

NUEVAS TENDENCIAS EN LOS TRATAMIENTOS ASFALTICOS SUPERFICIALES

Por OLEGARIO LLAMAZARES GOMEZ

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Constituye este artículo una puesta al día de la técnica de los tratamientos superficiales, también llamados riegos asfálticos. Las nuevas tendencias respecto a la forma y tamaño del árido de cubrición, tipos de ligantes, viscosidad óptima de reparto y proceso de compactación, permiten obtener capas de rodadura para tráficos de hasta 2 000 vehículos/día. El autor expone y razona las recomendaciones esenciales para la aplicación de estos tratamientos.

1. Introducción.

Los tratamientos superficiales constituyen el revestimiento asfáltico más económico para carreteras de tráfico ligero o medio. Si bien no colaboran en la resistencia de la sección estructural del firme, protegen la base granular que de otro modo no podría conservarse, sometida a los efectos del tráfico y de los agentes atmosféricos.

Estos tratamientos son también una gran solución para mejorar las capas de rodadura deterioradas o corregir pavimentos deslizantes.

La Instrucción de Carreteras española (*) recomienda tratamientos superficiales en doble aplicación, incluso para las secciones tipo 1M (sobre base granular imprimada), que pueden soportar una IMD de 2 000 vehículos.

El resultado ha sido francamente bueno, tanto en países fríos como cálidos, cuando estos tratamientos se han aplicado con dosificaciones correctas y en circunstancias favorables de humedad y temperatura.

Aunque el tratamiento superficial es una unidad de obra barata y en apariencia sencilla, hay que extremar el cuidado en su ejecución y en la elección de los materiales apropiados para cada caso, ya que si no se corre el riesgo de tirar el dinero.

(*) Norma 6.1 - IC. Firmes y pavimentos flexibles.

En los últimos años, con el empleo en gran escala de las mezclas asfálticas en caliente, se ha cuidado mucho de seguir la evolución de esta técnica, dominada ya en España como fruto de una amplia experiencia nacional y un afán de perfección por parte de la administración y de la contrata.

Quizá en el tema de los tratamientos superficiales, por corresponder a pavimentos de menor calidad y coste, no se ha producido, en general, tal inquietud, y se aplican aún métodos tradicionales que no tienen en cuenta algunas de las mejoras introducidas últimamente en los países de técnica más avanzada.

Tal es el motivo que nos mueve a publicar este trabajo monográfico, en que hemos pretendido recordar algunos detalles importantes y exponer lo que parece más claro e interesante en el nuevo concepto de los tratamientos superficiales.

2. Características de los áridos.

Constituyen los áridos el esqueleto resistente del revestimiento superficial, y por ello deben ser lo suficientemente duros para no romperse bajo las cargas del tráfico. En las capas de estos revestimientos las condiciones del árido deben ser más exigentes que en las mez-

clasas asfálticas, y, en consecuencia, en las prescripciones técnicas se fija un coeficiente de Los Angeles inferior a 30, debiendo tender a emplear los yacimientos que ofrezcan el valor más bajo de este coeficiente dentro de un radio de distancia económica.

Otra característica, cada vez más importante por la preocupación de evitar a toda costa los pavimentos deslizantes, es el coeficiente de pulido que debe pasar de 0,45.

Cualidades favorables, desde el punto de vista de la naturaleza del árido, son también la homogeneidad y su adhesividad a los ligantes hidrocarbonados. No hace falta decir que el árido deberá estar seco y limpio.

El concepto de granulometría es completamente diferente en los tratamientos superficiales que en las capas de mezcla asfáltica. Si para éstas el árido debe responder a una curva granulométrica continua, para los tratamientos o riegos superficiales los elementos deben ser de tamaño lo más uniforme posible y con forma aproximadamente cúbica. Así se podrá conseguir una especie de microadoquinado, incrustado en una capa mínima de ligante y estabilizado por el acuñamiento lateral. Si se aplica un árido con fracción fina, ésta quedará en la parte inferior, cubriendo el ligante e impidiendo que éste retenga los elementos gruesos.

