3 de sello estan cerradas a la unidad.

TABLA No.4. CANTIDADES A APLICAR A UN M3 DE SELLO PARA DILUCION DEL 25%

% de residuo asfáltico óptimo PVSS, KG/M3	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
	LTS. DE EMULSION DILUIDA POR M3 DE SELLO				
1000	40	60	80	100	120
1050	42	63	84	105	126
1100	44	66	88	110	132
1150	46	69	92	115	138
1200	48	72	96	120	144
1250	50	75	100	125	150
1300	52	78	104	130	156
1350	54	81	108	135	162
1400	56	84	112	140	168
1450	58	87	116	145	174
1500	60	90	120	150	180

NOTA: Las cantidades de litros de emulsión diluida por m3 de sello estan cerradas a la unidad.

TABLA No. 5. CANTIDADES A APLICAR A UN M3 DE SELLO PARA DILUCION DEL 30%

% de residuo asfáltico óptimo	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
PVSS, KG/M3	LTS. DE EMULSION DILUIDA POR M3 DE SELLO				
1000	33	50	67	83	100
1050	35	53	70	88	105
1100	37	55	74	92	110
1150	38	58	77	96	115
1200	40	60	80	100	120
1250	42	63	83	104	125
1300	43	65	87	108	130
1350	45	68	90	113	135
1400	47	70	93	117	140
1450	48	73	97	121	145
1500	50	75	100	125	150

NOTA: Las cantidades de litros de emulsión diluida por m3 de sello estan cerradas a la unidad.

Tabla No. 6 DOSIFICACIONES DE AGUA Y EMULSION A INCORPORAR EN LA PETROLIZADORA.

Residuo asfáltico de la emulsión.	62%			66%			70%		
	20%	25%	30%	20%	25%	30%	20%	25%	30%
Porcentaje de la emulsión diluida									
Volumen de petrolizadora, lts.	Litros de emulsión a incorporar en la petrolizadora								
1000	322	403	484	303	378	455	286	357	428
1500	483	605	726	455	567	682	429	536	642
2000	644	806	968	606	756	909	571	714	856
2500	805	1008	1210	758	945	1136	714	803	1070
3000	966	1210	1452	909	1134	1364	857	1071	1284
3500	1127	1411	1694	1061	1323	1591	1000	1250	1498
4000	1288	1613	1936	1212	1512	1818	1143	1428	1712
4500	1449	1814	2178	1364	1701	2045	1286	1607	1926
5000	1600	2016	2420	1515	1890	2273	1429	1785	2140
5500	1771	2218	2661	1667	2079	2500	1571	1964	2354
6000	1932	2419	2903	1818	2268	2727	1714	2142	2568

NOTA: El volumen de agua a incorporar a la petrolizadora, sera la diferencia entre los litros de emulsión que se hayan determinado y el volumen de la petrolizadora (Las cantidades de litros de emulsión anotadas estan cerradas a la unidad).

