
NOTAS TECNICAS

TIPOS DE ASFALTOS Y SU EMPLEO EN PAVIMENTOS

Luis GUZMAN Z.*

RESUMEN

Se presenta una descripción de los diversos tipos de asfaltos utilizados en la práctica vial chilena, describiendo sus características y las aplicaciones más importantes.

INTRODUCCION

En la actualidad estamos presenciando en todas las carreteras nacionales, que la intensidad de la circulación vehicular aumenta día a día, tanto en lo que se refiere al número de vehículos como al peso por eje en los vehículos de carga. Un mejoramiento cualquiera en el trazado o en la superficie de rodado de un camino trae aparejado, casi inmediatamente, el aumento correspondiente del tránsito.

Debido a que en nuestro país los censos de tránsito, en cuanto a peso por eje y tasas de crecimiento, son inciertos, a que se necesitan aún muchas carreteras para desarrollar su producción, y como el nivel de su riqueza pública no le permite disponer de recursos muy importantes para la confección de pavimentos definitivos, la construcción por etapas parece ser la solución más adecuada a estos problemas. El asfalto es probablemente uno de los materiales más versátiles y universales de construcción que tenemos a nuestro alcance para tal efecto. Son muchas sus variedades y las formas en que cada una de ellas puede manejarse. Puede emplearse como ligante, en frío o en caliente, para producir mezclas sin estructura (mastic), muy estable, duras, frágiles o flexibles; lo que permite dar solución a gran cantidad de problemas de construcción de pavimentos, imper-

* Constructor Civil, Sección Laboratorio, Dirección de Vialidad.

meabilización, protección de superficies, etc.

Los asfaltos, bajo el aspecto químico, son de una estructura sumamente compleja y en general se define al asfalto como *sustancias compuestas esencialmente por mezclas de hidrocarburos nativos o pirogenados y sus derivados, no metálicos, solubles en sulfuro de carbono, de color oscuro, que se licúan al calentarlos y que pueden ser sólidos, semi-sólidos o líquidos, pudiendo ser su origen natural o por proceso de la destilación del petróleo*

TIPOS DE ASFALTOS USADOS EN PAVIMENTOS

Los tipos de asfaltos empleados en la confección de pavimentos se dividen en dos grandes grupos: cementos asfálticos y asfaltos líquidos.

Cementos asfálticos

Estos se designan por las letras CA seguidas por un número que indica su grado de consistencia, determinada por el ensayo de penetración medido en 1/10 mm.

Según su fuente de obtención existen tres tipos de cementos asfálticos: Asfalto de depósitos naturales; asfalto de roca y asfalto de petróleo.

Asfaltos de depósitos naturales

Los depósitos naturales son enormes lagos de asfaltos mezclado con material mineral, agua y otras impurezas. Por tal motivo deben refinarse. Así tenemos, por ejemplo, el asfalto de lago Trinidad que tiene 39% de bitumen, siendo el resto: agua, gas, arena fina, arcilla y kieselgur. El asfalto de Bermudes tiene una composición variable de 45% a 88% de bitumen, siendo el resto impurezas.

Una vez refinados estos asfaltos quedan hasta con un 97% de bitumen. Estos asfaltos refinados son muy duros y se les da la consistencia necesaria mezclándolos con aceites o residuos provenientes de la destilación de petróleo de base asfáltica.

Este tipo de asfalto se usa poco en Chile en la actualidad. Como dato ilustrativo, se indica que el asfalto Trinidad se usó antiguamente en los pavimentos de algunas calles de Santiago (Avda. República) y más recientemente como antiácido en el Mineral de Chuquicamata.

Asfalto de rocas

Proviene de rocas impregnadas de asfalto. En este caso no se extrae, sino que para su aprovechamiento las rocas se muelen y se les agrega una cierta cantidad de aceite de origen asfáltico con el objeto de suavizar y obtener la consistencia necesaria del asfalto.

Este tipo de asfalto no se usa en Chile.

