

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES, AVANCES CON LAS DETERMINACIONES EN EL MÉTODO MoDOT T 72

H. Gerardo Botasso⁽¹⁾
Oscar R. Rebollo⁽¹⁾,
Cecilia J. Soengas⁽¹⁾
Christian Piermaria⁽¹⁾
Carlos Del Pozo⁽²⁾

⁽¹⁾LEMaC

Centro de Investigaciones Viales Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata, Buenos Aires, Argentina.
lemac@frlp.utn.edu.ar

⁽²⁾PROBIAR - Productos Bituminosos de Argentina S.A.
Cañuelas, Buenos Aires, Argentina
carlos.delpozo@probiar.com.ar

Resumen

En la Argentina, los tratamientos superficiales se utilizan para mejorar las características de la superficie de rodaje en caminos de bajo tránsito.

La estructura de tales tratamientos no es el resultado de consideraciones científicas sino de observaciones y experiencias prácticas realizadas en este y en numerosos países desde hace más de 80 años.

Se encuentran hoy en día varios métodos de dosificación, los cuales poseen particularidades que los hacen utilizables en algunos países y menos en otros. En Argentina el método más difundido es el propuesto por el Ing. E. L. Tagle.

El control de calidad de los tratamientos superficiales, es un punto a considerar en el desarrollo de la tecnología de laboratorio en Argentina.

Es de interés encontrar una metodología que en el diseño permita cuantificar la resistencia a la abrasión de estas capas, a fin de tener valores orientadores en la dosificación final.

El ensayo de Raspado de Superficie Bituminosa, extraído del MISSOURI DEPARTMENT OF TRANSPORTATION CONSTRUCTION – MATERIALS – Test Método MoDOT T 72, puede ser uno de los medios para evaluar, y controlar los tratamientos superficiales en cuanto a los contenidos mínimos de emulsión. Para la determinación de contenidos máximos se desarrollará en una segunda etapa el método SCMM3 sometiendo las muestras al ensayo de Wheel Tracking Test.

El presente trabajo muestra los avances de este método en el LEMaC, Centro de Investigaciones Viales, a modo de contribución para su inclusión en un proceso normativo. Se realizan ajustes al método a fin de lograr mayor precisión en la ejecución del ensayo.

INTRODUCCIÓN

Las principales consultas en cuanto a definición de tratamientos superficiales se realizaron en los siguientes documentos:

- *Tipos de Tratamientos Superficiales por “The Asphalt Institute” de Estados Unidos de Norte América.*

- *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la Dirección Nacional de Vialidad de la República Argentina*. Tratamiento Bituminoso Superficial Tipo Simple: Este trabajo consiste en un riego de material bituminoso, seguido de una distribución de agregado pétreo que puede incluir un riego adicional de material bituminoso si así se indica en la especificación particular. El riego adicional es definido en la Sección D.III Tratamiento Bituminoso Superficial de Sellado. Además se distinguen los tratamientos superficiales dobles y triples.

- *Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras (PG - 3)*.

- *Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes de la República del Ecuador*.

- *Laboratorio Central Des Ponts et Chaussées, República Francesa*: El tratamiento superficial es una capa de rodamiento delgada constituida por la superposición alternada de una (ó varias) capa (s) de ligante hidrocarbonada y de una (ó varias) capa (s) de pedregullo. Se distinguen cinco tipos de tratamiento: tres monocapa, un bicapa y un tricapa. Además por su función en servicio, se pueden dividir en: Tratamiento como capa de rodamiento de calzada nueva o reforzada y Tratamiento como capa de rodamiento de mantenimiento.

En referencia a las definiciones citadas, se ha optado por clasificar a los tratamientos superficiales como aquella sucesión de riego bituminoso seguido de una distribución de árido pétreo con características definidas apuntando a la utilidad en servicio. La elección del tipo de tratamiento y las características del mismo, está condicionada por la disponibilidad y calidad de materiales cercanos a la obra, el tránsito que recibirá, el tipo de base a ser protegida y las condiciones climáticas del lugar.

