

Mezclas asfálticas "Open Graded" en Chile

Ing. Hector Rioja.
Laboratorio Nacional de Vialidad. MOP - CHILE

INTRODUCCION

Las mezclas asfálticas comúnmente usadas en la construcción de caminos son del tipo densas o gruesas. Para facilitar la comprensión del texto, en adelante a estas mezclas las denominaremos convencionales. En capas de ruedo generalmente se usan mezclas densas y para capas intermedias o de base mezclas densas o gruesas.

Las mezclas densas son las que podemos apreciar a simple vista en la mayoría de las carreteras de nuestro país. Este tipo de mezclas contiene un porcentaje de aire de 3 a 5 (%). Se habla de carpeta (capa de ruedo) abierta cuando el porcentaje de aire en la mezcla es superior

al 5 %; es importante no confundir estas mezclas con las del tipo Open- Graded, que de acuerdo a las normativas de la Dirección de Vialidad son aquellas mezclas con un porcentaje de aire superior al 15 %. En otras palabras, podemos decir que las mezclas convencionales empleadas en la construcción de caminos son aquellas que tienen un porcentaje de aire de 3% a 10 % y las mezclas que tienen en su composición un porcentaje de aire mayor a un 15 % son mezclas del tipo Open Graded o abiertas.

APLICACIONES DE LAS MEZCLAS ABIERTAS

Las mezclas del tipo Open-Graded (O.G.) tienen como característica principal

la permeabilidad al agua. Esta propiedad da origen a la denominación "Mezclas Drenantes", nombre con el cual algunos técnicos se refieren a las capas de superficie o de ruedo fabricadas con este tipo de mezclas. Otras denominaciones para este tipo de mezclas son:

- Asfaltos Porosos
- Macadam Permeable
- Asfalto Silencioso

Todas estas denominaciones aluden a alguna de sus características físicas. Las mezclas del tipo O.G. se pueden usar tanto como capas de ruedo o como capas de base, por lo tanto, una forma sencilla para referirse a ellas es simplemente hablar de mezcla abierta de superficie (o de ruedo) o mezcla abierta de base. Estas mezclas siempre se usan en combinación con pavimentos convencionales (Ver figura N°1). Cuando son empleadas como capas de superficie se aprovecha su alto contenido de aire y su permeabilidad que al permitir un rápido drenaje del agua le confieren las siguientes propiedades:

-Reducción del hidroplaneo, mejorando de esta forma el contacto neumático-pavimento.

-Reducción de las salpicaduras de agua sobre los parabrisas de los vehículos en circulación (aporte a la seguridad vial).

-Elevada resistencia al deslizamiento a altas velocidades (aporte a la seguridad vial).

-Reducción del ruido de los vehículos.

-Reducción de la reflexión de la luz sobre el pavimento mojado (aporte a la seguridad vial).

-Reducción de la resistencia al ruedo (ahorros de combustible de 1-2 % ref. (1))

Las principales desventajas de este tipo de mezclas, cuando son usadas como capas de superficie, son:

Costos: Este tipo de mezclas utiliza normalmente ligantes modificados, cuyo costo es mayor que el del asfalto tradicional. Además, los agregados deben tener contenidos de partículas fracturadas cercanos al 100 %. Otro factor que encarece este tipo de pavimentos, es el uso de pintura

termoplástica para su demarcación. Debe destacarse que para este tipo de mezclas es necesario usar asfaltos modificados, con los cuales es preciso tomar precauciones para su manejo en planta, pues las cañerías pueden sufrir obstrucciones cuando éste no es el más adecuado.

Mantenimiento: Estas mezclas requieren un tipo de mantención especial debido a que el normal uso de ellas genera una reducción progresiva de los poros de la mezcla. Esto hace necesario contar con equipamiento de limpieza no disponible actualmente en Chile.

Pavimentos de este tipo se han colocado en la denominada Carretera del Cobre, VI región y en forma más reciente en un tramo del camino Temuco - Chol Chol, IX Región.