Desde el punto de vista funcional, con el árido de tamaño único — y lo más grande posible, dentro de lo que otras condiciones permitan — se obtiene el máximo contacto entre las cubiertas de los vehículos y la superficie de rodadura; se aumenta así el área de fricción y con ello la resistencia al deslizamiento, siempre, claro está, que el árido presente un alto coeficiente de pulido y la dosificación de ligante sea correcta.

El árido de un solo tamaño es, desde luego, más caro, ya que no podrán utilizarse las fracciones que, por arriba o por debajo, se salgan de unos límites bastante estrictos en el material obtenido en el proceso de machaqueo; pero la experiencia aconseja aceptar este coste adicional, que es compensado con creces por el mejor comportamiento y la mayor duración de la capa de rodadura. Además, con el aprovechamiento integral de los áridos en la normalización e industrialización a que debe tenderse, dados los grandes volúmenes de consumo y las especificaciones cada vez más exi-

gentes, se reducirán los costes de este árido uniforme.

Hay una tendencia — como acabamos de decir — a emplear árido del mayor tamaño posible. Cuanto más pequeño es el árido, más difícil es dosificar correctamente el ligante; por muy bien que se dosifique, se corre el riesgo de que refluya a la superficie y se formen manchas negras índices de la mala ejecución del tratamiento y zonas peligrosas de superficie deslizante.

El límite máximo se fija de modo que no se llegue a una rodadura incómoda o en la que el tráfico produzca un ruido excesivo; esta última es consideración especialmente aplicable a las vías urbanas. Más importante es la resistencia al desplazamiento por el tráfico. Con árido grande, el par que producen los esfuerzos tangenciales es grande, y con ello se arrancarán los elementos sobre todo si hay que abrir la calzada al tráfico antes de que se haya conseguido una gran sujeción.

Por ejemplo, en el caso de nuevas carreteras o de tratamiento de conservación en tramos en que es posible el desvío del tráfico o aplicar el riego por semianchos se puede llegar a árido de 20 milímetros. Este será un límite máximo. Cuando la carretera no puede cerrarse al tráfico, el tamaño más recomendable es el de 16 milímetros en dimensión media que corresponde al tipo unificado A 13/19 de las normas españolas (*).

El tipo inferior A 7/13 tiene ya el peligro, antes apuntado, de pasarse en la dotación de ligante.

El tamaño de 16 milímetros sería el llamado tamaño nominal. Una de las nuevas tendencias en los tratamientos superficiales, ya de bien probada eficacia para la obtención de una buena capa de rodadura, es ir a unas limitaciones estrictas para el deseado tamaño uniforme del árido. Estas limitaciones se definen del siguiente modo: si N es el tamaño nominal, el 60 ó 70 por 100 en peso del árido debe pasar por el tamiz que corresponde a la abertura N , y todo el árido quedar retenido en el tamiz con abertura $7/10 N$. El árido así obtenido permite una distribución más regular y estable y una dosificación más segura de ligante que las especificaciones granulométricas ASTM (*), en las que están inspiradas las normas españolas.

(*) Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes. Febrero 1965. (En revisión.)

Respecto a la dotación de árido hay que tener en cuenta que el volumen de éste que se necesita es el preciso para conseguir una capa de cubrición con el espesor de un elemento; claro que, no siendo éstos perfectamente cúbicos, tal espesor dependerá de la posición en que se coloquen. En todo caso, bajo el paso de los compactadores y también del tráfico en un período inicial, el árido tiende a colocarse en la posición de máxima estabilidad.

La experiencia indica que hay que considerar de un 5 a un 20 por 100 de exceso de árido sobre el volumen que se deduce del cálculo geométrico; se debe esto a las inevitables irregularidades del reparto y a que siempre una parte del árido es desplazada por el tráfico. Pero hay que cuidar de que el exceso de árido sea el mínimo, tanto para no encarecer el tratamiento como para evitar que el árido suelto, por falta de ligante que le retenga, pueda soltar a otro en principio sujeto. La rotura de parabrisas por árido desplazado ha sido por desgracia frecuente en algunos tramos, y esto es otra circunstancia que debe tenerse especialmente en cuenta para evitar excesos de dotación.

3. Tipos de ligante.

La misión del ligante es la impermeabilización de la capa sobre la que se aplica el tratamiento y, sobre todo, la sujeción del árido para mantener una superficie totalmente cubierta que resista el paso del tráfico.