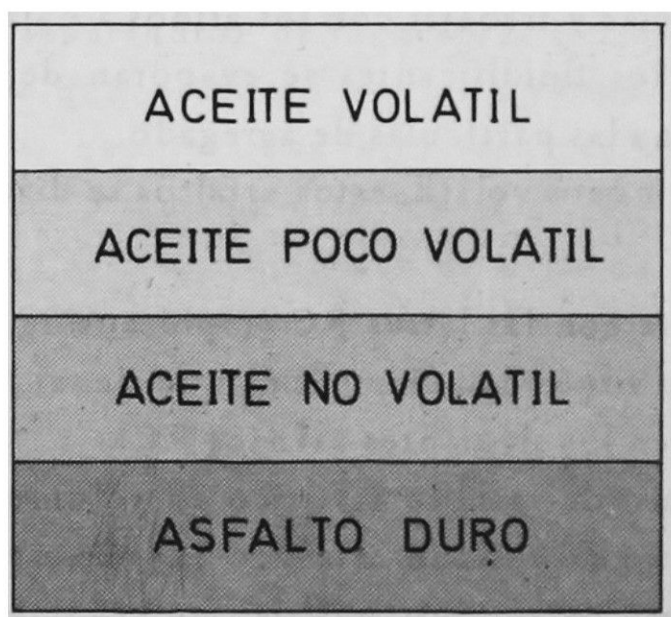
Asfaltos de petróleo

Es el asfalto comúnmente usado en Chile. Desde el punto de vista de la obtención de asfaltos los petróleos se dividen en: petróleos de base asfáltica, de base intermedia y de base parafínica. Los asfaltos para pavimentos se obtienen de los dos primeros tipos mediante destilación, quedando como residuos de este proceso, con una mayor o menor dureza según las condiciones de destilación (presión, temperatura, tiempo).

Estos asfaltos reciben el nombre de *destilación directa* para diferenciarlos de aquellos obtenidos por oxidación, que toman el nombre de *oxidados* y se emplean en impermeabilizaciones.

El residuo proveniente del petróleo de base parafínica, está constituido por parafina semi-sólida y coke. El aspecto de este residuo es aceitoso o grasoso y no tiene propiedades cohesivas; al contacto con el aire se oxida lentamente dejando un residuo polvoroso o escamoso que no tiene ningún poder aglutinante.

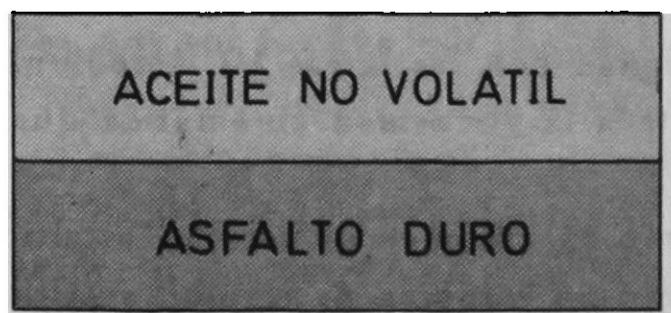
En la Fig. 1 se señala en una representación gráfica las fracciones del petróleo crudo que componen los diferentes productos asfálticos refinados por destilación directa.



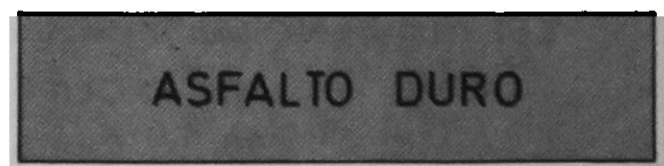
PETROLEO CRUDO
(FUEL - OIL)



ACEITE ASFALTICO RESIDUAL
(ROAD - OIL)



CEMENTO ASFALTICO



ASFALTO DURO

Fig. 1. Fracciones del petróleo crudo que componen los productos asfálticos.

Los cementos asfálticos se dividen en grados según su dureza o consistencia, que es medida mediante el ensaye de penetración, valor que es inverso a la dureza. De acuerdo a esto, los cementos asfálticos más comunmente usados son los siguientes:

- CA 40 – 50 (en mastic para sellado de juntas de pavimento de hormigón)
- CA 60 – 70
- CA 85 – 100
- CA 120 – 150

Estos asfaltos deben cumplir con requisitos de calidad señaladas en las especificaciones pertinentes. En Chile se aplican generalmente las especificaciones AASHTO y a estos asfaltos les corresponde la de Designación M 20-70.

