

# “Rehabilitación de carreteras: base estabilizada con cemento portland y tendido de carpeta asfáltica”

## MARTIN VLADIMIR REYES ADAME

Ingeniería Civil  
Col. Ampliación Vista Hermosa  
Chilpancingo Gro. México  
Tel. (01)7471471455  
e-mail: lng.mreyes@outlook.com

## M. EN C. RAMIRO RUIZ SILVA

Director de trabajo de titulación  
Unidad academica de ingeniería  
Chilpancingo Gro. México  
Tel. (01)747 4719319  
e-mail: roma13032@hotmail.com

## M. EN C. ALBERTO JORGE SALVADOR

Revisor No 1  
Unidad academica de ingeniería  
Chilpancingo Gro. México  
Tel. (01) 747 4719319  
e-mail: alberto59\_@hotmail.com

## M. EN A. VERONICA O. SEVILLA MUÑOZ

Revisor No 2  
Unidad academica de ingeniería  
Chilpancingo Gro. México  
Tel. (01)747 4719319  
e-mail: sevilavero@hotmail.com

## ABSTRACT.

This article of investigation is focused on the recovery in cold of pavements, on the use of bases stabilized with cement portland and on the application of folder of concrete asphalt flex. It includes a description of the roads, his structure of a pavement and precedents for those who have spent the ways and there are seen the different types of deteriorations that they present in a pavement. The different reasons across his construction or throughout the years, one raises to others the types of technologies of repair applied in works of paving. It is mentioned on the rehabilitation of a road, Procedures from the beginning like recovery of asphalt pavements where there is described the importance, description of the concept of recovery, his classification and procedure of this one. Also on since the base already recovered with cement stabilizes portland, Showing his description, classification, importance and his constructive processes accompanied of schemes for the major comprehension of the process, constant on the asphalt folder meeting his description, importance, classification, improvements and constructive process of the same one.

## RESUMEN.

Este artículo de investigación está enfocado a la recuperación en frío de pavimentos, al uso de bases estabilizadas con cemento portland y a la aplicación de carpeta de concreto asfáltico flexible. Incluye una descripción de las carreteras, su estructura de un pavimento y antecedentes por los que han pasado los caminos y se ven los diferentes tipos de deterioros que se presentan en un pavimento, las diferentes causas a través de su

construcción o a lo largo de los años, se plantea a demás los tipos de técnicas de reparación aplicadas en obras de pavimentación. Se menciona sobre la rehabilitación de una carretera, procedimientos desde el inicio como recuperación de pavimentos asfálticos donde se describe la importancia, descripción del concepto de recuperación, su clasificación y procedimiento de este. También sobre como estabilizar la base ya recuperada con cemento portland, mostrando su descripción, clasificación, importancia y sus procesos constructivos acompañado de esquemas para la mayor comprensión del proceso, continua con la carpeta asfáltica dando su descripción, importancia, clasificación, mejoras y proceso constructivo de la misma.

## ÁREA TEMÁTICA.

- Vías de comunicación
- Ingeniería civil
- Ingeniería en construcción

## PALABRAS CLAVE.

- Rehabilitación.
- Carreteras.
- Pavimentos.
- Reciclado.
- Base estabilizada.
- Cemento portland.
- Asfalto.
- Concreto asfáltico flexible.

# 1.- INTRODUCCIÓN.

La necesidad del ser humano por comunicarse ha generado la construcción de caminos a base de piedra y aglomerante hasta los que conducen a grandes autopistas de pavimento flexible o rígido que hoy en día tenemos.

Desde la antigüedad, la construcción de vías de comunicación ha sido uno de los primeros signos de civilización avanzada. Cuando las ciudades de las primeras civilizaciones comenzaron a aumentar de tamaño y densidad de población, la comunicación con otras regiones se tornó necesaria para hacer llegar suministros alimenticios o transportarlos a otros consumidores, además de ser rutas de comercio y desarrollo.