Características fundamentales en el ligante son la viscosidad de aplicación, la adhesividad al árido, el período de curado, la susceptibilidad térmica, especialmente en lo que se refiere a las temperaturas extremas y la resistencia al envejecimiento.

Es esencial que el ligante mantenga una buena resistencia a las cargas del tráfico y a los agentes atmosféricos durante un largo período de servicio. Por ello no debe ser afectado por alteraciones debidas a pérdidas de aceites por evaporación, cambios de estructura o acción del oxígeno.

Entre los ligantes hidrocarbonados de aplicación en tratamientos superficiales hay que

considerar los dos grandes grupos: betunés asfálticos y alquitranes de hulla con sus bien conocidas ventajas e inconvenientes.

Los betunes de penetración son, por sus características reológicas, los que ofrecen más ventajas para la obtención de un revestimiento resistente, su rápida solidificación que asegura la sujeción del árido, el sellado más eficaz de la base o pavimento sobre el que se aplica el tratamiento y la gran cohesión que asegura el buen comportamiento de la capa con cualidades interesantes para su empleo en tratamientos superficiales. Claro que será preciso unas condiciones climáticas favorables, tiempo seco y de altas temperaturas, pues si no el ligante se solidificará demasiado pronto, antes de que haya sujetado al árido de cubrición.

De todos modos, el mayor inconveniente de los betunes de penetración es la dificultad de una distribución uniforme con la barra del tanque regador, lo que limita mucho su empleo.

Los betunes fluidificados del tipo RC presentan el problema de que el curado no es tan rápido como sería necesario, sobre todo en tramos de tráfico intenso, y hay peligro de desplazamiento del árido si la calzada no puede cerrarse a la circulación durante el tiempo suficiente. Salvado el problema del curado, estos ligantes son buenos, ya que el betún de base es relativamente duro —penetración, 80-100— y proporciona la necesaria cohesión para la estabilidad y duración del revestimiento.

El peligro de fragilidad a bajas temperaturas dio origen a la tendencia a emplear betunes residuales más blandos, contando con que al exponerse al aire en la capa superficial de rodadura, se produce un aumento del contenido de asfaltenos, y con ello se endurece el ligante (*). Desde luego, un betún blando tardará mucho más en alcanzar el punto de fragilidad que un betún duro, y con ello aumentará la vida del tratamiento. No puede soslayarse el inconveniente de la menor cohesión que se refleja en una menor resistencia de la capa a las cargas del tráfico, pero también hay que pensar en que las carreteras con tratamientos superficiales no deberán soportar tráfico muy pesado, y en ellas no se dan los problemas de

(*) Es un proceso parecido al que industrialmente se aplica a los asfaltos sopladados. En Rusia, con el soplado han llegado a rebajar la penetración 20 ó 30 puntos, que corresponde a un contenido de asfaltenos del 30 por 100.

(*) American Society for Testing and Materials.

repetición de ejes pesados y rigideces relativas de las capas de pavimento y base, que han motivado el empleo de betunes cada vez más duros en las mezclas asfálticas.

Se emplean generalmente los tipos RC-3, RC-4 y RC-5, dependiendo del tamaño del árido y de la temperatura ambiente.

En los *cut-backs* del grupo MC se agrava el problema de lentitud de curado que antes se apuntaba. En consecuencia, hay que disponer de un plazo mucho más largo de interrupción del tráfico; por ello se usan menos que los de curado rápido. Las únicas ventajas que presentan es que el período de extensión del árido y compactación es menos crítico y que el keroseno, incorporado como solvente, produce un efecto beneficioso en la capa asfáltica sobre la que se aplique el tratamiento, regenerándole y cerrando las grietas que se produjeron por envejecimiento de esta capa.

Otros ligantes que se emplean en los tratamientos son las emulsiones directas de betún que tienen la ventaja de que no suelen necesitar caldeo para la extensión. En caso de que fuera preciso reducir su viscosidad se calentarán como máximo a 50° C.