Para su colocación, existen restricciones principalmente climáticas y del tipo de base a tratar. En climas húmedos, lluviosos y/o con heladas, es recomendable hacer tratamientos simples por su función impermeabilizante, ejecutados en época de primavera – verano. Los tratamientos dobles y triples, son utilizados principalmente con tránsitos elevados. Como ejemplo para un tratamiento simple, la cantidad de vehículos diarios (compuesto principalmente por autos de pasajeros) es de 300 vehículos/día, para uno triple 700 vehículos/día. Cuanto más tránsito, mayor será el tamaño del agregado, más fluido el ligante asfáltico utilizado y la cantidad de éste será inferior comparado con un tránsito más débil. Según la función se pueden distinguir tratamientos con y sin agregados pétreos. Sin agregado pétreo podemos definir a los paliativos de polvo, imprimación, liga y sellado, comúnmente llamados riegos; con incorporación de agregados pétreos se tiene los tipos conservativos, secativos, antideslizante, simple, doble y triple.

Los agregados pétreos utilizados en tratamientos superficiales, deberán cumplir características intrínsecas como resistencia al desgaste (pudiéndose valorar con el ensayo de Micro Deval), al choque (ensayo Los Ángeles), al pulimento (ensayo de pulimento acelerado) y características para su fabricación como granulometría (dependerá su elección de acuerdo al pliego de especificaciones particulares), forma (ensayo de lajosidad y cubicidad), limpieza (ensayo de polvo adherido), adhesividad (ensayo de inmersión de agua y placa Vialit) y relación vía seca/ vía húmeda del pasa tamiz 75 μm (Nº 200).

En el caso de utilizar emulsión asfáltica como ligante, se deberán realizar ensayos propios como compatibilidad árido ligante (ensayo de Recubrimiento y Resistencia al agua para el caso de emulsiones de rotura rápida y, mezcla con agua y arena silíceas para el caso de emulsiones de rotura media). Esta emulsión podrá ser convencional o modificada, siendo esta última la más recomendable por las propiedades ya conocidas de los ligantes modificados. Las emulsiones catiónicas, son las más utilizadas por su gran afinidad con la mayoría de los agregados pétreos y porque en su corte o rompimiento, se presenta un proceso físico-químico adicional. Entre los distintos tipos de corte que cuentan las emulsiones, se utilizan las rápidas

o medias, dependiendo de la cantidad de partículas finas del agregado pétreo y/o si las condiciones climáticas lo permiten.

Por lo general, las características principales que deben cumplir las emulsiones, son buena viscosidad (ensayo Salbolt Furol a 25 o 50 °C dependiendo del tipo de corte de la emulsión), homogeneidad en el tiempo (ensayo de residuo sobre el tamiz 0,85 µm - N° 20 y ensayo de asentamiento) y residuo asfáltico (ensayo de destilación del residuo asfáltico e hidrocarburos destilables), a su vez a este residuo se le solicita que tenga buena penetración y ductilidad para asegurar una buena adhesividad y compatibilidad con los áridos (estas propiedades se evalúan mediante ensayos sobre el residuo obtenido de la destilación).

Se puede decir además que para un correcto funcionamiento de los tratamientos superficiales, éstos deberán ejecutarse siguiendo los siguientes criterios de diseño y formulación:

- Si el tratamiento se coloca sobre una base llevará dos tipos de riegos iniciales. Por un lado el riego de imprimación y por otro el riego propio del tratamiento. El riego de imprimación se colocará de una sola vez, y su dotación será de entre 0,4 y 0,9 l/m² de residuo asfáltico según sección D.II. del Pliego de Especificaciones Técnicas General de la Dirección Nacional de Vialidad de Argentina. Mientras que el riego propio del tratamiento, se calculará con los métodos que se expresan en el próximo apartado y se podrá colocar en dos etapas, el 60 % aproximadamente antes del esparcimiento del árido y el otro 40% después de esparcida la capa de árido respectiva.

- Si el tratamiento se coloca sobre una capa asfáltica existente, llevará sólo el riego del tratamiento propiamente dicho y su dotación de acuerdo a las características y métodos de indicadas con anterioridad.