Asfaltos líquidos

Según la terminología del *Asphalt Instituto* se definen como: *Materiales asfálticos cuya consistencia blanda o fluída hace que se salgan del campo en que se aplica el ensayo de penetración, cuyo límite máximo es 300.*

En sí están compuestos por una base asfáltica (cemento asfáltico) proveniente de petróleo y un fluidificante volátil, que puede ser bencina, kerosene, aceite o agua con emulsificador. El fluidificante se agrega con el propósito de dar al asfalto la viscosidad necesaria para poderlo mezclar y trabajar con los áridos a baja temperatura. Una vez elaborada la mezcla, los fluidificantes se evaporan dejando el residuo asfáltico que envuelve y cohesiona las partículas de agregado.

De acuerdo al fluidificante, más o menos volátil, estos asfaltos se dividen en:

Asfaltos de curado rápido

Cuyo fluidificante es bencina. Se designa con las letras RC (rapid curing) seguidas con el número que indica el grado de viscosidad cinemática que tienen, medida en centistoke. De acuerdo a esto, se tienen los siguientes asfaltos RC:

- RC – 70 Con 55°/o mínimo de residuo asfáltico en volumen
- RC – 250 Con 65°/o mínimo de residuo asfáltico en volumen
- RC – 800 Con 75°/o mínimo de residuo asfáltico en volumen
- RC – 3000 Con 80°/o mínimo de residuo asfáltico en volumen

Asfaltos de curado medio

Cuyo fluidificante es kerosene. Se designan con las letras MC (medium curing) seguidas con el número correspondiente a la viscosidad cinemática que tienen.

Los asfaltos MC son los siguientes:

- MC – 30 Con 50°/o mínimo en volumen de residuo asfáltico
- MC – 70 Con 55°/o mínimo en volumen de residuo asfáltico
- MC – 250 Con 67°/o mínimo en volumen de residuo asfáltico
- MC – 800 Con 75°/o mínimo en volumen de residuo asfáltico
- MC – 3000 Con 80°/o mínimo en volumen de residuo asfáltico

Asfaltos de curado lento

Cuyo fluidificante es aceite relativamente poco volátil. Se designan con las letras

SC (slow curing) seguidas con el número correspondiente a la viscosidad cinemática que tienen. Los asfaltos SC son los siguientes: SC-70; SC-250; SC-800 y SC-3000. El porcentaje de residuo es respectivamente aproximado a los mismos grados de los RC y MC.

A este grupo (SC-250) pertenece el combustible asfáltico llamado bunker C, tan usado en las carpetas de los caminos de la Zona Norte del país. El fuel oil, también en uso actualmente en esa zona, pertenece al grupo del SC-70.

Emulsión asfáltica

Cuyo fluidificante es agua y como es un sistema heterogéneo de dos fases normalmente inmiscibles, como son el asfalto y el agua, se le incorpora una pequeña cantidad de un agente emulsificador, generalmente de base jabonosa o solución alcalina, el cual mantiene estable el sistema de fase continua, que es el agua, y la discontinua que está constituida por pequeñísimos globulos de asfalto en suspensión, de un tamaño que fluctúa entre 1 y 10 micrones. Los agentes emulsificantes forman una película protectora alrededor de los globulos de asfalto estableciéndoles una determinada polaridad en la superficie, lo que hace que se repelan manteniéndose estable la emulsión. Cuando una emulsión se pone en contacto con el agregado, se produce un desequilibrio eléctrico que rompe la emulsión, llevando a las partículas de asfalto a unirse a la superficie del agregado y el agua fluye o se evapora separándose de las piedras recubiertas por el asfalto. Hay agentes emulsificadores que permiten que esta rotura o *quiebre* sea instantáneo y otros más poderosos que retardan este fenómeno. De acuerdo a esto las emulsiones se dividen en: Emulsión asfáltica de quiebre rápido, las que se designan con las letras RS (rapid setting); Emulsión asfáltica de quiebre medio, las que se designan con las letras MS (medium setting); Emulsión asfáltica de quiebre lento, las que se designan con las letras SS (slow setting).

Como se sabe, existen áridos de polaridad positiva y negativa, por lo tanto, para tener una buena adherencia, es necesario usar una emulsión eléctricamente afín al árido. Esta cualidad se la confiere el agente emulsificador, que puede darles polaridad negativa o positiva, tomando el nombre de *aniónicas* las primeras (afines a áridos de carga positiva, como son los de origen calizos) y *catiónicas* las segundas (afines a áridos de carga negativa, como son los de origen cuarzosos y/o silíceos, que son los que más abundan en nuestro país).