**ANEXO D**

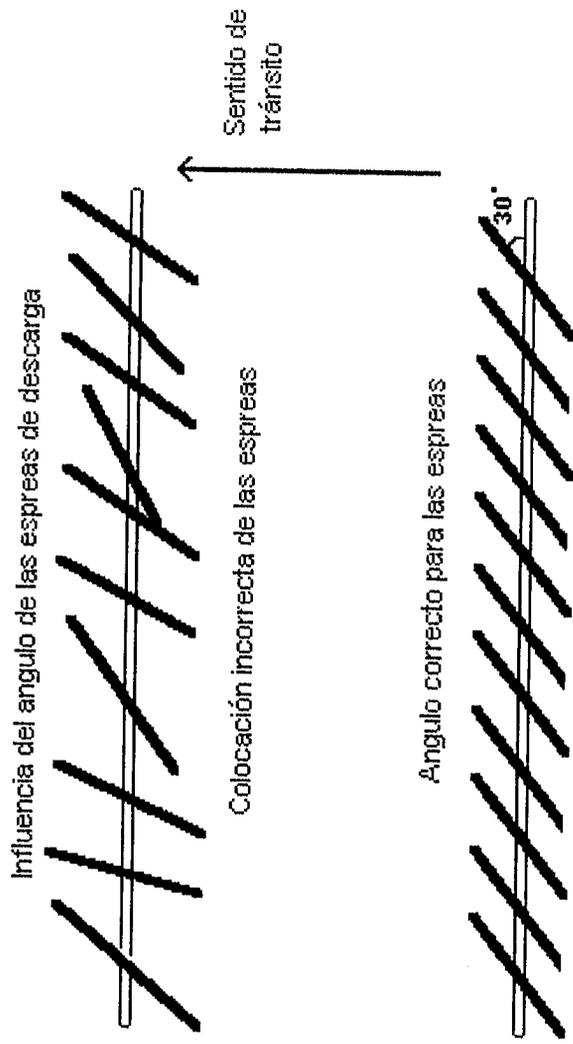


Figura 4.1 Influencia del ángulo de la esprea de descarga

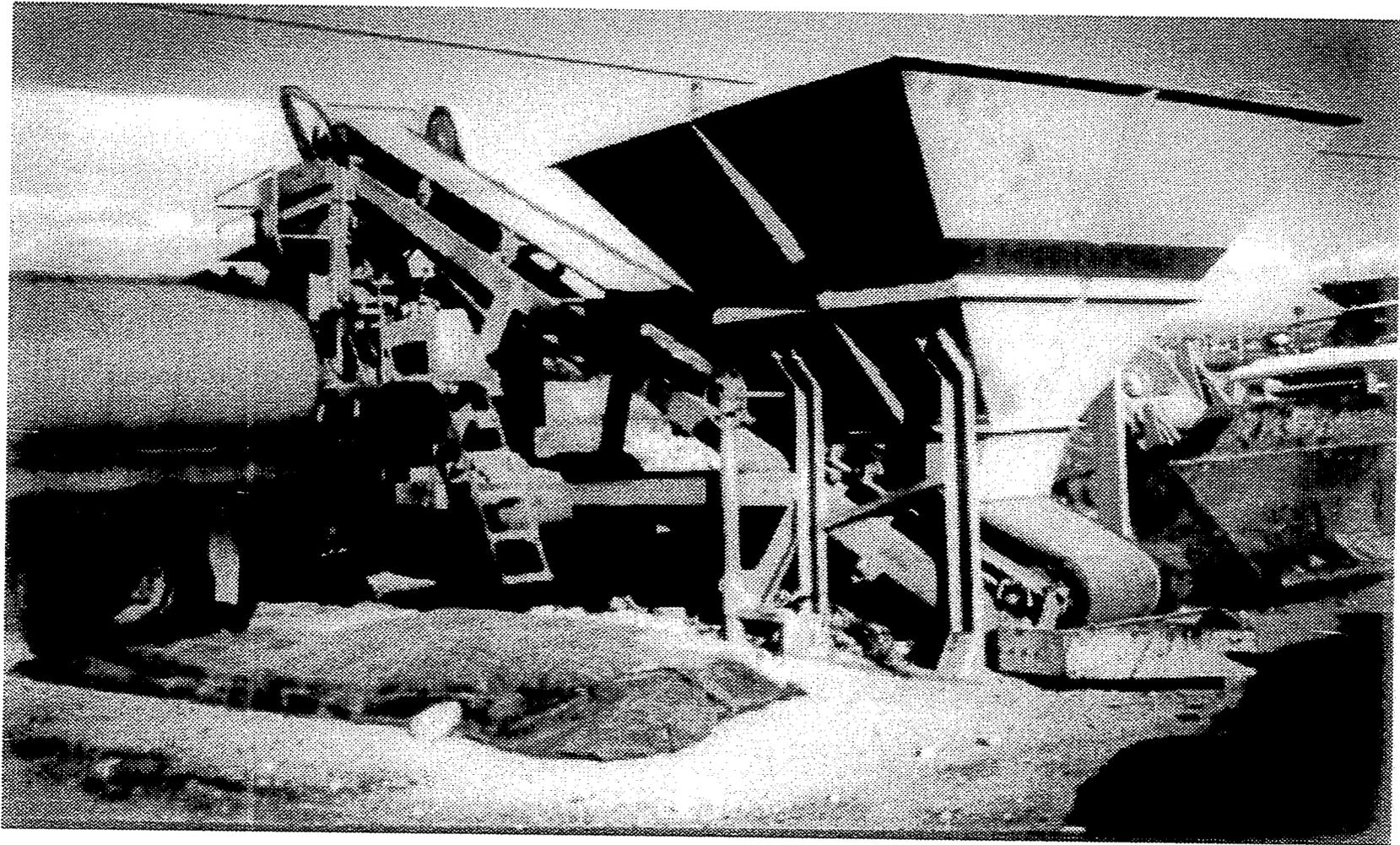


FIG. 4.2 PLANTA MOVIL

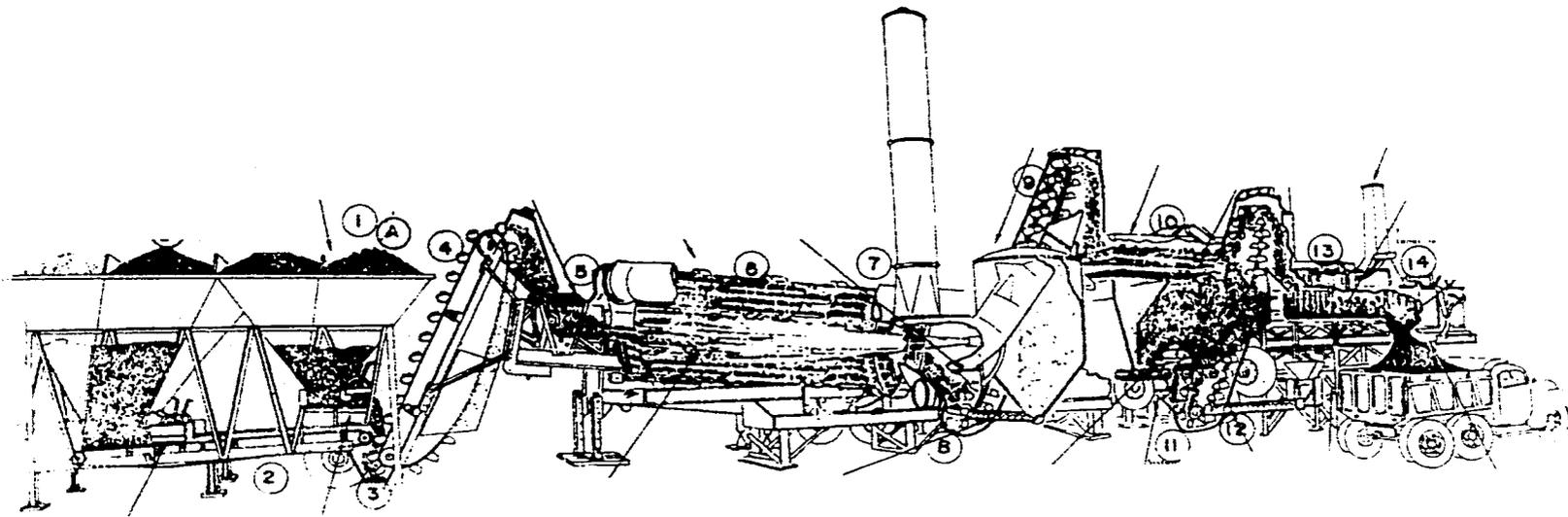


Figura 4.3 Planta de concreto asfáltico

**ANEXO E**

***INSUMOS***

## CATALOGO DE INSUMOS - MATERIALES

CLAVE	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNITARIO
M0001	COMBUSTIBLE	LT	2.01
M0002	DIESEL	LT	2.35
M0003	LUBRICANTES	LT	12.00
M0004	CEMENTO HIDRAULICO	TON	120.00
M0005	ESTOPINES	PZA	16.65
M0008	ACERO DE BARRENACION	PZA	1,100.00
M0009	CEMENTO ASFALTICO NO.6	LT	1.56
M0010	BARRAS DE EXTENSION	PZA	729.47
M0011	COPLES	PZA	162.11
M0012	ZANCO	PZA	547.93
M0013	BROCA	PZA	302.58
M0014	TOVEX (CARGA DE FONDO)	K5	14.12
M0015	SUPERMEXAMON (CARGA DE COLUMNA)	K5	3.40
M0016	ALAMBRE TW-20	M	0.50
M0017	MONTAJE Y DESMONTAJE PLANTA TRITURADORA	M3	90,000.00
M0018	EMULSION	LT	1.00
M0019	AGUA	LT	1.00
M0042	MANTAJE Y DESMONTAJE PLANTA DE TRITURAC	M3	2.33
M0050	MANGUERA DE SUCCION 4"	PZ	1,151.52
M0051	MANGUERA DE DESCARGA 4"x15.24	PZA	1,128.10
M0052	VALVULA PIE CON PICHANCHA 4"	PZ	54.31
M0053	VALVULA GALVANIZADA 4"	PZ	741.41
M0054	NIPLE GALVANIZADO 4"	PZ	8.38
M0055	TUBO DE ACERO GALVANIZADO 4"	ML	58.90
M0060	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	PA	9,465.99
M0100	DERECHOS POR EXPLOTACION DE BANCO	M3	1.00

## CATALOGO DE INSUMOS - OBRA DE MANO

CLAVE	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNITARIO
00001	OPERADOR TRACTOR OBR	IND	122.99
00002	OPERADOR CARGADOR CAT 936 F	JOR	111.81
00003	OPERADOR MOTOCONFORMADORA	JOR	111.81
00004	OPERADOR DE CAMION DE VOLTEO	JOR	87.84
00005	OPERADOR COMPACTADOR CA-25	JOR	91.14
00006	OPERADOR PETROLIZADORA	JOR	94.10