- Se define además, que todo tratamiento superficial llevará una capa de sellado, como la especificada en la sección D.III del Pliego de Especificaciones Técnicas General de la Dirección Nacional de Vialidad de Argentina. Este sellado consistirá en recubrir al tratamiento propiamente dicho con un riego de emulsión asfáltica adicional, fuera de la dotación calculada para el tratamiento, de entre 0,4 a 0,9 l/m² de residuo, con una dotación de agregado de entre 3 a 7 l/m². La especificación presenta tres curvas granulométricas de agregado fino para realizar este sello, y en base al tamaño de este agregado, se especifica la respectiva dotación.

- La tecnología de ejecución será especificada en la sección de construcciones, y será parte de una segunda presentación.

Para determinar las cantidades de ligante asfáltico y agregado a utilizar, existen diversos métodos, basados fundamentalmente, en resultados y observaciones prácticas.

Se puede decir que las estrategias a seguir en el diseño y valoración de un tratamiento superficial son:

- Determinar las primeras dotaciones de áridos y de emulsión con los métodos de dosificación habituales, lo cuales se describirán y analizarán en el apartado, recomendando los autores uno de los métodos.

- Valorar el tiempo de corte de la emulsión basado en la norma ASTM D 7000 - 04 “Método de Ensayo Normalizado para el Test de Barrido de Tratamientos Superficiales de Emulsiones Bituminosas”, en donde se puede estimar el tiempo de apertura al tránsito.

- Valorar el contenido mínimo de ligante para una determinada dotación de áridos mediante el método MoDOT T 72 “Ensayo de raspado de superficies bituminosas” del Departamento de Materiales de Construcción del estado de Missouri, en donde en base al por ciento de pérdidas se pueda establecer el entorno mínimo de la dotación de emulsión y de áridos.

- Las limitaciones, en cuanto a porcentaje de pérdida por metro cuadrado, es especificado en la Sección 409 “Capa de Sellado” del MoDOT Seal Coat. Allí se pueden observar, para las diferentes graduaciones, el porcentaje de pérdida admisible sobre el sellado que conforma

cualquier tipo de tratamiento. Estas pérdidas admisibles, son adoptadas en el presente trabajo como valores arbitrarios ya que en la Argentina no se cuenta con dichas especificaciones y deberán ser ajustadas.

- Valorar la dotación máxima de emulsión en un tratamiento superficial mediante el denominado “Ensayo de desempeño Simulador de Carga Móvil Modelo de tercera escala (SCMM3) con muestras sometidas al ensayo de Wheel Tracking Test” TRB Annual Meeting and Publication in the Journal of the Transportation Research Board. 2008. Este tema será desarrollado en una segunda parte del trabajo.

MÉTODO DE DOSIFICACIÓN

Como se comentara, existen diversos métodos de dosificación, los cuales se describen a continuación:

- Método teórico: Utiliza agregado de un solo tamaño (una sola medida) que se distribuye sobre el riego asfáltico, rellena aproximadamente el 50 % del volumen total de la capa. Después del rodillado o aplanado, los agregados se acomodan, recubriendo el 70 %. Al recibir la acción del tránsito, se reorientan presentando su menor dimensión en sentido vertical, cubriendo el 80 %, o sea, queda un 20 % de espacios vacíos. Para obtener buena adherencia y lograr un buen comportamiento, el cemento asfáltico deberá llenar el 60 % del 20 % de vacíos para un tránsito intenso, y un 70 % para poco tránsito (Estas condiciones son teóricas y con agregados de cubicidad perfecta).