El crecimiento de las vías terrestres como comunicación ha tenido un gran avance gracias a los cambios que ocasiono la evolución de los medios de transporte durante el siglo XIX, la construcción de carreteras estaba impulsada por el desarrollo y crecimiento cada vez más del intercambio comercial entre ciudades de un mismo país y entre distintas naciones, dando origen al surgimiento del automóvil, transporte que se expandió rápidamente, teniendo resultados severos en el progreso de la expansión de los medios de transporte, este avance hace que surja un problema en transportar a individuos u objetos materiales por ruta terrestre sin necesidad que haya vías de tren, siendo este el único medio para realizarlo.

Se cuenta actualmente con una extensa red de carreteras de todas las categorías, de cuota, de altas especificaciones, alimentadoras, rurales y brechas. El impulso en construir vías terrestres constituye uno de los factores más importantes para el crecimiento de los países, que se inició hace varios años.

Las carreteras o caminos (vías de comunicación), se clasifican de diversas maneras:

Transibilidad:

- Pavimentado
- Revestido
- Terracería.

Administrativamente:

- Federales: costo, construcción, operación y mantenimiento a cargo de la federación.
- Estatales: Costo, construcción, operación y mantenimiento a cargo del estado.
- Vecinales: Operación y mantenimiento a cargo del Estado y municipio.

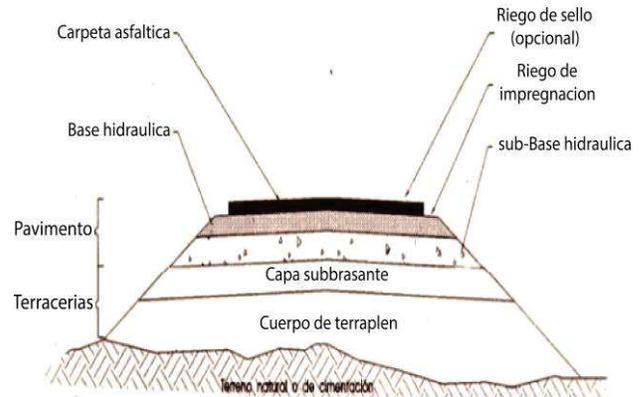
Por el índice de circulación (es la clasificación más usada):

- Tipo A: El TDPA (Tránsito Diario Promedio Anual) es mayor de 3000 vehículos por día.
- Tipo B: El TDPA es de 1500-3000 vehículos por día.
- Tipo C: El TDPA es de 500-1500 vehículos por día.
- Tipo D: El TDPA es de 100-500 vehículos por día.
- Tipo E: El TDPA es de hasta 100 vehículos por día. Y tiene una corona (ancho) de 4m.

En cuanto a medidas del ancho:

- Tipo A: hasta 22m. (Cuatro carriles).
- Tipo B: 9m.
- Tipo C: 7m.
- Tipo D: 6m.
- Tipo E: 4m.

Estructuralmente un camino de pavimento flexible se compone por capas figura No 1



**FIGURA No.1.- estructura de un pavimento**

Debido al uso de las vías terrestres y daños por agentes climatológicos éstas sufren desgastes, fallas o deterioro gradual e inevitable, que tarde o temprano acabará con su vida útil. Si se desea una carretera segura y cómoda es necesario corregir dichas fallas para aumentar su vida de servicio que ofrece esta.

Para mantener las carreras en buen estado, se realizan obras de mantenimiento y conservación de pavimentos, reforzando la estructura y corrigiendo las fallas que se han presentado en el mismo. El mantenimiento ayuda al pavimento a comportarse satisfactoriamente durante su vida de diseño.

La rehabilitación de carreteras se ha venido empleando en la actualidad alrededor del mundo, este método empleado en las vías terrestres tiene el fin de obtener una mejor durabilidad de la estructura de la carretera, tener una mayor capacidad de soporte y una mayor resistencia al enfrentarse con agentes atmosféricos.