MEZCLAS O. G. COMO CAPA DE ALIVIO DE FISURAS

Quizás el mayor uso dado en Chile a las mezclas abiertas es como capa de alivio de fisuras. En estos casos las mezclas son diseñadas especialmente para evitar o al menos retardar la inducción de grietas a las capas superiores. Este tipo de mezclas se emplea desde hace 25 años en Chile habiendo experiencias exitosas como es el caso de la repavimentación de la Ruta 5, tramo Pte. Bulnes - Polpaico, ver fotografías 1 y 2.

Este pavimento lleva 14 años en servicio, con un IRI inicial de 1.4 y uno actual de 1.6. Una experiencia reciente de mezclas abiertas usadas como base es la repavimentación del camino Ruta 60-CH sector Juncal - Portillo - Túnel Cristo Redentor, donde fue colocada sobre un pavimento de hormigón fracturado, (ver fotos 3,4,5,6,7 y 8). Es necesario advertir que el uso de recapados asfálticos con mezclas O.G. debe ser acompañado de un estudio previo del tipo de fractura y estado de las losas del pavimento, porque no todos los pavimentos fracturados son buenos candidatos a ser recuperados mediante el uso de mezclas abiertas.

Una situación especial que se presenta en algunos casos cuando se coloca una carpeta asfáltica sobre una mezcla abierta que se ha usado como capa para alivio de fisuras, es el problema de las densidades de

terreno. Se ha observado que en casos particulares la densidad de las capas de ruedo puestas sobre mezclas abiertas no logran alcanzar la densidad de diseño Marshall. Esta situación puede llegar a casos tan extremos como por ejemplo densidades de terreno inferiores al 95 % de la densidad de referencia. Existen diversas hipótesis para explicar tal fenómeno, pero, en opinión del autor de este artículo, uno de los factores principales que provocaría esta reducción de densidad, es un efecto que denominaremos de "extrusión" y que consiste en un desplazamiento de la componente fina de la mezcla asfáltica desde la carpeta hacia la mezcla abierta, alterando de esta forma la granulometría de la capa de ruedo (ver figura.2). Esta situación se acentúa proporcionalmente al porcentaje de huecos de la base abierta, de tal forma que una base con un alto porcentaje de vacíos causaría una notable reducción en el valor de densidad alcanzable por la capa de ruedo. Esta hipótesis se respalda en ensayos de laboratorio efectuados a testigos de pavimento que han presentado esta anomalía. Al efectuar un corte longitudinal a estos testigos, se ha observado en la base presencia de finos provenientes de la carpeta. Otro factor que facilita esta situación es el efecto que produce la colocación de una mezcla caliente (aprox. 140 °C) sobre la base abierta ya compactada. En este caso, es previsible una disminución de la viscosidad del ligante de la mezcla ya colocada, situación que dificultaría la densificación de la carpeta.

Métodos de Diseño para Mezclas Abiertas.

Existen diversos métodos de diseño para mezclas abiertas (Ver figura 1). Algunos países han adoptado el criterio del espesor de película asfáltica, tal es el caso de Chile, que adaptó sus especificaciones de diseño de la norma norteamericana. Este método se usa principalmente para el diseño de mezclas abiertas de base. El que se utiliza en nuestro país puede resumirse de la siguiente forma:

1.-Selección de banda granulométrica especial para mezclas O.G.



Fotografía 1.: Ruta 5, Tramo Pte. Bulnes-Polpaico, Km 9.380. Labores de sellado, antes de colocación de Base Abierta, año 1983.



Fotografía 2.: Ruta 5, Tramo Pte. Bulnes-Polpaico, Km 9.380. Estado actual (Diciembre 1998).

2.-Determinación del área superficial (A.S.) de la combinación de áridos elegida.

3.-Determinación de la constante K_c desde ábaco (ver figura N° 3).

4.-Determinación del contenido de ligante tentativo usando:

$$E(\%) = 1,5xK_c + 3,5$$

Donde: $P_b(\%) = 1,5xK_c + 1,0$

E = Porcentaje tentativo de emulsión referido al árido seco.

Pb = Porcentaje tentativo de ligante referido al árido seco.

5.-Mezclas de prueba para determinar exceso de ligante.