- Método práctico: Es el más usado en Argentina para el diseño de tratamientos simples y múltiples. Primero se dosifica el agregado y luego en función de éste el ligante asfáltico. Para dosificar el agregado se utiliza una tela o un tablero de madera de 1 m², cuya superficie se cubre con el mismo, sin que haya superposición de agregados. Luego se recoge el total del agregado distribuido y se mide su volumen. Se obtiene así el dosaje de agregados en l/m² realizando un promedio de varias determinaciones. A éste se le suma del 5 % al 10 % para compensar pérdidas en obra. Luego se dosifica el asfalto residual, que para un tratamiento simple se toma el porcentaje mínimo necesario que establece la experiencia para la obtención de buenos resultados, que es aproximadamente el 9 % con respecto al volumen de agregado a utilizar. A dicha cantidad se le agrega la correspondiente al riego adicional (0,5 l/m²). También se puede calcular con el 10 % del volumen, incluyendo de esta forma el riego adicional. Las dosificaciones del asfalto residual, deberán ser ajustadas a las reales condiciones de cada obra. Es decir, se deberá tener en cuenta el estado de la superficie a tratar (envejecida, fisurada, agrietada o seca), si los agregados están sucios, polvorientos o si son porosos, importancia del tránsito (poco tránsito, aumentar la cantidad de ligante; mucho tránsito, disminuir), condiciones climáticas locales y estado de la maquinaria a emplear.

- Métodos empíricos de cálculo: Existen diversas fórmulas empíricas, producto de la observación y de resultados prácticos. No siempre resulta posible su aplicación debido a los diversos parámetros a tener en cuenta, por esto los resultados no son confiables, por lo que están sujetas a muchas objeciones. A continuación se detallan algunos métodos.

1 - Método del Centro de Investigación de Carreteras (Bélgica).

2 - Método de Linckenhyl o regla del décimo.

3 - Método de McLeod.

4 - Regla del Ing. E. F. Tagle, comúnmente denominada 9 - 5 - 3.

Este método determina la cantidad de ligante en los tratamientos simples, dobles y triples, en función de las cantidades y características granulométricas de los agregados pétreos a emplear. Ha sido uno de los métodos de mayor aplicación en el país y el cual ha sido elegido para el presente trabajo. Las premisas a tener en cuenta son: no se contempla la dosificación

de sellado y retratamientos; la base es suficientemente estable y sin exceso de material bituminoso imprimado; los agregados pétreos son de una cubicidad aceptable; la cantidad de agregado pétreo en los tratamientos tipo simple no excede en más de un 20 % de la necesaria para cubrir la superficie a tratar; sobre los tratamientos tipo doble y triple se aplicará un riego de sellado a razón de 0.7 l/m² de emulsión bituminosa. El método se basa en los siguientes lineamientos:

- a) La cantidad de agregado pétreo, tiene en cuenta el método práctico pero en vez de utilizar 1 m² usa ¼ de m², el mismo puede ser un tablero o tela.
- b) La cantidad de material bituminoso, expresada en volumen de cemento asfáltico, reducido a 15,5 °C de temperatura, está relacionada con el volumen del agregado pétreo suelto, por los porcentajes expresados en la Tabla 1

Tabla 1: Regla de Tagle

Tratamiento Tipo	Aplicación Bituminosa	Relaciones	Porcentaje
Simple, Doble y Triple	Total	Betún –Piedra (en volumen de agregado suelto)	9
Doble y Triple	1º Riego	Betún - Tamaño Máximo Efectivo ⁽¹⁾ (del agregado grueso)	5
Triple	2º Riego	Betún - Agregado Grueso (en volumen de agregado grueso)	3

⁽¹⁾ Se entiende por tamaño máximo efectivo de un agregado, el número de milímetros correspondientes al valor del 80 % en su curva granulométrica de porcentajes en peso que pasan

- c) Cuando en vez de cemento asfáltico se emplean emulsiones bituminosas, será necesario aumentar las cantidades en forma de igualar el contenido de cemento asfáltico calculado.

DISEÑO DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL

De los métodos de dosificación analizados y luego de verificar cada uno de ellos, se optó por elegir el propuesto por el Ing. Tagle. Para el presente trabajo y continuando con las experiencias anteriores en el LEMaC, se realizó un tratamiento simple. La metodología utilizada se puede sintetizar de la siguiente forma:

El método MoDOT T 72 del estado de Missouri, propone como base del tratamiento superficial, la utilización de un fieltro asfáltico. En este caso se ha optado por utilizar un estabilizado granular como base, a efectos de simular las condiciones de obra, generando una superficie idéntica a la calzada con un valor soporte superior a un 80 %. El espesor de esa base es de 5 cm.