En condiciones favorables de temperatura y humedad, las emulsiones pueden sujetar el árido rápidamente. Hay el peligro del bombeo de la sección, y, sobre todo, las rampas y perrales donde por la fluidez del ligante puede éste correr sobre la calzada, acumulándose en puntos bajos y dando lugar a un reparto desigual de la dotación, con zonas en que el betún residual no sea suficiente para sujetar el árido, sobre todo si éste es de tamaño grande.

Los alquitranes de hulla tienen la ventaja de una buena penetración en las bases granulares—con lo que se puede suplir el riego de imprimación— y la adhesividad al árido de cualquier polaridad aunque esté húmedo. Su viscosidad depende de la proporción de aceites ligeros y su curado es más lento que el de los *cut-backs* de fluidez comparable.

El alquitrán es más susceptible a las temperaturas extremas y menos resistente al envejecimiento que se produce por la acción del aire y de la luz solar. Una nueva tendencia que podrá ampliar la aplicación del alquitrán en tratamientos superficiales es la adición de polímeros sintéticos de fácil dispersión en este ligante, principalmente el cloruro de polivinilo.

Con ello se aumenta la viscosidad y se disminuye la susceptibilidad térmica. Una de las ventajas de este alquitrán mejorado es que sujeta rápidamente el árido, evitando su desplazamiento con el peligro ya apuntado de rotura de parabrisas.

Actualmente en España se emplea muy poco el alquitrán en pavimentos de carreteras, pero, como crece la producción nacional y ya existen unas normas oficiales que definen diferentes tipos, es de esperar que pronto se ordene la fabricación y se obtengan productos de garantía para su utilización en tratamientos superficiales, que es uno de sus empleos específicos.

4. Fórmulas de dosificación.

Aunque los tratamientos superficiales o riegos asfálticos se emplean como capa de rodadura de carreteras y calles desde principio de siglo, las dotaciones de materiales se fijaron con muy poco rigor técnico hasta 1932, en que el ingeniero neozelandés F. M. Benson estudió el primer método de proyecto basado en:

- Las características y dotación del árido.
- Tipo y dosificación del ligante.

Es curioso que desde entonces los departamentos de carreteras de los países de la Commonwealth en Oceanía— Nueva Zelanda y Australia — han figurado entre los más adelantados en la técnica de los tratamientos superficiales, y sus especificaciones han servido de pauta incluso a las normas americanas de The Asphalt Institute.

En España, esta técnica se perfeccionó a partir de 1956. Los Servicios conocieron entonces las nuevas fórmulas francesas de los riegos monocapa, y esto, juntamente con las primeras recomendaciones del Gabinete Técnico de la Dirección General de Carreteras, contribuyó a que se empezaran a ver en nuestras carreteras tratamientos superficiales con dotaciones estrictas de ligante y una gravilla de buena forma que cubría por completo la calzada, ofreciendo una superficie de rodadura resistente, rugosa y clara, circunstancia esta última muy interesante para la buena visibilidad nocturna.

Sin embargo, esta técnica es aún poco conocida a nivel de los servicios municipales de vialidad de las pequeñas villas, donde se siguen

haciendo riegos con exceso de ligante, ya que es corriente la idea de que si el firme no queda negro es porque el contratista se queda con el betún.

La dosificación correcta y uniforme del ligante es quizá el punto más importante para la buena ejecución de un riego superficial; para un determinado tamaño de árido será preciso estimar el volumen de huecos de la capa extendida, ya que de éste depende después la dosificación del ligante.

Está comprobado que cuando se extiende el árido sobre la capa de ligante, su posición es muy irregular y el volumen de huecos es grande, pudiendo llegar hasta el 50 por 100; pero, después del paso del compactador y el efecto adicional del tráfico de los primeros días, se produce una variación en la orientación de los elementos que presentan entonces su menor dimensión según la vertical. Con ello se reduce el espesor de la capa y también el volumen de huecos, que baja a un 20 por 100. Esta proporción, que puede variar algo de acuerdo con la forma del árido, es sensiblemente independiente del tamaño de éste. En la figura 1 se puede ver la variación de orientación del árido a que antes nos referimos.