00007	OPERADOR FAVIMENTADORA	JOR	123.00
00008	OPERADOR TRITURADORA	JOR	122.99
00009	AYUDANTE GENERAL	JOR	73.63
00010	CABO DE OFICIO	JOR	91.23
00011	POBLADOR	JOR	82.93
00012	CARGADOR DE EXPLOSIVOS	JOR	82.99
00013	OPERADOR COMPACTADOR NEUMATICO	JOR	91.94
00014	OPERADOR DE COMPRESOR	JOR	156.46
00015	OPERADOR TRACK DRILL	JOR	158.08
00016	OPERADOR PLANTA DE ASFALTO	JOR	140.33
00018	OPERADOR DE FIFA	JOR	118.19
00020	OPERADOR DE TRACTOR 1A	JOR	121.78
00021	PEON	JOR	90.33
00022	OPERADOR DE PLANTA ELECTRICA	JOR	111.81
00026	OPERADOR DE MOTOCONFORMADORA	JOR	125.82
00027	OPERADOR PLANTA DE CONCRETO	JOR	153.24
00028	SOLDADOR	JOR	86.65
00029	ELECTRICISTA	JOR	124.07
00030	OPERADOR BARREDORA	JOR	75.81
00031	OPERADOR BOMBA	JOR	72.59
00032	OPERADOR TRAXCAVATOR	JOR	91.94
00033	OPERADOR DE MAQUINA DE MORTERO	JOR	122.59
00034	OPERADOR DE PLANTA MEZCLADORA	JOR	116.14

FACTOR DE SALARIO REAL

POR LEY FEDERAL DEL TRABAJO

Días por Año	365.000 días	Septimo día	52 días	Días por Año	365.000
		Días Festivos	7.170	Días No Laborados	74.170
		Vacaciones	0		-----
Cuota diaria	365.000 días	Fiestas Costumbre	0	Días Laborados	290.830
Frija Vacacional	1.500	Enfermedad	0		
Aguinaldo	15	Mal Tiempo	4		
	-----		-----	361.500 Días Pagados	
Días Pagados	361.500 días	Días No Laborados	74.170 días	Factor: -----	= 1.311763
				290.830 Días Laborados	

POR SEGURO SOCIAL

	MINIMO	MAYOR MINIMO	Factor Minimo.
			0.271588 x 361.500 D. Pagados
Riesgos del Trabajo	7.588750	7.588750	----- = 0.356258
Enfermedad y Maternidad	11.875000	8.750000	290.830 D. Laborados
Invalidez, Vejez, etc.	7.695000	5.670000	
	-----	-----	Factor Mayor al Minimo.
S U M A	27.158750	22.008750	0.220088 x 361.500
			----- = 0.288703
			290.830 D. Laborados