Esta se entiende como un proceso por medio del cual la estructura del pavimento es restaurada a su condición original de soporte y consiste en la obtención del material recuperado de la carretera existente estabilizándola o no con algún agregado, aportando más resistencia al material recuperado, se puede agregar algún material de aporte si es necesario, el resultado proveniente del recuperado son los que formaran parte de una nueva estructura de la carretera cubriéndola con una carpeta de concreto asfáltica flexible. En base a evaluaciones de las condiciones de la carretera se determina el tipo de mantenimiento ya sea de la superficie de rodamiento, limpieza, desazolves y reparación de obras de drenaje. Si esta presenta fallas en la estructura y de la superficie en la mayor parte de la vía es necesario que se realice una rehabilitación.

## 2.-RECUPERACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS.

La recuperación de pavimentos asfálticos se entiende como la reutilización de los materiales procedentes de la trituración de las capas que conforman la estructura del pavimento que ya han estado en servicio, ya que los materiales pueden perder parte de sus propiedades iniciales por el uso o envejecimiento, pero que tienen el potencial de ser reutilizados para formar nuevas capas, esto se hace con el objetivo de construir una nueva carretera.

Se ha tomado conciencia sobre la importancia de alargar el ciclo de vida útil de los pavimentos, por eso se realizan periódicamente mantenimientos, y si en toda la vía se encuentran fallas se tiende a rehabilitaciones utilizando agregados nuevos y asfaltos. El reciclado de pavimentos asfálticos tiene la ventaja de aprovechar los materiales ya existentes y que son disponibles de la carretera a recuperar ya que los materiales envejecidos pueden ser reutilizados mediante una técnica adecuada de forma que son nuevamente válidos para la construcción de la estructura de la carretera. Con este tipo de técnicas, en las operaciones de conservación se puede disminuir mucho la demanda de materiales

El proceso de recuperación de pavimentos en pocas palabras se empieza con la trituración del material, su mezcla con algún agregado y/o agua, su posterior extensión y compactación. Para cada tipo de recuperación se tienen diferentes procedimientos. El tratamiento de los materiales reciclados puede hacerse en el sitio donde se obtienen o transportarse a una central de mezcla para su tratamiento.

Existen clasificaciones en el recuperado de pavimentos asfálticos, dependiendo del tipo de fallas que presente la carretera ya sean superficiales o de la estructura, se elige el tipo de recuperación más adecuado para el trabajo que se vaya a elaborar:

- Recuperación en caliente
- Recuperación en frío

### 2.1.-Recuperación en caliente.

El recuperado en caliente se define como un proceso de reutilización de un pavimento existente con la aplicación de calor a altas temperaturas procedente de maquinarias especiales.

Si el problema afecta a las capas superficiales, hasta 10 cm de profundidad, la recuperación en caliente suele ser una magnífica opción. Ya que el deterioro se suele producir por envejecimiento de la capa superior (carpeta asfáltica) que se ha degradado, fisurado, descarnado.

El procedimiento para realizar este tipo de recuperación empieza con el tratamiento de una aportación de calor mediante unos quemadores, esto se realiza en el mismo lugar de la obra, se calienta el pavimento asfáltico a temperaturas muy altas, manteniendo la temperatura de la carpeta asfáltica existente entre 105° a 230° Celsius, la temperatura se va controlando de tal manera que el asfalto no sea carbonizado. Seguida con un escarificador que es parte de la máquina recuperadora, va escarificando a una cierta medida de grosor determinada y al final una oruga que se encarga de revolver el material

recuperado dándole una mejor homogenización, figura No 2 se observa este mecanismo. Todo el proceso va reviviendo la carpeta existente dañada, la nueva capa recuperada se comporta como una buena capa de base.