Las emulsiones catiónicas se designan con las mismas letras anteriormente dichas y anteponiéndoles la letra C, ejemplo: CRS-1; CSS-1. Si el residuo asfáltico es de penetración 40-90 se les agrega la letra h de hard (duro): CSS-h ó SS-1h.

Las especificaciones AAHSTO para los asfaltos líquidos son la M81-73 para los RC; la M82-73 para los MC; la M141-70 para los SC, y la M140-70 y M208-72 para las emulsiones asfálticas.

ELECCION DEL ASFALTO A EMPLEAR

El asfalto y grado de éste a elegir para una determinada pavimentación depende del tipo de pavimento a confeccionar, del clima imperante, de los agregados disponible en la zona y de la intensidad del tránsito.

Para tener una mayor claridad del problema definiremos primero los tipos de pavimentos bituminosos generalmente usados en el país.

Según la calidad, método de construcción, tipos de componentes de la carpeta de rodado, es el nombre que toman los pavimentos bituminosos o flexibles, y basándose en estos aspectos se distinguen los siguientes tipos: riegos asfálticos; capas de protección, y capas colaborantes o estructurales.

Riegos asfálticos

Los riegos asfálticos, como su nombre lo indica, son simples riegos de asfalto sobre superficies, ya sean de pavimentos existentes, de bases estabilizadas o de suelos.

Según el empleo es el nombre que toman estos riegos, así tenemos: *matapolvo* o aceitado de carreteras; *fog-seal* o sello negro; *imprimación*, y *tack coat* o riego de liga.

Matapolvo

El matapolvo es un riego de asfalto líquido sobre una superficie de suelo compactado. Su objetivo es cohesionar las partículas superficiales del suelo y servir de paliativo del polvo. Se efectúa en caminos de tercer orden, o bien, puede servir de preparación para una mejora progresiva de la carretera. Su aplicación está limitada a zonas desérticas.

El asfalto indicado para este tipo de riego es el SC-70, para superficies confeccionadas con suelo fino y el SC-250, para superficies de suelo grueso. La cantidad a usar varía desde 1.5 a 3.0 l/m², dependiendo de la textura de la plataforma.

En el camino costanero Iquique-Tocopilla, actualmente en construcción, en dos sectores se aplicó este sistema como etapa inicial, usando como alternativa fuel oil. El resultado ha sido bastante satisfactorio después de tres años de servicio.

Fog-seal o sello negro

Es una aplicación ligera de un asfalto líquido sobre una carpeta asfáltica antigua con el fin de rejuvenecerla y sellar pequeñas grietas y poros superficiales. También se usa para sellar superficies abiertas de carpetas nuevas y en los tratamientos superficiales dobles recién confeccionados, en zonas de tránsito intenso y/o trazados de fuerte pendiente, mejorando con esto la retención de los áridos, y dando al tratamiento un color negro uniforme.

El asfalto indicado para este tipo de riego es la emulsión de quiebre lento, residuo duro (CSS-1 ó SS-1h) en clima caluroso, y la de residuo blando (CSS-1 ó SS-1) en clima frío. La emulsión se diluye con agua en proporción 1:1 y se aplica a razón de 1.0 l/m² para el caso de superficies muy *abiertas* u oxidadas.

Para superficies no oxidadas y medianamente *abiertas* la disolución puede hacerse en proporción 1:3.

En Chile hemos usado mucho esta aplicación empleando como alternativa asfalto RC-250 a razón de 0.4 a 0.5 l/m² con buenos resultados, pero tiene el inconveniente de que su poder de *mojado* es inferior al de la emulsión, debido a su mayor viscosidad.

A consecuencia de esto el cubrimiento de la superficie no es homogéneo. Una mayor cantidad de RC para aumentar el poder de *mojado*, ocasiona una superficie resbaladiza.

Imprimación

La imprimación consiste en un riego de asfalto líquido de baja viscosidad sobre una base estabilizada que va a ser cubierta por una carpeta o cualquier tratamiento asfáltico.

Tiene por objeto sellar la superficie, cohesionar las partículas superficiales sueltas de la base, dar mayor estabilidad superficial (aproximado 2 cm) y obtener una membrana ligante que adhiera fuertemente la carpeta o tratamiento asfáltico a la base.