Este 20 por 100 de volumen de huecos será el que defina la dosificación de ligante — betún residual en el caso de *cut-backs* o emulsiones — con las oportunas correcciones por causas particulares que aconsejen aumentarle (áridos porosos, superficie irregular o desgastada del firme antiguo) o disminuirle (capa subyacente rica en betún, temperatura ambiente elevada, tráfico intenso).

Un árido muy poroso puede exigir dosificaciones adicionales de ligante de 0,15 Kg./m.². Si la capa asfáltica que se va a tratar está agrietada o pobre de ligante, los aumentos serán de 0,25 a 0,45 Kg./m.². En caso de que el trata-

miento se aplique sobre una base granular sin imprimación habrá que aumentar la dosificación de ligante en 0,50 ó 0,60 Kg./m.². Todas las cifras indicadas se refieren a betún residual.

Como orientación se define una fórmula media de dosificación de simple tratamiento superficial sobre capa de rodadura asfáltica o base granular imprimada:

1,6 Kg. de betún fluidificado, RC-4 (1,5 Kg. de betún residual).

18,0 litros de gravilla de 14/18 mm.

Si se empleara emulsión o *cut-back* de otro grado habría que ajustar la dotación de ligante de acuerdo con el betún residual.

En los estudios realizados por el ingeniero australiano Mac Leod, autor del método más completo de proyecto de tratamientos superficiales, se han considerado las diversas variables que afectan a la dosificación, tanto del árido como del ligante: condiciones de la capa a tratar, intensidad de tráfico, naturaleza y tamaño del árido.

Por su interés remitimos al lector a los valores tabulados de dotaciones unitarias que figuran en la publicación de referencia (*).

5. Ejecución de la obra.

El proceso de ejecución de un tratamiento superficial consta de tres operaciones: extensión del ligante, extensión del árido y compactación o cilindrado.

De nada serviría proyectar un tratamiento con la dosificación óptima de ligante si en su aplicación no se llegara a un reparto uniforme. Surge con ello, en todo su valor, el concepto de

(*) "Surface treatments. Summary of existing literature". Highway Research Board. Special Report núm. 96, 1968.

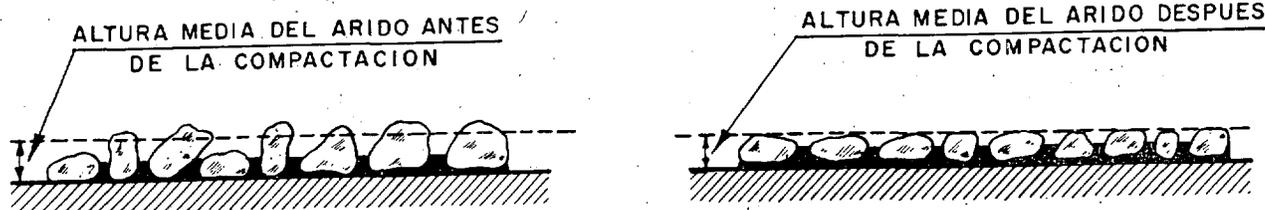


Fig. 1. — La figura muestra la disposición inicial del árido y la más estable que se consigue después de la compactación, con la menor dimensión en el sentido vertical.