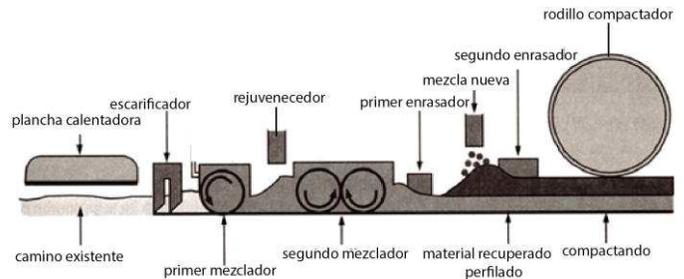


FIGURA No.2.- Vista en corte de recuperación en caliente

### 2.2.-Recuperación en frío.

El recuperado en frío de pavimentos asfálticos, se define como el procesamiento y tratamiento con aditivos químicos, de un pavimento asfáltico existente, esta es sin aplicación de calor, para producir una capa de pavimento mejorada.

En el caso de que los problemas afecten a la estructura del pavimento, debemos tener en cuenta que la solución indicada en estos casos es la recuperación en frío, ya que se estabiliza el material resultado del reciclado, con cemento, emulsión o cal, en un espesor tal que recupere la totalidad de las capas afectadas. Estamos hablando de espesores de reciclado que pueden llegar a los 15 cm si trabajamos con emulsión y hasta 40 cuando trabajamos con cemento.

La recuperación de pavimentos en frío es un procedimiento que se basa en el fresado de la capa asfáltica existente de un cierto grosor de la carretera envejecida por medio de una máquina recuperadora de pavimento, y el mezclado de este material con un conglomerante hidráulico (normalmente cemento). En la figura No.3 se muestra vista en corte la recuperación de pavimentos en frío.

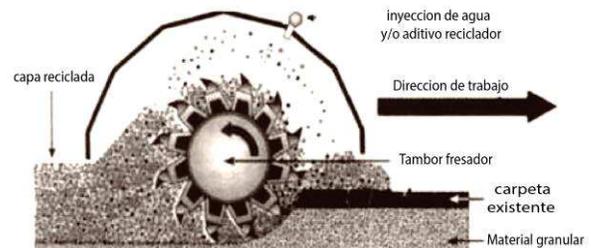


FIGURA No.3.- Recuperación en frío

Los beneficios de este tipo de recuperación es que evitan el transporte de nuevos materiales al sitio. Además de que se reutilizan los mismos agregados, se corrigen y eliminan deformaciones superficiales. La principal ventaja que tiene este tipo de recuperación a comparación de la recuperación en caliente es que tiene la posibilidad de reciclar un mayor espesor de firme.

### 3.-BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND.

La base es la capa de material que se construye por encima de la sub-brasante, formando por un material de mejor calidad que el de la capa anterior, el papel que juega esta capa es de mantener siempre la resistencia que le permita soportar las presiones transmitidas por los vehículos estacionados o en movimiento y disminuir la magnitud de las presiones que serán transmitidas a la sub-brasante.

Para estabilizar una base consiste en agregar un producto químico o aplicar un tratamiento físico para modificar las características de los suelos. Las mezclas son a base granular o de agregados pétreos, cemento, agua y/o aditivos con el fin de obtener un material de mejores características en resistencia, deformabilidad y permeabilidad.

El cemento portland es uno de los agentes con más utilización en el mundo para estabilizar suelos, este tiene la ventaja de que cuando el cemento se hidrata, la mezcla se transforma en un material duro y rígido. La estabilización de los suelos con cemento puede tener diferentes usos en el área de ingeniería:

- Base de pavimentos
- Protección de taludes
- Recubrimientos en donde se requiera baja permeabilidad
- Estabilización de cimientos

Para obtener una bases estabilizada se requiere la incorporación de un material que mejora las características de permeabilidad, de plasticidad, durabilidad y resistencia mecánica, las bases se pueden estabilizar con cal, asfalto o cemento portland con el objetivo de mejorar su comportamiento mecánico e hidráulico para ser colocados sobre la sub-base y formar una capa de apoyo (base) para una carpeta asfáltica. La estabilización de esta base con agregado de cemento portland se logra cuando se le adiciona el mismo, agua y la energía de compactación, dicho material aumenta sus propiedades de resistencia mecánica, de plasticidad, y es estable bajo las condiciones de clima a que está expuesto el pavimento.