6.-Una vez elegido el contenido de ligante tentativo correspondiente a aquella mezcla cuyo drenaje fue menor a 0,2 % se evalúa:

-Espesor de película

-Cubrimiento

-Máximo drenaje

Las especificaciones típicas para este tipo de mezclas consideran:

-Cubrimiento = 90-100 (%)

-Espesor de película asf. 25

-Exceso de asfalto 0,2 (%)

El espesor de película asfáltica se calcula según:

$$e = \frac{48,7xP_b}{A.S.}$$

Donde:

A.S. = Área superficial en (ft²/lb)

Pb = Contenido de asfalto ref. a.s.

Esta metodología de diseño ha mostrado algunas deficiencias como por ejemplo : gran sensibilidad frente a pequeños cambios granulométricos, situación que no se refleja en las propiedades mecánicas de la mezcla, (ver recuadro N° 1). Otra deficiencia del método es que no establece un contenido óptimo único de ligante ya que permite un rango de contenidos de ligantes óptimos con los cuales es posible fabricar mezcla.

Métodos de Diseño de Mezclas Abiertas de Superficie

El procedimiento más frecuentemente usado para diseñar este tipo de mezclas es el método Cántabro y que en términos simples consiste en introducir una probeta Marshall fabricada con mezcla Open-Graded en la máquina de desgaste de Los Angeles y someterla, sin ningún tipo de carga abrasiva, a 300 revoluciones de tambor. Al respecto



Fotografía 3



Fotografía 4



Fotografía 5



Fotografía 6



Fotografía 7

Las fotografías muestran algunas faenas realizadas en la repavimentación de la ruta 60 Ch. sector Juncal Portillo Túnel Cristo Redentor (9,5 km). El sector recarpeteado se ubica a una altura aproximada de 3000 metros sobre el nivel del mar. El proyecto contempla la colocación de dos capas de mezcla asfáltica sobre el pavimento existente. Sobre el pavimento antiguo se colocó una mezcla Open Graded, cuya principal misión es actuar como capa de alivio de fisuras y grietas. Sobre la mezcla O.G. se colocó una carpeta asfáltica para impedir el paso de agua a las capas inferiores. El pavimento antiguo estaba constituido por losas de hormigón en mal estado, con superficies desgastadas y resbaladizas producto del efecto abrasivo del tránsito, condición acentuada por el uso de cadenas en vehículos y camiones en los meses invernales.



Fotografía 8

estudios alemanes (ref 2) indican que el Método Cántabro no es capaz de diferenciar mezclas con bajo o alto contenido de huecos.

Los laboratorios de Nynas Antwerpen Alemania, con la finalidad de darles una base más sólida y lograr nuevos avances en el tema de los asfaltos porosos, idearon buscar un ensaye de laboratorio en el cual se simulara la carga y presión a aplicar al asfalto, la que debía ser representativa de la experiencia práctica. Producto de este estudio se generó el ensaye de la huella en el baño de agua (Inmersión Wheel Tracking Test). El ensaye consiste en sumergir en un baño de agua en forma

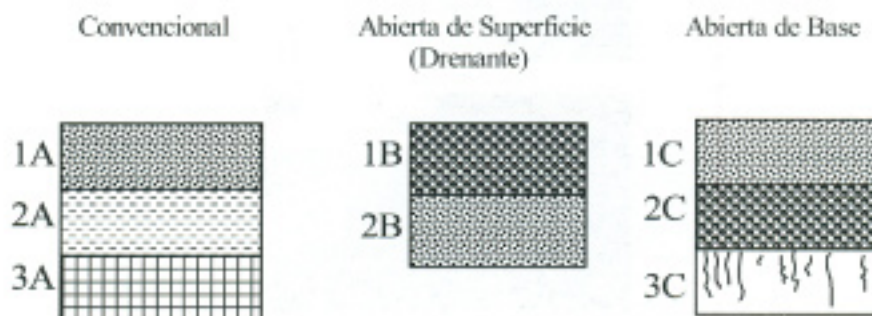
independiente dos planchas de mezcla asfáltica porosa, las cuales son sometidas a una presión de contacto de 0,65 MPa, en ciclos de 3,2 seg. Durante el ensaye se registra el ahuecamiento provocado, siendo este un índice de las cualidades de la mezcla en estudio.