El asfalto indicado para imprimación es el MC-30 para bases de textura *cerrada* y el MC-70 para las texturas *abiertas*. La cantidad a usar varía de 0.8 a 1.5 l/m² dependiendo de la textura de la base.

El tiempo de curado de este asfalto permite que penetre en la base lo necesario (aproximado 2 a 3 cm) hasta que se produce el curado total, momento en que se paraliza la penetración dejando en la superficie la membrana ligante necesaria. Se han efectuado imprimaciones en la zona Norte con el fuel oil y bunker y se ha observado, después de algunos años, que estos combustibles han penetrado tanto en la base que han desaparecido totalmente de la superficie. Ocasionalmente, en otras zonas, se ha aplicado, a modo de experiencia, emulsión y RC-250, pero la penetración ha sido nula. En el caso de la emulsión, se produce el quiebre instantáneo al absorber la base el agua de la emulsión y separarla del asfalto. En el caso del RC se produce la volatilización del fluidificante muy rápidamente, lo que aumenta en forma considerable la viscosidad de la película asfáltica impidiendo la penetración en la base.

Tack coat o riego de liga *

Es un riego sobre carpetas existentes que se van a recapar o sellar y sirve para que el recapado o sellado quede ligado monolíticamente a la carpeta antigua.

Los asfaltos indicados para riego de liga son los RC-70; RC-250 y las emulsiones. Las cantidades a usar y métodos son iguales que para el fog-seal o sello negro.

* Tanto el fog-seal como el tack coat son adecuados para membranas asfálticas para curado del suelo-cemento.

Capas de protección

Hemos denominado capas de protección a cualquier tratamiento asfáltico que, por sus condiciones de mezcla o espesor, no aporta estructura al pavimento y sólo protege, por su gran resistencia a la acción abrasiva del tránsito y/o poder impermeabilizante.

Dentro de este concepto podemos considerar las siguientes capas de protección más usadas en nuestro país: sellos y tratamientos superficiales dobles o múltiples.

Sellos

Son tratamientos superficiales delgados utilizados para mejorar e impermeabilizar la textura superficial del pavimento asfáltico. Hemos dividido los sellos en dos tipos: sellos de agregado de penetración invertida; sellos de mezcla.

Sello de agregado de penetración invertida. Es una aplicación de asfalto recubierta con agregado generalmente de tamaño nominal 3/8" a N° 8. También este material puede ser arena de grano uniforme.

El *tratamiento simple* se podría considerar en esta categoría. Los asfaltos más usados para este fin son los siguientes:

Tipo	Aplicación
CA 120 - 150 RC - 3 000	Para TDP* sobre 100 N ₁₈ pistas urbanas de alta velocidad de vehículos livianos y/o trazados de fuertes pendientes y curvas cerradas.
RC - 250 RC - 800	Para TPD máximo 100 N ₁₈ Clima: Moderado y seco
Emulsión CRS-1 ó RS-1	Para TPD máximo 100 N ₁₈ Clima: frío y/o húmedo

*TPD = tránsito promedio diario; N₁₈ = carga equivalente a 18 000 libras por eje.

Sello de mezcla o lechada asfáltica. Es una capa delgada (6 a 10 mm de espesor) de mezcla de arena, relleno mineral (filler), agua y emulsión de quiebre lento. El agua se agrega en dosis de 8 a 14% y la emulsión en dosis de 15 a 22% referido al peso de los agregados, formando una lechada de consistencia cremosa.

El asfalto a usar es CSS-1 ó SS-1 para clima frío y CSS-1h ó SS-1h para clima caluroso.

Tratamientos superficiales dobles o múltiples

Son dos o más aplicaciones de asfalto alternadas con aplicaciones de agregados pétreos; generalmente su espesor es inferior a 2.5 cm. Son económicos, fáciles de construir y de larga duración. Como impermeabilizan la base, permiten que esta trabaje a su máxima capacidad en cuanto a soporte, aunque no aportan estructura al pavimento.

Están limitados para tránsito liviano y medio con un promedio diario máximo de 150 vehículos comerciales, o bien un TPD máximo de 200 N₁₈.

El agregado pétreo para cada aplicación debe ser granulométricamente lo

más uniforme posible y el tamaño máximo de cada aplicación sucesiva debe estar en proporción 1:1/2 respectivamente. El espesor total del tratamiento es aproximadamente igual al tamaño máximo nominal de la primera aplicación.