Con el empleo del cemento portland para mejorar la base de una carretera se obtiene una mejor distribución de cargas en la estructura a comparación de una base hidráulica, la carga es distribuida en un área mayor cuando se utilizan bases estabilizadas con cemento, figura No 4.

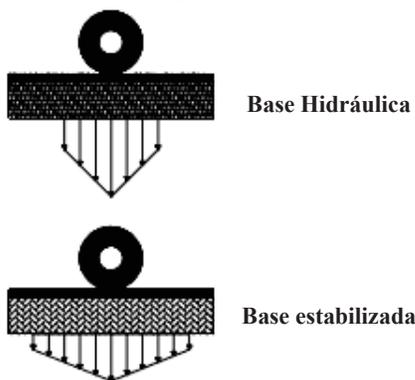


FIGURA No.4.- Distribución de esfuerzos en bases

Las bases estabilizadas con cemento portland no presenta los problemas de deformación permanente, típicos de las bases granulares. Estructuralmente tiene una respuesta elástica ante las cargas del tránsito, diferente a la respuesta de las capas granulares ante las mismas cargas.

La construcción de una base estabilizada está constituida por el material resultante de la recuperación del pavimento existente, se le puede agregar una base hidráulica o una mezcla de ambos cuando se requiera. Estos materiales se estabilizan con cemento Portland, para aumentar la resistencia, su rigidez, reducir el efecto de fatiga sobre la carpeta y evita la reducción de acarrees de materiales nuevos.

Después del proceso de recuperación en frío del pavimento existente por medio de la maquina recuperadora, el material extraído como resultado del fresado es aprovechado en su totalidad y se pone a disposición en el lugar, previamente se continua en hacer el refuerzo de la base aplicando cemento portland, la maquina perfiladora de pavimentos WR (gallina) tiene la función de homogenizar la base con el cemento que se le agrega, al mismo tiempo la maquina (gallina) le aplica una porción de agua, (la función de esta máquina es revolver el material producto de la recuperación con el cemento portland al mismo tiempo la maquina va agregándole agua) después de esto se pasa a compactar con máquinas de rodillo pata de cabra y rodillos vibratorios para tener una buena compactación y nivelar con maquinaria niveladora (moto-niveladora), para obtener una base con un perfil parejo, ya la base estabilizada se compacta por última vez para lograr un 100% de compactación, la resistencia a la compresión de esta ya estando estabilizada se obtiene a las 7 días de fraguado de la base. Figura No 5, el seguimiento del proceso constructivo de la base estabilizada.

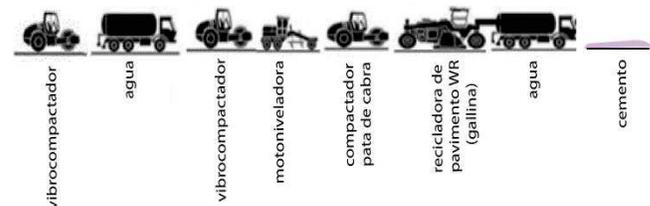


FIGURA No.5.- Proceso constructivo de base estabilizada

Con este proceso se pueden construir capas de base de alta capacidad estructural, pero además muy competitivas en cuanto a durabilidad y estabilidad volumétrica a largo plazo, En la actualidad la construcción de bases estabilizadas con cemento portland es una técnica muy utilizada en un gran número de países, ya que estas han mostrado ser una alternativa viable para la construcción de pavimentos. Su aporte estructural, la variabilidad de materiales en las distintas zonas del país, el clima lluvioso y la presencia de zonas con niveles freáticos altos favorecen la aplicación de esta tecnología.