Los elementos que componen la ejecución del tratamiento simple, se grafican en la Figura 1

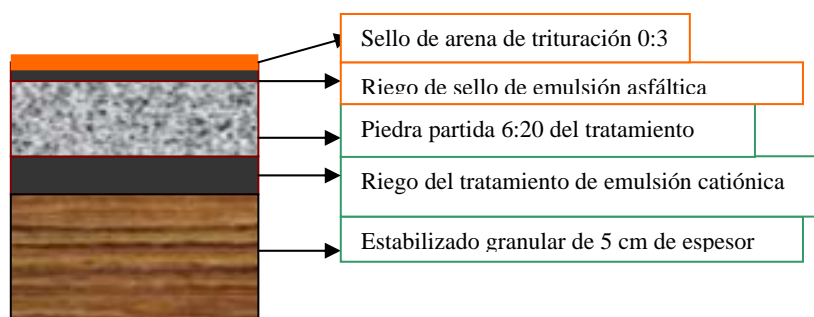


Figura 1: Esquema del tratamiento superficial simple

Diseño del estabilizado granular

Se utilizó suelo seleccionado tipo A - 4 de la clasificación HRB y como agregado una piedra granítica partida 6:20 a fin de cumplir con la curva granulométrica establecida en la Sección C.II “Bases o Sub-Bases de Agregado Pétreo y Suelo” del Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la Dirección Nacional de Vialidad. Se detalla en la Tabla 2, la exigencia del Pliego y las características del material utilizado. El estabilizado granular, representa una base típica de secciones convencionales de la red vial Argentina.

Tabla 2: Estabilizado granular de la base

Tamices IRAM	Porcentajes que pasan	
	Pedregullo de roca o grava a utilizarse como Base	
	Pliego	Material utilizado
38 mm (1 1/2")	100	100
25 mm (1")	70 – 100	100
19 mm (3/4")	60 – 90	99
9.5 mm (3/8")	45 – 75	63
4.8 mm (N° 4)	30 – 60	52
2 mm (N° 10)	20 – 50	38
420 µm (N° 40)	10 – 30	22
74 µm (N° 200)	3 – 10	11
Límite Líquido (%)	< de 25	20
Índice Plástico	< de 4	3
Valor Soporte (%)	> de 80 (1)	92
Sales Totales	< de 1.5	0.2
Sulfatos	< de 0.5	0.1
Ensayo Próctor	Densidad Seca Máxima (g/cm ³)	2.236
	Humedad Óptima (%)	6.6

Diseño del tratamiento superficial

Como se comentara, para la dosificación se empleó el método del Ing. Tagle. Las características de los materiales componentes se detallan a continuación:

Agregado. Piedra Partida 6:20

La misma proviene del Sur de la provincia de Córdoba. Los análisis que a continuación se detallan fueron realizados por exigencias de Pliego y algunos otros por contribuir un gran aporte para su selección, como por ejemplo el análisis petrográfico. Del mismo se desprendió que el agregado utilizado corresponde a una Arenita Feldespática, en la Tabla 3 y el Figura 2, se pueden visualizar la composición mineralógica.

Tabla 3: Composición del agregado

Cuarzo	Feldespato Potásico	Plagioclasa	Piroxeno	Otros
%	%	%	%	%
11	31	45	9	4



Figura 2: Minerales de Roca

Peso Específico y Absorción: Peso Específico: 2.719 gr/ cm³ y Absorción: 0.524 %
 Pasa Tamiz N° 200: La exigencia, en el apartado D.I 2 Materiales en el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la Dirección Nacional de Vialidad, dice que si el material que pasa el tamiz 75 µm (N° 200) por vía húmeda es mayor del 5 por ciento respecto

al peso total de la muestra, la cantidad de material librado por el tamiz de 75 μm (N° 200) en seco, deberá ser igual o mayor que el 50 por ciento de la cantidad librada por lavado. Los resultados obtenidos fueron: Vía Húmeda: 3.9 % y Vía Seca: 4.2 % por lo cual, cumple con lo antes mencionado y no es necesaria la utilización de emulsión asfáltica de corte medio.