GRAFICO DE TEMPERATURAS - VISCOSIDADES

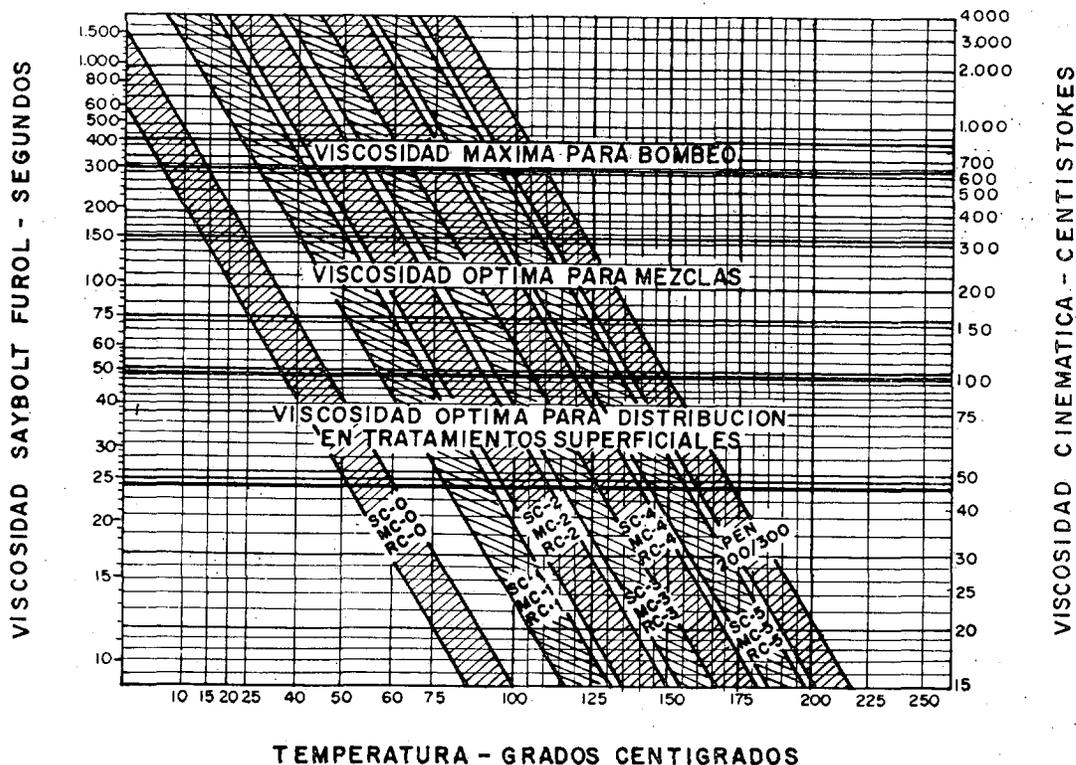


Fig. 2. — La uniformidad de aplicación del ligante depende de la viscosidad y, en consecuencia, de la temperatura. Con ayuda de este gráfico, propuesto por Mac Leod, puede obtenerse la temperatura óptima para los diferentes tipos de betunes.

viscosidad relacionado con la temperatura para cada tipo de ligante.

La viscosidad requerida, para que pueda hacerse una distribución uniforme con la barra del tanque regador, oscila entre veinticinco y cincuenta segundos Saybolt Furol, que equivalen a 50-100 centistokes. La temperatura correspondiente para el tipo de ligante elegido podrá determinarse con el gráfico de la figura 2.

Para la distribución es preciso emplear bombas de presión constante; las bombas centrífugas deben proscribirse, ya que con ellas la presión de aplicación variará con la carga piezométrica en el tanque y será menor a medida que éste se vaya vaciando.

Para que el árido se extienda de modo uniforme se emplearán repartidoras con abertura graduada de acuerdo con la dotación; la extensión deberá hacerse antes de transcurridos cinco minutos desde la aplicación del ligante.

La compactación puede hacerse con rodillos neumáticos o de llanta metálica; actualmente se admiten los dos tipos, y su elección depende de las circunstancias de cada caso.

Los rodillos neumáticos deben emplearse en carreteras viejas de difícil regularización superficial, en los que con llanta rígida se produciría un efecto de puente y quedarían partes mal compactadas. También están indicados cuando el árido de cubrición no sea muy duro.

Las nuevas tendencias en estos casos es emplear los dos tipos.

- 1.^a Fase con rodillo neumático autopropulsado.
- 2.^a Fase con rodillo tándem rígido.

En el caso contrario, calzada de gran regularidad superficial y árido muy duro, se puede invertir el orden de los rodillos.



Fig. 3. — Tratamiento superficial en una carretera secundaria. La cobertura total del árido da lugar a una capa más resistente, menos deslizante y con mejor visibilidad nocturna.

Para ambos tipos de rodillos, el peso mínimo debe ser cinco toneladas, y de tener que elegir uno sólo, será mejor el de neumáticos. La compactación se hará en sentido longitudinal, empezando por las márgenes de la calzada y acercándose al eje con solapos de la mitad del ancho del rodillo en las sucesivas pasadas. Desde luego, el período de compactación no se prolongará más de media hora después de la extensión del árido.