El gran número de equipos disponibles para realizar este tipo de trabajos de construcción ha facilitado su desarrollo de esta, siendo actualmente una solución ampliamente requerida por sus ventajas técnicas, económicas y medioambientales, se trata de una técnica enfocada claramente a lograr una mayor sostenibilidad del camino por las ventajas que esta ofrece.

## 4.-TENDIDO DE CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO.

La carpeta de concreto asfáltico es la parte superior de una carretera, es una capa de material pétreo mezclado con asfalto que está colocada sobre la base. Tiene como finalidad proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente al tránsito de los vehículos, al intemperismo producido por los agentes naturales y de cualquier otro agente perjudicial, las carpetas de concreto asfáltico se clasifican en tres tipos, los cuales son:

- **Flexibles.-** estos pavimentos cuentan con una capa de rodamiento constituida por mezcla asfáltica, por lo que también se les conocen como pavimentos asfálticos.
- **Rígidos.-** en los pavimentos rígidos, la superficie de rodamiento es proporcionada por losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presentan un armado de acero.
- **Otros.-** la capa de rodamiento puede estar constituida con diferente tipo de materiales más comunes son caminos empedrados y/o de adoquín.

La carpeta de concreto asfáltico está compuesta de material asfáltico, es un material viscoso, pegajoso y de color negro. Los materiales pétreos con que se construye una carpeta asfáltica son suelos inertes, pueden venir de ríos o arroyos, o de algún banco de materiales, los cuales requieren que pasen por un proceso de triturado y cribado para ser utilizados.

El mezclado de estos materiales da por resultado una mezcla homogénea para pavimentar caminos, esta mezcla de elementos deben dar por resultado propiedades de estabilidad, resistencia al intemperismo, resistencia al desgranamiento, flexibilidad y textura. Los materiales que se utilicen en la construcción de carpetas asfálticas deben cumplir con la norma de la S.C.T, N•CMT•4•04, materiales pétreos para mezclas asfálticas.

Estos pavimentos cuentan con una capa de rodamiento constituida por mezcla asfáltica, generalmente tienen espesores mayores de 4 cm y 8 cm, el tipo de espesor de una carpeta asfáltica se elige de acuerdo con el tránsito que va a transitar por esa carretera tomando en cuenta el criterio que se muestra en la tabla No 1.

**TABLA No 1: Tipos de espesores de carpeta asfáltica**

INTENSIDAD DEL TRÁNSITO PESADO EN UN SOLO SENTIDO	TIPO DE CARPETA
Mayor de 2000 veh/día	Mezcla en planta de 7.5cm de espesor mínimo
1000 a 2000	Mezcla en planta con un espesor mínimo de 5cm
500 a 1000	Mezcla en el lugar o planta de 5cm como mínimo
Menos 500	Tratamiento superficial

Los concretos asfálticos flexibles tienen la función estructural de ser antiderrapantes, soportar, distribuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento, es muy eficaz contra la penetración de agua proveniente de la precipitación, tienen la ventaja de tener una buena consistencia y durabilidad. El periodo de vida de una carpeta oscila entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante (bacheo superficial y profundo, remoción de derrumbes, sello de fisuras y grietas, reparación de bordes dañados del pavimento) para que pueda cumplir con su vida útil.

Las mezclas asfálticas empleadas en trabajos de pavimentación de una carretera de acuerdo con las características de elaboración, se clasifican en mezclas elaboradas en caliente y mezclas elaboradas en frío, adelante se describe cada una de estas:

- **Mezclas elaboradas en caliente (concretos asfálticos).-** Se hacen en caliente, con materiales pétreos bien graduados y cemento asfáltico, en una planta mezcladora fija. Para la fabricación de concretos asfálticos modificados, este es el tipo de mezcla que se utiliza.
- **Mezclas elaboradas en frío.-** Se hacen en el lugar (in situ) o en planta con materiales graduados y un asfalto rebajado o una emulsión asfáltica, en una planta mezcladora móvil o con una moto-conformadora.