Polvo Adherido: Este ensayo está referido a la cantidad de material inerte que contiene el agregado mineral, el resultado fue de 1.1 ml siendo aceptable el valor ya que para piedra partida o pedregullo, el máximo admisible, según la norma de ensayo VN – E68 – 75 de la Dirección Nacional de Vialidad, es de 2,0 ml.

Granulometría: La elegida para confeccionar la curva granulométrica, fue la estipulada por la Norma IRAM 1684/74 Agregados para Tratamientos Superficiales Bituminosos, Simples y Múltiples, denominada como D (19 a 9.5). En la Figura 3 se puede visualizar

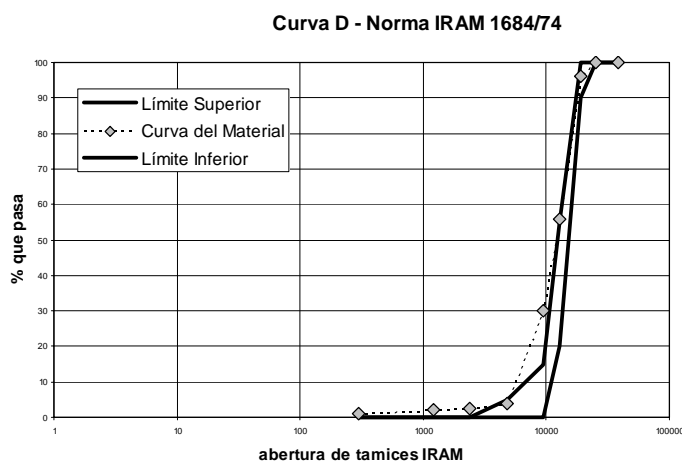


Figura 3: Granulometría del agregado

Material Bituminoso

Se utilizaron dos tipos de emulsiones de corte rápido, una convencional, denominada CR – 62 y otra modificada, denominada CR – 65M En la Tabla 4 se pueden apreciar las características de las mismas. Para la realización del riego adicional, o sellado, se utilizaron las mismas emulsiones.

Tabla 4: Caracterización de la Emulsión Convencional y modificada

Ensayos	Unidad	Resultado	Norma
De la emulsión			
Residuo Asfáltico	(%) en peso	62.3	IRAM 6719
Viscosidad SSF	SSF	19	IRAM 6721
Asentamiento	(%) en peso	1.0	IRAM 6716
pH de la emulsión	----	----	NLT 195/92
Residuo tamiz 20	(%) en peso	0.05	IRAM 6717
Recub. y Resist agua	----	99	IRAM 6679
Del residuo asfáltico			
Penetración	0.1 mm	71	IRAM 6576
Visc. Brookfield	Poise	1920	IRAM 6837
Punto de Abland.	°C	48	IRAM 6841

Ensayos	Unidad	Resultado	Norma
De la emulsión			
Residuo Asfáltico	(%) en peso	65	IRAM 6719
Hidrocarburos	(%) en volumen	0	IRAM 6719
Destilables			
pH de la emulsión	----	2.2	NLT 195/92
Viscosidad SSF	SSF	18	IRAM 6721
Asentamiento	(%) en peso	1.2	IRAM 6716
Residuo tamiz 20	(%) en peso	0.042	IRAM 6717
Sup Rec Res al agua	----	100	IRAM 6679
Del residuo asfáltico			
Penetración	0.1 mm	70	IRAM 6576
Visc Brook. a 60 °C	Poise	2180	IRAM 6837
Punto de Ablan.	°C	48.9	IRAM 6841
Recup Elást Torsión	Por ciento	20	IRAM 6830

PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Para confeccionar las probetas se decidió utilizar el molde del ensayo de WTT (Wheel Tracking Test) de 30 cm de lado por 5 cm de espesor. Primero se colocó el estabilizado granular a la humedad y densidad óptima, compactándolas con el martillo neumático (utilizado también para la compactación de las probetas de WTT).

La dosificación y confección del tratamiento superficial, para someterlo al ensayo de barrido, se realiza siguiendo la metodología propuesta por el Ing. Tagle. En la Tabla 5 se muestra la dosificación obtenida teniendo en cuenta el peso por unidad de volumen del agregado y sin tener en cuenta las pérdidas ya que éstas son valoradas más para obra que para laboratorio.