En los últimos años ha perdido interés el empleo de las rastras de cepillos. Se ha llegado a la conclusión de que sus inconvenientes son mayores que las ventajas, sobre todo por el peligro de que suelte árido, que de otro modo

quedaría sujeto. En todo caso, si se pasa la rastra será después de un cilindrado enérgico, con la seguridad de que sólo va a arrastrar el árido definitivamente suelto, que es un peligro latente para los parabrisas.

6. Tratamientos superficiales dobles.

Dentro de los riegos multicapa, los únicos que se proyectan prácticamente hoy son los dobles tratamientos superficiales, ya que un triple tratamiento equivale en coste a un revestimiento con mezcla asfáltica en frío y es preferible esta última solución.

Un doble tratamiento no es más que la superposición de dos tratamientos simples, con la particularidad de que el árido de la segunda capa debe ser menor.

En todo caso, para aplicar el segundo tratamiento, es preciso esperar a que el tráfico haya consolidado definitivamente el árido de la primera capa; o sea, que los elementos estén en su situación de equilibrio como antes se indicó. Entonces se barrerá la superficie y se procederá a la segunda aplicación.

Para la segunda aplicación tiene ventajas la emulsión por la facilidad de penetración entre el árido del primer tratamiento y sujetar más éste entre sí y con el de la segunda extensión.

A título de ejemplo definimos una fórmula media de doble tratamiento superficial:

1.^a aplicación:

1,8 Kg. de emulsión al 60 por 100 (betún residual, 1,08 Kg.).

17 litros de gravilla de 14/18 mm.

2.^a aplicación:

1,3 Kg de emulsión al 60 por 100 (betún residual, 0,78 Kg.).

12 litros de gravilla de 8/12 mm.

En caso de que se empleen betunes fluidificados, las dosificaciones se fijarán según el tipo elegido, de modo que se llegue a la cantidad de ligante residual arriba indicada (*).

(*) Para la dosificación en un caso concreto puede consultarse la tabla 6 del método de Mac Leod, *HRB Special Report 69* antes citado, pág. 93.

7. Observación e investigación.

La observación sistemática de los tratamientos superficiales en carreteras de diversas características ambientales y de tráfico, juntamente con ensayos en el laboratorio y obra serán muy útiles para el perfeccionamiento de esta técnica de capas asfálticas económicas, desde luego notablemente mejoradas en los últimos años.

Las características óptimas de los materiales y los detalles esenciales de la ejecución siguen siendo objeto de investigación para llegar a una mejor calidad y una mayor economía de los tratamientos superficiales.

Este interesante estudio puede centrarse en una serie de puntos que indicamos a continuación:

— Mejora de la adhesividad entre áridos y ligantes.

— Correlación entre propiedades reológicas del ligante y su comportamiento en la capa de rodadura.

— Tamaños óptimos del árido en relación con el tráfico del tramo.

— Relación entre los dos tamaños de áridos de la primera y segunda aplicación de un doble tratamiento.

— Sistemas o equipos para la producción económica de los áridos prescritos, o sea, de tamaño único.

— Métodos para la elección de los ligantes más convenientes para cada caso concreto.

— Tipos de compactadores y números de pasadas para conseguir la buena orientación y acuíñamiento del árido.

* * *

En el presente trabajo se ha pretendido exponer el estado actual de la técnica de tratamientos superficiales, capas de rodadura económicas en el caso de que se apliquen en buenas condiciones. Para esto es preciso tener en cuenta todas las modernas mejoras en esta unidad de obra: limitaciones estrictas del tamaño del árido, empleo de ligantes apropiados, modificados por aditivos si procede, viscosidad crítica de aplicación para un reparto uniforme y compactación con medios adecuados en una fase corta que no permita la solidificación del ligante.

Los peligrosos problemas de deslizamiento exigen una fuerte rugosidad geométrica que se mantenga durante el período de servicio, y para ello es fundamental la elección de la naturaleza del árido y la dosificación de ligante.

La mayor parte de nuestra red tendrá por muchos años como capa de rodadura estos tratamientos superficiales, dobles o simples. Serán suficientes si se aplican bien, y para ello es preciso que se conozcan las últimas normas de la técnica. Así se garantizará la rentabilidad de las inversiones destinadas a esta importante capa de la calzada.