POR GUARDERIAS	:	1.000000	Factor: (	0.010000 x	365.000 D. Año	) /	290.830 D. Laborados.
			Factor:	0.012550			
POR INFONAVIT	:	0.000000	Factor: (	0.000000 x	361.500 D. Pagados	) /	290.830 D. Laborados.
			Factor:	0.000000			
POR ISRP	:	0.000000	Factor: (	0.000000 x	361.500 D. Pagados	) /	290.830 D. Laborados.
			Factor:	0.000000			
POR OTROS (Días por Año)	:	0.000000	Factor: (	0.000000 x	365.000 D. Año	) /	290.830 D. Laborados.
			Factor:	0.000000			
POR OTROS (Días Pagados)	:	0.000000	Factor: (	0.000000 x	361.500 D. Pagados	) /	290.830 D. Laborados.
			Factor:	0.000000			
POR S.A.R.	:	0.000000	Factor: (	0.000000 x	361.500 D. Pagados	) /	290.830 D. Laborados.
			Factor:	0.000000			

INTEGRACION DEL FACTOR DE SALARIO REAL

	MINIMO	MAYOR MINIMO
Por Ley Federal del Trabajo	1.311763	1.311763
Por Seguro Social	0.356258	0.288703
Por Guarderías	0.012550	0.012550
Por Infonavit	0.000000	0.000000
Por Isrp	0.000000	0.000000
Por Otros (Días por año)	0.000000	0.000000
Por Otros (Días Pagados)	0.000000	0.000000
Por S.A.R.	0.000000	0.000000
	-----	-----
Factor de Salario Real	1.680572	1.613016

CATALOGO DE TRUJOS = MAQUINARIA Y EQUIPO

CLAVE	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNITARIO
00001	TRACTOR DBN CON DRUGAS	HR	361.78
00002	CAMION DE VOLTEO 7 M3	HR	145.19
00003	COMPRESOR DE 600 PCM	HR	142.67
00004	MOTOCONFORMADORA	HR	189.59
00005	PAVIMENTADORA	HR	473.96
00006	PETROLIZADORA	HR	94.42
00007	COMPACTADOR CAT CB531	HR	130.40
00008	PLANTA DE ASFALTO	HR	636.14
00009	CARGADOR FRONTAL CAT 936 F	HR	195.15
00010	TRITURADORA	JOR	365.71
00011	PERFORADORA SOBRE DRUGAS (TRACK DRILL)	HR	140.76
00012	PIPA DE AGUA	HR	126.86
00013	COMPACTADOR DE NEUMATICOS	HR	121.28
00014	PLANTA DE TRITURACION	HR	1,532.36
00015	PLANTA ELECTRICA	HR	223.00
00016	BOMBA DE AGUA DE 2"	HR	12.91
00020	BOMBA DE AGUA 2"	HR	12.81
00027	BANDA TRANSPORTADORA 36"x20"	HR	1.25
00032	TOLVA METALICA DE RECEPCION 30x48 M3	HR	18.91
00033	ALIMENTADORA VIBRATORIA 36"	HR	32.79
00034	TRITURADORA DE QUIJADAS 50x62 PRIMARIO	HR	267.96
00035	CRIBA VIBRATORIA 50 X 16"	HR	19.62
00036	GUSANO LAVADOR 48" X 28"	HR	34.28
00037	TRITURADORA DE CONO 48S SECUNDARIO	HR	225.28
00038	TRITURADORA DE CONO 48FC TERCIARIA	HR	252.72
00039	TRITURADORA DE CONO 44FC CUATRNARIA	HR	252.72
00040	BARREDORA	HR	47.00
00041	TRAXCAVATOR	HR	546.00
00042	MAQUINA PARA MORTERO	HR	485.00
00043	PLANTA MEZCLADORA PARA EMULSION	HR	530.00

***BASICOS***

## ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0001 DESCR: EXTRACCION DEL MATERIAL CON TRACK DRILL UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNID.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
M0005	ESTOPINES	PZA	16.65	1.0000	79.8700	0.21
M0010	BARRAS DE EXTENSION	PZA	729.47	3.0000	15971.6000	0.15
M0011	COFLES	PZA	162.11	3.0000	7985.6000	0.06
M0012	ZANCO	PZA	547.93	1.0000	16673.4000	0.05
M0013	BROCA	PZA	392.58	1.0000	3992.9000	0.09
M0014	TOVEX (CARGA DE FONDO)	KG	14.12	10.8300	79.8700	1.91
M0015	SUPERMEXAMON (CARGA DE COLUMNA)	KG	3.40	15.5800	79.8700	0.66
M0016	ALAMBRE TW-20	M	0.50	12.0000	79.8700	0.08
SUBTOTAL MATERIALES						3.21
00009	AYUDANTE GENERAL	JOR	73.63	1.0000	931.6700	0.08
00009	AYUDANTE GENERAL	JOR	73.63	2.0000	2875.3200	0.05
00011	POBLADOR	JOR	82.93	1.0000	2875.3200	0.02
00012	CARGADOR DE EXPLOSIVOS	JOR	82.99	2.0000	2875.3200	0.06
00014	OPERADOR DE COMPRESOR	JOR	156.46	1.0000	933.7600	0.17
00015	OPERADOR TRACK DRILL	JOR	158.08	1.0000	933.7600	0.17
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.55
H0000	HERRAMIENTA	MHO	0.55	0.0300	1.0000	0.02
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.02
00003	COMPRESOR DE 600 PCM	HR	142.67	1.0000	124.2200	1.16
00011	PERFORADORA SOBRE ORUGAS (TRACK DRILL)	HR	140.76	1.0000	124.2200	1.14
SUBTOTAL EQUIPO						2.30
COSTO TOTAL M3						6.08/M3

## ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0002 DESCR: DESPALME

UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
00010	CAGO DE OFICIO	JOR	91.23	1.0000	5850.0000	0.02
00021	PEON	JOR	90.33	10.0000	5850.0000	0.15
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.17
H0000	HERRAMIENTA	MNO	0.17	0.0300	1.0000	0.01
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.01
COSTO TOTAL N°						0.18/M3