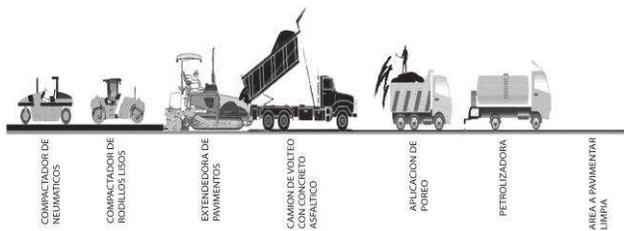
Para realizar una mezcla de concreto asfáltico flexible se contemplan factores de medio ambiente y varios tipos de asfalto de acuerdo a las necesidades de los usuarios, en la tabla No 2 se presentan tres diferentes temperaturas, según la región donde se pretenda construir una carretera, que cumplan los parámetros de acuerdo a la norma de la S.C.T, N.CMT.4.05.003/02 materiales asfálticos, aditivos y mezclas.

**TABLA No 2: Tipo de mezcla en base a temperaturas**

CLIMA	TEMPERATURA	TIPOS DE ASFALTO
Frio	Menor o igual a 7°C	AC-5,AC-10
Templado	Entre 7 y 24°C	AC-10,AC-20
Caliente	Mayor de 24°C	AC-20,AC-40

Una vez conformada ya la estructura de la base estabilizada se procede a la colocación de la carpeta de concreto asfáltico flexible dando seguimiento a la norma N-CTR-CAR-1-04-006/09 de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes enfocada a pavimentos flexibles. Se empieza con la aplicación de un riego de impregnación con rendimiento del 1.0 Lts/m<sup>2</sup> se aplica con una petrolizadora, se debe tener una superficie bien cerrada y limpia aplicando un barrido sobre la superficie de la base previamente al riego. La importancia de la impregnación permite cubrir y proteger de los agentes externos que pudieran fracturar o dañar la superficie en la base, se continua con la aplicación de riego de liga con un rendimiento del 0.50 Lts/m<sup>2</sup>, (el riego de liga tiene la función de unir la base con la carpeta), para posteriormente aplicar el tendido de carpeta asfáltica.

El riego de liga que se le aplica se protege con una exparcion de concreto asfáltico (poreo) esto es para proteger el riego de liga. Antes de la pavimentación, para guiar y controlar los anchos se deben colocar marcas con cal a lo largo de la longitud de la carretera antes de tender la carpeta con una maquina expendedora de pavimentos (finisher). La carpeta diseñada y elaborada en la planta en caliente, se transporta al sitio de la obra para su tendido por medio de camiones de volteo de 7 y 14 m<sup>3</sup> de capacidad, la maquina extendedora (finisher) se encarga de extender la mezcla sobre la superficie de la base teniéndose un control de espesores de la misma y verificando las temperaturas de la carpeta durante el tendido, así mismo se toman muestras para realizar pruebas a la mezcla. Después del tendido de la carpeta se aplica una compactación a la misma con máquinas de rodillos lisos con la finalidad de obtener un cierto espesor de la carpeta esta tiene que quedar libre de imperfecciones y completamente compactada. Posteriormente se aplica un tráfico intenso con rodillo neumático este paso es para obtener una superficie totalmente sellada y afinada, figura No 6 se muestra el proceso de tendido de carpeta asfáltica.