Tabla 5: Dosificación del tratamiento

Agregado (para un m ²)		Ligante (9 % del volumen de agregado)
Kilogramos	Litros	
16,464	10,728	1,1 litros/ m ²
PUV = 1,535		

La cantidad de ligante lograda, debe ser afectada por el residuo asfáltico de cada emulsión. La experiencia de trabajos en obras de la región bonaerense, lleva a considerar que ejecutando el riego de tratamiento propiamente dicho en una sola aplicación, resulta suficiente para actuar como riego de imprimación y riego de tratamiento.

Ejecutar tratamientos superficiales con estos dos riegos, forma exudaciones de ligante en los mismos. Además, como se indica en la Figura 1, se dota a todo tratamiento con un sello asfáltico, el cual cumple la función de cubrir superficialmente al árido y completar la dotación de ligante requerido como así también rellenar los intersticios y formar el correspondiente mástic asfáltico.

La dosificación del sellado asfáltico, se efectúa teniendo en cuenta la relación especificada en la sección D.III del Pliego de Especificaciones Técnica Generales de la Dirección Nacional de Vialidad de la República Argentina de acuerdo a la granulometría fina. En la Tabla 6 se muestra la dosificación del sello de acuerdo a la curva granulométrica de la curva C para una arena de trituración utilizada 0:3 y teniendo en cuenta la relación betún agregado estipulada:

Tabla 6: Dosificación del sello

Agregado (para un m ²)	Ligante (0,10 litros/ m ²)
Litros	
3	0.48
PUV = 1,607	

La secuencia de preparación de las muestras es la siguiente: Colocación y compactación del estabilizado granular. Colocación del riego de emulsión del tratamiento. Distribución del árido antes del corte de la emulsión. Compactación con el pisón propuesto por el método MoDOT T 72. Colocación del riego de sellado asfáltico. Distribución del árido de sellado antes del corte de la emulsión.

La probeta así confeccionada se deja en ambiente de laboratorio durante 24 horas para luego someterla al ensayo de barrido. La figura 4, muestra la secuencia antes descrita:



Figura 4: Secuencia de preparación de las muestras

RESULTADOS Y EVALUACIÓN DEL TEST DE BARRIDO

El test se realiza sobre distintos especímenes con las siguientes características:

- Se mantuvo constante la dotación de árido 6:20 del tratamiento propiamente dicho.
- Se conservó la dosificación del sello siempre con el mismo contenido de emulsión y árido.
- Se utilizaron distintos tipos de emulsiones asfálticas catiónicas rápidas, una convencional y una modificada, como se indicara en la Tabla 4.
- La variación del tipo de emulsión, se efectúa tanto en el riego del tratamiento como del sellado.
- El porcentaje óptimo de emulsión convencional o modificada, determinadas por el método del Ing. Tagle, fue valorada por el test de barrido.
- Se realizaron solo para el riego del tratamiento propiamente dicho, variaciones en la dotación de emulsión de +/- 15 % en peso, respecto del óptimo calculado.

En la Figura 5 se aprecian las muestras antes y luego del test de barrido, la máquina de ensayo Hubbart N – 50 donde fueron sometidas al barrido.



Figura 5: Barrido de las muestras

Para poder calcular el porcentaje de la pérdida en peso de las muestras, se utilizó la fórmula 1

$$P (\%) = (P_i - P_f) / (P_i - P_{me}) \cdot 100 \cdot 1,7034 \quad (1)$$

Donde:

P_i es el peso del molde más el estabilizado mas el tratamiento superficial antes del barrido

P_f es el peso del molde más el estabilizado mas el tratamiento superficial después del barrido

P_{me} es el peso del molde más el estabilizado

El coeficiente 1,7034 corresponde al área no afectada por el barrido del cepillo, teniendo en cuenta el tipo de máquina de ensayo utilizada.

Los resultados promedios obtenidos de los ensayos, están volcados en el Gráfico 4.