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0003 DESCR: CARGA DE MATERIAL 3-E

UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
D0002	OPERADOR CARGADOR CAT 936 F	JOR	111.81	1.0000	470.4000	0.23
D0009	AYUDANTE GENERAL	JOR	73.63	1.0000	470.4000	0.15
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.38
H0000	HERRAMIENTA	%MO	0.38	0.0300	1.0000	0.01
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.01
D0009	CARGADOR FRONTAL CAT 936 F	HR	195.15	1.0000	87.8000	2.22
SUBTOTAL EQUIPO						2.22
COSTO TOTAL N°						2.61/M3

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0004 DESCR: ACARREO 1er KM Y DESCARGA MATERIAL 3-E UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
00004	OPERADOR DE CAMION DE VOLTEO	JOR	87.84	2.0000	940.0800	0.18
00009	AYUDANTE GENERAL	JOR	73.63	2.0000	940.0800	0.15
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.33
H0000	HERRAMIENTA	%MO	0.33	0.0300	1.0000	0.01
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.01
00002	CAMION DE VOLTEO 7 M3	HR	145.19	2.0000	58.8000	4.94
SUBTOTAL EQUIPO						4.94
COSTO TOTAL N°						5.28/M3

## ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0005 DESCR: TRITURACION DEL AGREGADO

UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
00008	OPERADOR TRITURADORA	JOR	122.99	2.0000	102.5500	2.40
00009	AYUDANTE GENERAL	JOR	73.53	1.0000	10.3000	7.15
00010	CABO DE OFICIO	JOR	91.23	1.0000	75.7500	1.20
00028	SOLDADOR	JOR	86.65	2.0000	327.0000	0.53
00029	ELECTRICISTA	JOR	124.07	2.0000	327.0000	0.76
SUBTOTAL MANO DE OBRA						12.04
H0000	HERRAMIENTA	%MO	12.04	0.0300	1.0000	0.36
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.36
00020	BOMBA DE AGUA 2"	HR	12.81	1.0000	50.0000	0.26
00027	BANDA TRANSPORTADORA 36"x20	HR	1.25	1.0000	10.2400	0.12
00032	TOLVA METALICA DE RECEPCION 30X48 M3	HR	18.91	1.0000	68.4900	0.28
00033	ALIMENTADORA VIBRATORIA 36"	HR	32.79	1.0000	204.0900	0.16
00034	TRITURADORA DE QUIJADAS 50x62 PRIMARIO	HR	267.98	1.0000	204.0000	1.31
00035	CRIBA VIBRATORIA 50 x 16"	HR	19.62	1.0000	52.0000	0.38
00036	GUSANO LAVADOR 48" X 28"	HR	34.28	1.0000	51.2800	0.67
00037	TRITURADORA DE COND 48S SECUNDARIO	HR	225.28	1.0000	204.0000	1.10
00038	TRITURADORA DE COND 48FC TERCIARIA	HR	252.72	1.0000	204.0000	1.24
00039	TRITURADORA DE COND 44FC CUATRNARIA	HR	252.72	1.0000	204.0000	1.24
SUBTOTAL EQUIPO						6.76
COSTO TOTAL N\$						19.16/M3

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0006 DESCR: ACARREO MATERIAL 3-E KMS SUBSECUENTES UNI: KMS 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
00009	AYUDANTE GENERAL	JOR	73.63	1.0000	235.2000	0.32
00010	CASO DE OFICIO	JOR	91.23	1.0000	796.6400	0.12
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.44
H0000	HERRAMIENTA	%MO	0.44	0.0300	1.0000	0.01
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.01
00002	CAMION DE VOLTEO 7 M3	HR	145.19	1.0000	99.5900	1.45
SUBTOTAL EQUIPO						1.45
COSTO TOTAL N°						1.90/KMS

## ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0007 DESCR: OBTENCION DE AGUA CON BOMBA

UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
M0050	MANGUERA DE SUCCION 4"	PZ	1,151.52	1,0000	3333.3300	0.35
M0051	MANGUERA DE DESCARGA 4"x15.24	PZA	1,128.10	1,0000	3333.3300	0.34
M0052	VALVULA PIE CON PICHANCHA 4"	PZ	54.31	1,0000	3333.3300	0.02
SUBTOTAL MATERIALES						0.71
00010	CABO DE OFICIO	JOR	91.23	1,0000	625.0000	0.15
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.15
H0000	HERRAMIENTA	%MO	0.15	0.0300	1,0000	0.00
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.00
00016	BOMBA DE AGUA DE 2"	HR	12.81	1,0000	50,0000	0.26
SUBTOTAL EQUIPO						0.26
COSTO TOTAL N°						1.12/M3

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0008 DESCR: CARCAMO DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
M0053	VALVULA GALVANIZADA 4"	PZ	741.41	0.0000	1.0000	0.00
M0054	NIPLE GALVANIZADO 4"	PZ	8.38	0.0000	1.0000	0.00
M0055	TUBO DE ACERO GALVANIZADO 4"	ML	58.90	0.0002	1.0000	0.01
M0060	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	PA	9,465.99	0.0000	1.0000	0.00
SUBTOTAL MATERIALES						0.01
00009	AYUDANTE GENERAL	JOR	73.63	0.0005	1.0000	0.04
00010	CABO DE OFICIO	JOR	91.23	0.0001	1.0000	0.01
00021	PEON	JOR	50.33	0.0002	1.0000	0.02
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.07
H0000	HERRAMIENTA	%MO	0.07	0.0300	1.0000	0.00
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.00
COSTO TOTAL N\$						0.08/M3