**FIGURA No 6: proceso constructivo del tendido de carpeta**

## 5.-CONCLUSION.

Un pavimento está constituido por varias capas de material seleccionado, teniendo cada una de ellas su función particular, siendo la principal desde el punto de vista estructural, la de transmitir las cargas de los vehículos automotores en forma adecuada hacia las capas del pavimento o bien a la superficie de apoyo. Se puede establecer que cuando se encuentran fallas estructurales en la carretera se selecciona el mejor procedimiento constructivo para rehabilitar el mismo.

El proceso de recuperación en frío es el mejor procedimiento para dar arranque a trabajos de rehabilitación ya que este tipo de trabajo recupera la totalidad de las capas afectadas. Estamos hablando de espesores de reciclado que pueden llegar a los 15 cm si trabajamos con emulsión y hasta 40 cuando trabajamos con cemento. Y tiene una gran ventaja ya que se recicla el mismo material que se recupera para estabilizarlo con cemento portland.

El cemento portland como agregado para la estabilización de bases ha llegado a ser uno de los más aptos para este trabajo ya que su aporte estructural, son competitivas en cuanto a durabilidad y estabilidad a largo plazo y tienen una muy buena resistencia ante deformaciones o asentamientos, problemas que han llegado a optar por hacer una rehabilitación de carreteras.

Para un tendido de carpeta de concreto asfáltico, la más apta para esta rehabilitación es de asfalto flexible, esta es la más factible para este tipo de trabajos ya que tiene propiedades y características de ser antiderrapantes, también soporta y

distribuye las cargas hacia las capas inferiores, este tipo de mezcla evita la penetración de agua, tiene consistencia y durabilidad. La importancia que tiene una mezcla en caliente realizada en planta es que hay mayor producción de la mezcla y por consiguiente es menor tiempo el tiempo de ejecución de la carpeta asfáltica.

## 6.-RECONOCIMIENTOS.

La realización de este artículo fue posible en primer lugar a la cooperación brindada a mis asesores de esta investigación de la universidad autónoma de. Y a todas las personas que en forma directa o indirecta contribuyeron a que este trabajo de investigación pudiera llevarse a cabo.

## 7.-REFERENCIAS.

- [1]. Antonio Ortega Maldonado, Pavimentos Flexibles-compuestos carpeta asfáltica.
- [2]. Carpetas asfálticas, S/I. [http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/10577/Capitulo\\_7.pdf](http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/10577/Capitulo_7.pdf)
- [3]. Guillermo Thenoux Z, y Gabriel Garcia S. Revista de ingeniería de construcción- Estudio de técnicas de reciclado en frío, 1999.
- [4]. IECA (instituto español del cemento y sus aplicaciones).Guías técnicas - Estabilización de suelos con cemento.
- [5]. Ingeniería civil (apuntes) S/I. <http://ingenieriacivilapuntes.blogspot.mx/2009/05/descripcion-carpeta-asfaltica.html>
- [6]. Ing. Mario Arce, Boletín técnico PITRA (programa de infraestructura del transporte)- bases estabilizadas con cemento.
- [7]. M. en I. Miguel Ángel Tapia García, U.N.A.M.-Curso de pavimentos.
- [8]. Pavimentos flexibles, S/I. <http://es.slideshare.net/YeleinePou/pavimento-flexible2hj>
- [9]. Rodrigo Andrés Valenzuela Galindo, Journal boliviano de ciencias- Rehabilitación de pavimentos asfálticos.
- [10].Reciclado in situ en frío, S/I. [http://www.cedexmateriales.vsf.es/view/ficha.aspx?id\\_residuo=43&idmenu=88](http://www.cedexmateriales.vsf.es/view/ficha.aspx?id_residuo=43&idmenu=88)
- [11].S.C.T, Secretaria de Comunicaciones y Transportes - norma N.CMT.4.05.003/02. materiales asfálticos, aditivos y mezclas.
- [12].S.C.T., Secretaria de Comunicaciones y Transportes- Norma N.CMT.4.04. Materiales pétreos para mezclas asfálticas.