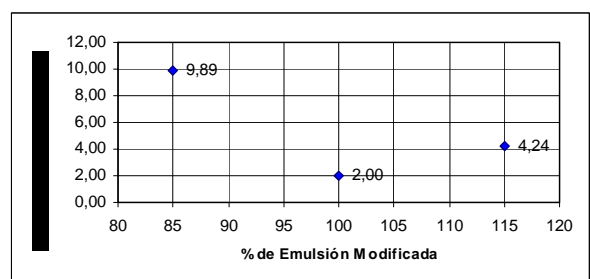
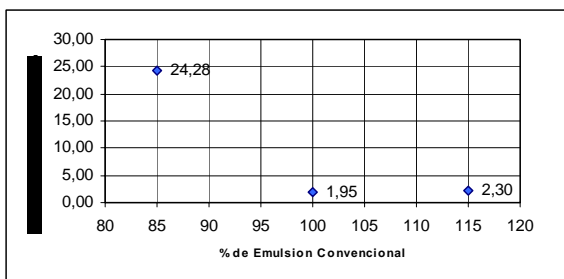


Gráfico 4: Variación en las pérdidas por barrido en función del contenido de emulsión

Como puede apreciarse, la metodología adoptada por lo autores para valorar la eficiencia del Ensayo de barrido, arriba a conclusiones razonables teniendo en cuenta las especificaciones de la sección 409, las cuales exige que cómo máximo se debe tener una pérdida del 15 % en peso. Además se hace notar que las emulsiones modificadas a pesar de tener una pérdida razonable luego del barrido, son más propicias para la utilización de un tratamiento debido a las características conocidas del ligante base.

CONCLUSIONES

- La dosificación de los tratamientos superficiales se puede realizar con cualquiera de los métodos vistos siempre que se tengan en cuenta las características de los materiales disponibles, las condiciones climáticas del lugar y el tipo de base a tratar.
- La propuesta de confeccionar las probetas con el molde empleado con el WTT hace que, utilizando una base de estabilizado granular, el tratamiento sea más representativo de las condiciones de obra.
- La utilización del sellado es imprescindible para proteger al tratamiento superficial.
- El ensayo MoDOT T 72 es válido para valorar el contenido de ligante mínimo en un tratamiento superficial como lo reflejan los resultados de los ensayos vistos además de valorar el corte de la emulsión a ser utilizada.
- El ensayo de la sección 409 del MoDOT es propicio para evaluar la dosificación del sello del tratamiento.
- Las variaciones de pérdidas obtenidas en los casos en que el riego es superior al punto óptimo establecido, presentan valores erráticos, en mas y en menos. Se hace necesario en este sentido definir el máximo admisible de riego con “Ensayo de desempeño Simulador de Carga Móvil Modelo de tercera escala (SCMM3) con muestras sometidas al ensayo de Wheel Tracking Test”

REFERENCIAS

- Construcción de Caminos de Asfalto. Manual N° 2. Tipos de Tratamientos Superficiales por “The Asphalt Institute” de Estados Unidos de Norte América. Traducido por la Dirección Nacional de Vialidad. Buenos Aires. 1939.
- Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP – 001 – F – 2002 de la República del Ecuador, Tomo I.
- Especificaciones Técnica Generales para Construcción de Carreteras (EG – 2000) de la República del Perú. Capítulo 4: Pavimentos Asfáltico, Sección 400: Disposiciones generales para la ejecución de riegos de imprimación y liga, tratamientos superficiales, sellos de arena asfalto, lechadas asfálticas, mezclas densas abiertas en frío y en caliente.
- Ju Sang Lee, Richard Kim (2007). Entendimiento de los efectos de las proporciones de aplicación de agregado y emulsión en ele desempeño de los tratamientos superficiales asfálticos.
- Los Tratamientos Superficiales y las Rutas Económicas del Laboratorio Central Des Ponts et Chaussées, Ministerio del Equipamiento, Vivienda, Transporte y del Mar de la República Francesa.
- Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la Dirección Nacional de Vialidad de la República Argentina.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras (PG - 3).
- Tratamientos Superficiales. Botasso, H.G.; Rebollo, O.; Soengas C. CPA. Rosario. 2008.