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0009 DESCR: ACARREO 1er KM DE AGUA

UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
00016	OPERADOR DE PIPA	JOR	118.19	1.0000	966.7200	0.12
00021	PEON	JOR	90.33	1.0000	966.7200	0.09
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.21
H0000	HERRAMIENTA	XMO	0.21	0.0300	1.0000	0.01
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.01
00012	PIPA DE AGUA	HR	126.86	1.0000	120.8400	1.05
SUBTOTAL EQUIPO						1.05
COSTO TOTAL N\$						1.27/M3

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0010 DESCR: ACARREO KM SUBSECUENTE DE AGUA

UNI: KMS 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
00010	CABO DE OFICIO	JGR	91.23	1.0000	10000.0000	0.01
						-----
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.01
00000	HERRAMIENTA	ZMG	0.01	0.0300	1.0000	0.00
						-----
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.00
00012	PIPA DE AGUA	HR	126.86	1.0000	120.4800	1.05
						-----
SUBTOTAL EQUIPO						1.05
						-----
COSTO TOTAL N#						1.06/KMS

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0011 DESCR: APLICACION DE ASFALTO (1a y 2a APLICAC) UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
M0018	EMULSION	LT	1.00	93.1200	1.0000	93.12
M0018	EMULSION	LT	1.00	62.0800	1.0000	62.08
SUBTOTAL MATERIALES						155.20
00006	OPERADOR PETROLIZADORA	JOR	94.10	1.0000	15750.0000	0.01
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.01
00006	PETROLIZADORA	HR	94.42	1.0000	1968.7500	0.05
SUBTOTAL EQUIPO						0.05
COSTO TOTAL M3						155.26/M3

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0013 DESCR: APLICACION DE ASFALTO (UNA SOLA APLICAC) UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
M0018	EMULSION	LT	1.00	97.0000	1.0000	97.00
SUBTOTAL MATERIALES						97.00
00006	OPERADOR PETROLIZADORA	JOR	94.10	1.0000	15750.0000	0.01
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.01
00006	PETROLIZADORA	HR	94.42	1.0000	1968.7500	0.05
SUBTOTAL EQUIPO						0.05
COSTO TOTAL N°						97.06/M3

## ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0015 DESCR: APLICACION DEL SELLO

UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
00004	OPERADOR DE CAMION DE VOLTEO	JOR	97.84	1.0000	960.0000	0.09
00009	AYUDANTE GENERAL	JOR	73.63	3.0000	2880.0000	0.07
						-----
					SUBTOTAL MANO DE OBRA	0.16
00002	CAMION DE VOLTEO 7 M3	HR	145.19	1.0000	120.0000	1.21
						-----
					SUBTOTAL EQUIPO	1.21
						-----
					COSTO TOTAL M3	1.37/M3

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0017 DESCR: ESTREO

UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
D0004	OPERADOR DE CAMION DE VOLTEO	JOR	87.84	1.0000	960.0000	0.09
D0009	AYUDANTE GENERAL	JOR	73.67	4.0000	3340.0000	0.07
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.16
B0002	CAMION DE VOLTEO 7 M3	HR	145.19	1.0000	120.0000	1.21
SUBTOTAL EQUIPO						1.21
COSTO TOTAL \$						1.37/M3

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0019 DESCR: COMPACTACION

UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
00005	OPERADOR COMPACTADOR CA-25	JOR	91.14	1.0000	960.0000	0.09
00005	OPERADOR COMPACTADOR CA-25	JOR	91.14	1.0000	960.0000	0.09
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.18
00007	COMPACTADOR CAT CB531	HR	130.40	1.0000	120.0000	1.08
00013	COMPACTADOR DE NEUMATICOS	HR	121.28	1.0000	120.0000	1.01
SUBTOTAL EQUIPO						2.09
COSTO TOTAL M3						2.27/M3

## ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0021 DESCR: ELABORACION Y APLICACION MORTERO

UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
M0004	CEMENTO HIDRAULICO	TON	120.00	0.2500	1.0000	30.00
M0018	EMULSION	LT	1.00	53.0000	1.0000	53.00
M0019	AGUA	LT	1.00	73.0000	1.0000	73.00
SUBTOTAL MATERIALES						156.00
00009	AYUDANTE GENERAL	JOR	73.63	5.0000	2880.0000	0.13
00010	CABO DE OFICIO	JOR	91.23	1.0000	416.0000	0.22
00018	OPERADOR DE PIPA	JOR	118.19	1.0000	960.0000	0.12
00031	OPERADOR BOMBA	JOR	72.59	2.0000	416.0000	0.35
00032	OPERADOR TRAXCAVATOR	JOR	91.94	1.0000	360.0000	0.26
00033	OPERADOR DE MAQUINA DE MORTERO	JOR	122.59	1.0000	2400.0000	0.05
SUBTOTAL MANO DE OBRA						1.13
H0000	HERRAMIENTA	%M	1.13	0.0300	1.0000	0.03
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.03
00012	PIPA DE AGUA	HR	126.86	1.0000	120.0000	1.05
00020	BOMBA DE AGUA 2"	HR	12.81	2.0000	26.0000	0.99
00041	TRAXCAVATOR	HR	546.00	1.0000	300.0000	1.80
00041	TRAXCAVATOR	HR	546.00	1.0000	45.0000	12.12
SUBTOTAL EQUIPO						15.96
COSTO TOTAL N\$						173.12/M3

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0033 DESCR: DERECHOS POR EXPLOTACION DE BANCO

UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNID.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
M0100	DERECHOS POR EXPLOTACION DE BANCO	M3	1.00	1.1000	1.0000	1.10
				SUBTOTAL MATERIALES		1.10
				COSTO TOTAL M3		1.10/M3