Los asfaltos usados son los siguientes:

Tipo	Aplicación
CA 120 - 150 RC - 3 000	Para TPD entre 100 a 200 N ₁₈ y/o trazados de fuertes pendientes y curvas cerradas. Clima: De preferencia caluroso.
RC - 250 RC - 800	Para TPD máx. 100 N ₁₈ Clima: Moderado y seco
Emulsión CRS-1 ó RS-1	Para TPD máx 100 N ₁₈ Clima: frío y/o húmedo

Capas colaborantes o estructurales

Las capas estructurales son las carpetas asfálticas que, por condiciones de mezcla y espesor, forman una estructura resistente computable en el diseño del espesor de un pavimento flexible.

Según el método constructivo las dividiremos en dos grupos: mezclas en sitio y mezclas en planta.

Mezclas en sitio

Se denomina mezcla en sitio a las carpetas asfálticas que se confeccionan mezclando el árido con un asfalto líquido en la misma faja del camino o en una cancha preparada ad-hoc mediante motoniveladores, rastras de discos, o con alguna maquinaria especial móvil que pueda efectuar el trabajo in situ.

Según el agregado pétreo, las mezclas en sitio, se dividen en: de graduación abierta y de graduación cerrada.

Las de graduaciones abiertas están formadas por agregado pétreo sin o con escasa cantidad de finos, con el objeto de que el porcentaje óptimo de asfalto sea bajo. Por estas causas resultan mezclas relativamente con alto contenido de huecos.

Se emplean como base asfáltica o capas intermedias y deben siempre cubrirse con una carpeta de graduación cerrada, o bien, con una capa de protección.

Los asfaltos líquidos más adecuados para estas mezclas son:

Tipo	Aplicación
RC - 250	Clima: templado, caluroso y hasta medianamente húmedo
Emulsión CSS-1 ó SS-1	Clima: Frío, templado y/o húmedo.

Las de graduación cerrada son mezclas densas formadas con agregado pétreo bien graduado y que contienen cierta cantidad de finos. La mezcla resultante, además de ser estable, debe tener poca cantidad de huecos (entre 3 a 5%). Se

emplean como carpetas de rodado y resisten mayor cantidad de tránsito que los tratamientos dobles.

Se sugiere restringir el uso de mezclas en sitio a un TPD no mayor de 260 N₁₈ y con un clima benigno.

Los asfaltos líquidos más usados para este tipo de mezcla son:

Tipo	Aplicación
RC - 250	Clima: Cálido y hasta medianamente húmedo Material: Poca cantidad finos bajo tamiz 200
MC - 250 MC - 800	Clima: Templado y medianamente húmedo. Material: Mediana cantidad finos bajo tamiz 200.
SC - 250 SC - 800 Bunker C	Clima: Esencialmente seco (desértico) Material: Alta cantidad de finos bajo tamiz 200
Emulsión CSS-1 ó SS-1	Clima: Frío, templado y húmedo. Material: Baja cantidad de finos bajo tamiz 200

El bunker C, que es lo que empleaban las grandes compañías mineras como combustible, fue aplicado por la Dirección de Vialidad en carpetas asfálticas tipo mezcla en sitio con gran éxito en el Norte del país, debido principalmente a las condiciones climáticas muy especiales de esa zona. Este combustible es equivalente a los asfaltos SC-250, por lo que su comportamiento es adecuado, tanto para los áridos como para el clima de esa región.

Posteriormente, las compañías mineras, por razones afines a ellas lo reemplazaron por el combustible fuel oil N° 5 y/o N° 6. Ante esta situación y además por la gran economía que implicaba el uso de este combustible con respecto a otros asfaltos, se recurrió a usarlo en las carpetas asfálticas.

El fuel oil contiene una mayor cantidad de aceites fluidificantes y una viscosidad muy inferior al bunker C, siendo equivalente a los asfaltos SC-70 que tienen aplicación de preferencia en riego de *matapolvo* o aceitados de carreteras. Las mezclas efectuadas con este combustible asfáltico son muy inestables durante el período de maduración que es muy prolongado (más de un año), produciéndose en esta etapa en la carpeta grietas de deslizamiento que forman una media luna creciente en el sentido del tránsito. Esta falla se ha observado en todas las carpetas efectuadas con el fuel oil en los caminos que tienen una densidad de tránsito más o menos importante.