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0034 DESCR: ACONDICIONAMIENTO DE AREAS DE ALMACEN UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
00005	AYUDANTE GENERAL	JGR	73.63	2.0000	1818.2000	0.08
00010	CABO DE OFICIO	JGR	91.23	1.0000	10000.0000	0.01
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.09
H0000	HERRAMIENTA	%MO	0.09	0.0300	1.0000	0.00
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.00
00001	TRACTOR DBN CON ORUGAS	HR	361.78	1.0000	129.8700	2.79
SUBTOTAL EQUIPO						2.79
COSTO TOTAL N°						2.88/M3

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0037 DESCR: MEZCLA EN PLATAFORMA (EMULSION-OBRA)

UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
00003	OPERADOR MOTOCONFORMADORA	JOR	111.81	1.0000	80.0000	1.40
00021	PEON	JOR	90.33	1.0000	80.0000	1.13
SUBTOTAL MANO DE OBRA						2.53
H0000	HERRAMIENTA	ZMO	2.53	0.0300	1.0000	0.08
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.08
00004	MOTOCONFORMADORA	HR	189.59	1.0000	15.0000	12.65
SUBTOTAL EQUIPO						12.65
COSTO TOTAL N°						15.26/M3

## ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0043 DESCR: DILUCION POR M3 (AGUA Y EMULSION)

UNI: LT 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
M0018	EMULSION	LT	1.00	53.0000	1.0000	53.00
M0019	AGUA	LT	1.00	73.0000	1.0000	73.00
-----						
SUBTOTAL MATERIALES						126.00
00006	OPERADOR PETROLIZADORA	JOR	94.10	1.0000	15750.0000	0.01
00009	AYUDANTE GENERAL	JOR	73.63	1.0000	15750.0000	0.01
00021	PEON	JOR	90.33	1.0000	1000.0000	0.09
-----						
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.11
H0000	HERRAMIENTA	%MO	0.11	0.0300	1.0000	0.00
-----						
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.00
00006	PETROLIZADORA	HR	94.42	1.0000	1968.7500	0.05
-----						
SUBTOTAL EQUIPO						0.05
-----						
COSTO TOTAL N\$						126.16/LT

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0050 DESCR: CARGA MATERIAL 3-E A TOLVAS EN LA PLANTA UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
D0002	OPERADOR CARGADOR CAT 936 F	JOR	111.81	1.0000	470.0000	0.23
D0009	AYUDANTE GENERAL	JOR	73.63	1.0000	470.0000	0.15
						-----
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.38
H0000	HERRAMIENTA	ZMO	0.38	0.0300	1.0000	0.01
						-----
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.01
Q0009	CARGADOR FRONTAL CAT 936 F	HR	195.15	1.0000	87.7000	2.22
						-----
SUBTOTAL EQUIPO						2.22
						-----
COSTO TOTAL M3						2.61/M3

## ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0051 DESCR: PREMEZCLADO EN PLANTA (SELLO-EMULSION) UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
M0018	EMULSION	LT	1.00	53.0000	1.0000	53.00
M0019	AGUA	LT	1.00	73.0000	1.0000	73.00
SUBTOTAL MATERIALES						126.00
00009	AYUDANTE GENERAL	JOR	73.63	2.0000	200.0000	0.74
00010	CABO DE OFICIO	JOR	91.23	1.0000	200.0000	0.46
00016	OPERADOR PLANTA DE ASFALTO	JOR	140.33	1.0000	200.0000	0.70
SUBTOTAL MANO DE OBRA						1.90
H0000	HERRAMIENTA	MNO	1.90	0.0300	1.0000	0.06
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.06
00008	PLANTA DE ASFALTO	HR	636.14	1.0000	25.0000	25.45
SUBTOTAL EQUIPO						25.45
COSTO TOTAL N°						153.41/M3

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0052 DESCR: MEZCLADO EN PLANTA MOVIL (SELLO-EMULSI) UNI: M3 17/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
00009	AYUDANTE GENERAL	JOR	73.63	2.0000	200.0000	0.74
00034	OPERADOR DE PLANTA MEZCLADORA	JOR	116.14	1.0000	80.0000	1.45
SUBTOTAL MANO DE OBRA						2.19
H0000	HERRAMIENTA	%MO	2.19	0.0300	1.0000	0.07
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.07
00043	PLANTA MEZCLADORA PARA EMULSION	HR	530.00	1.0000	40.0000	13.25
SUBTOTAL EQUIPO						13.25
COSTO TOTAL N°						15.51/M3

## ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0053 DESCR: PREMEZCLADO EN PLANTA (SELLO-CEMENTO #6) UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
M0009	CEMENTO ASFALTICO NO.6	LT	1.56	55.0000	1.0000	85.80
M0019	AGUA	LT	1.00	73.0000	1.0000	73.00
SUBTOTAL MATERIALES						158.80
Q0009	AYUDANTE GENERAL	JOR	73.63	2.0000	200.0000	0.74
Q0010	CABO DE OFICIO	JOR	91.23	1.0000	200.0000	0.46
Q0016	OPERADOR PLANTA DE ASFALTO	JOR	140.33	1.0000	200.0000	0.70
SUBTOTAL MANO DE OBRA						1.90
H0000	HERRAMIENTA	ZMO	1.90	0.0300	1.0000	0.06
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.06
Q0008	PLANTA DE ASFALTO	HR	636.14	1.0000	25.0000	25.45
SUBTOTAL EQUIPO						25.45
COSTO TOTAL M3						186.21/M3

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0100 DESCR: CARGA MATERIAL PREMEZCLADO

UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNJ	COSTO UNID.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
00002	OPERADOR CARGADOR CAT 936 F	JOR	111.81	1.0000	701.6000	0.16
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.16
00009	CARGADOR FRONTAL CAT 936 F	HR	195.15	1.0000	87.7000	2.22
SUBTOTAL EQUIPO						2.22
COSTO TOTAL N\$						2.38/M3

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0102 DESCR: ACARREO 1er KM Y DESCARGA PREMEZCLADO UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
00004	OPERADOR DE CAMION DE VOLTEO	JOR	67.84	2.0000	430.3200	0.40
00007	AYUDANTE GENERAL	JOR	73.63	1.0000	210.1600	0.35
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.75
H0000	HERRAMIENTA	ZMD	0.75	0.0300	1.0000	0.02
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.02
00002	CAMION DE VOLTEO 7 M3	HR	145.19	2.0000	58.8000	4.94
SUBTOTAL EQUIPO						4.94
COSTO TOTAL N°						5.71/M3

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0104 DESCR: TENDIDO Y COMPACTACION MAT. PREMEZCLADO UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
00005	OPERADOR COMPACTADOR CA-25	JOR	71.14	1.0000	192.0000	0.47
00007	OPERADOR PAVIMENTADORA	JOR	123.00	1.0000	192.0000	0.64
00009	AYUDANTE GENERAL	JOR	73.63	2.0000	384.0000	0.38
00030	OPERADOR BARREDORA	JOR	75.91	1.0000	192.0000	0.39
SUBTOTAL MANO DE OBRA						1.88
00005	PAVIMENTADORA	HR	473.96	1.0000	24.0000	19.76
00007	COMPACTADOR CAT CB531	HR	130.40	1.0000	24.0000	5.44
00013	COMPACTADOR DE NEUMATICOS	HR	121.28	1.0000	24.0000	5.06
SUBTOTAL EQUIPO						30.26
COSTO TOTAL N°						32.14/M3

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0106 DESCR: TENDIDO Y COMPACTACION (EMULSION-OBRA) UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
00004	OPERADOR DE CAMION DE VOLTEO	JOR	87.84	3.0000	701.6000	0.36
00005	OPERADOR COMPACTADOR CA-25	JOR	91.14	1.0000	701.6000	0.13
00013	OPERADOR COMPACTADOR NEUMATICO	JOR	91.94	1.0000	701.6000	0.13
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.64
H0000	HERRAMIENTA	%MO	0.64	0.0300	1.0000	0.02
SUBTOTAL HERRAMIENTA						0.02
00002	CAMION DE VOLTEO 7 M3	HR	145.19	3.0000	87.7000	4.97
00007	COMPACTADOR CAT CB531	HR	130.40	1.0000	87.7000	1.49
00013	COMPACTADOR DE NEUMATICOS	HR	121.28	1.0000	87.7000	1.38
SUBTOTAL EQUIPO						7.84
COSTO TOTAL N°						8.50/M3

ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: B0200 DESCR: BARRIDO DE LA SUPERFICIE

UNI: M2 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNIT.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	IMPORTE
00030	OPERADOR BARREDORA	JOR	75.81	1.0000	16000.0000	0.01
						-----
SUBTOTAL MANO DE OBRA						0.01
00040	BARREDORA	HR	47.00	1.0000	2000.0000	0.02
						-----
SUBTOTAL EQUIPO						0.02
						-----
COSTO TOTAL N\$						0.03/M2

## ANALISIS DE CONCEPTOS

CLAVE: I0001 DESCR: OBTENCION MATERIAL 3-E

UNI: M3 18/01/96

Cve	DESCRIPCION	UNI	COSTO UNID.	CANTIDAD	PENDIMIENTO	IMPORTE
B0001	EXTRACCION DEL MATERIAL CON TRACK DRILL	M3	6.08	1.0000	1.0000	6.08
B0002	DESPALME	M3	0.18	1.0000	1.0000	0.18
B0003	CARGA DE MATERIAL 3-E	M3	2.61	1.0000	1.0000	2.61
B0004	ACARREO 1er KM Y DESCARGA MATERIAL 3-E	M3	5.28	1.0000	1.0000	5.28
B0005	TRITURACION DEL AGREGADO	M3	19.16	1.0000	0.7500	25.55
B0006	ACARREO MATERIAL 3-E KMS SUBSECUENTES	KMS	1.90	1.0000	1.0000	1.90
B0007	OBTENCION DE AGUA CON BOMBA	M3	1.12	1.0000	1.0000	1.12
B0008	CARCAMO DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION	M3	0.08	1.0000	1.0000	0.08
B0009	ACARREO 1er KM DE AGUA	M3	1.27	1.0000	1.0000	1.27
B0010	ACARREO KM SUBSECUENTE DE AGUA	KMS	1.06	1.0000	1.0000	1.06
B0033	DERECHOS POR EXPLOTACION DE BANCO	M3	1.10	1.0000	1.0000	1.10
B0034	ACONDICIONAMIENTO DE AREAS DE ALMACEN	M3	2.88	1.0000	1.0000	2.88
SUBTOTAL PRELIMINARES						49.11
COSTO TOTAL N°						49.11/M3

# **BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFIA

1. Carlos Crespo Villalaz. *Vías de comunicación*. LIMUSA. Segunda edición, 1989.
2. SCT. *Normas de conservación de carreteras*. 1990
3. Ing. Domingo Sánchez Rosado. *Causas e identificación de fallas en los pavimentos, procedimientos de rehabilitación*. Dirección General de Control. 1974.
4. Gustavo Rivera E. *Emulsiones asfálticas*. México. Tercera edición, 1987.
5. Proyecto y control de mezcla asfáltica en planta para tamaños mayores de 1". TESIS. Universidad Autónoma de Puebla. 1989