En la carretera Panamericana Norte, sector Victoria-Zapiga, I Región, se efectuaron numerosas experiencias en el sentido de mejorar la estabilidad de estas carpetas incorporando RC-250 al fuel oil.

Las experiencias comprendieron diversos porcentajes de RC-250 referido a la mezcla, desde el 0% al 100%.

Con el 0% de RC-250 se repitieron las fallas ya anotadas a pesar de estar la mezcla en curamiento durante 60 a 75 días.

Con 35% de RC-250 se produjeron las mismas fallas, pero localizadas.

Con el 45 y 50°/o de RC-250, no se produjeron las fallas características, pero por el aspecto de la carpeta, está en observación el grado de oxidación.

Con 75°/o de RC-250, tanto la estabilidad, trabajabilidad, mojado y textura son óptimas.

Con el 100°/o RC-250, la estabilidad de la mezcla es muy alta, pero la trabajabilidad y cubrimiento es muy deficiente, quedando la carpeta superficialmente con deformaciones y asperezas.

La mala trabajabilidad y cubrimiento se debe a que los materiales de la Zona Norte generalmente contienen una fracción fina bajo tamiz N° 200 elevada y de una gran finura, además los granos más gruesos están envueltos con una película de finos coloides que dificultan tanto el cubrimiento de la fracción gruesa del material como la trabajabilidad de la mezcla.

Mezcla en planta

Se denomina mezcla en planta a las carpetas asfálticas que se confeccionan mezclando el árido con el asfalto en una usina o planta central que generalmente es de alto rendimiento y costo.

A modo de ejemplo, los modelos AK-40 de la Barber Green Brasileira, que son los de mayor capacidad que existen en el país, pero que no resisten parangón con las existentes en otros países, pueden rendir hasta 60 t/h de mezcla asfáltica.

Las mezclas en planta se emplean en carreteras de 1ª categoría, con alta densidad de tránsito y en zonas de cualquier clima: son las de mejor calidad y más alto costo.

Existen mezclas en planta en frío y en caliente, como así mismo, de graduación abierta y de graduación cerrada. En las en frío se usan asfaltos líquidos, por lo cual la mezcla se efectúa sin calentar los agregados y calentando el asfalto a una temperatura relativamente baja, sólo para obtener la viscosidad necesaria de mezclado. Los criterios para elegir el asfalto adecuado son los mismos que en las mezclas en sitio.

Las mezclas en planta en caliente son las de mayor estabilidad y durabilidad de todas las mezclas asfálticas y consisten en mezclar el agregado pétreo y el cemento asfáltico a alta temperatura (135° a 165°C), de tal modo que el agregado quede completamente seco y con una temperatura acorde a la del asfalto, con la cual éste alcanza la viscosidad adecuada para que en el proceso de mezclado se obtenga un cubrimiento perfecto.

Los cementos asfálticos más comunmente usados con los siguientes:

Pavimentos	Clima			
	Calido y seco	Calido y húmedo	Templado	Frío
<i>Carretera</i> Tránsito pesado y muy pesado	60 - 70	60 - 70	60 - 70	85 - 100
Tránsito liviano y medio	85 - 100	85 - 100	85 - 100	120 - 150
<i>Aeropuertos</i> Pista carreteo, des- pegue y estaciona- miento	60 - 70	60 - 70	60 - 70	85 - 100
<i>Calles</i> Tránsito pesado y muy pesado	60 - 70	60 - 70	60 - 70	85 - 100
Tránsito liviano y medio	85 - 100	85 - 100	85 - 100	85 - 100

BIBLIOGRAFIA

1. BARTH, E.J. *Asphalt science and technology*.
2. BROOME, D.C. *The testing of bituminous mixtures*
3. AASHTO, 11ª Edición, 1974.
4. ESCARIO, J.L. y ESCARIO, V. *Caminos, Tomo II*.
5. BARBER - GREENE, *Bituminous construction handbook*.
6. VALLE RODAS, R. *Calles, carreteras y aeropistas*.
7. THE ASPHALT INSTITUTE, MS-13. *Tratamientos asfálticos superficiales*.
8. THE ASPHALT INSTITUTE, MS-4. *Manual del asfalto*.
9. AMERICAN BITUMULS. *Cationic bitumuls*.