Desarrollo de Métodos de Diseño Realizados en Chile

En el diseño de mezclas asfálticas Open-Graded queda un amplio campo de investigación que tiende a ampliar el conocimiento que se tiene de estas mezclas. Por esta razón, se procedió a idear una experiencia de laboratorio con la finalidad de crear un ensaye basado en

ESTRUCTURAS TÍPICAS

TIPO DE MEZCLA



Capa N°	Nombre de la capa	% de Aire Usual Va	Método de Diseño Usual
Capa 1A	Carpeta	3 – 5	Marshall
Capa 2A	Binder	3 – 8	Marshall
Capa 3A	Base	5 – 10	Marshall
Capa 1B	Open-Graded	20 – 27	Cantabro FHWA (espesor de película) RP ? (Nota 1)
Capa 2B	Carpeta	3 -5	Marshall
Capa 1C	Carpeta	3 – 5	Marshall
Capa 2C	Open-Graded	20 – 36	FHWA (espesor de película) RP ? (Nota 1)
Capa 3C	-----	Capa dañada	Capa dañada

Nota 1: RP es un método experimental actualmente en desarrollo en Chile.

Figura 1

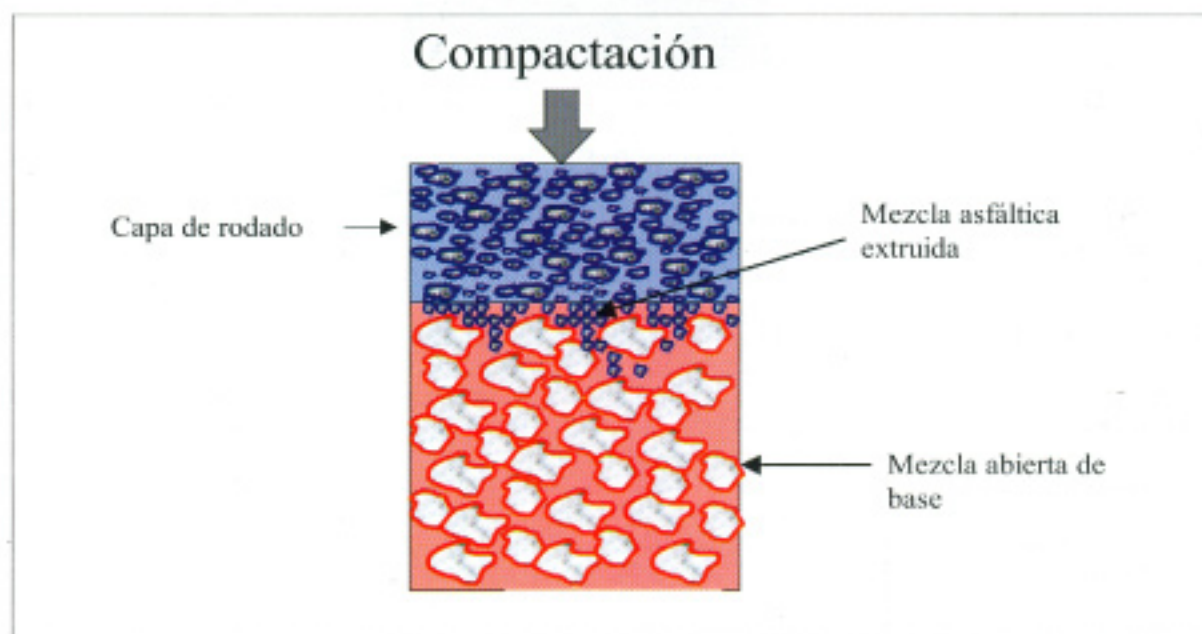


Figura 2

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

La tabla muestra la influencia de cambios granulométricos en el espesor de la película asfáltica.

TAMIZ	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA
1"	100	100	100
3/4"	100	100	100
3/8"	54	54	54
3/8"	35	35	35
Nº4	19	19	19
Nº8	13	13	13
Nº16	8	8	8
Nº10	5	5	5
Nº50	4	4	4
Nº100	3	3	3
Nº200	1	2	3
A.S.	8,84	10,44	12,04
Pbmin exigido (%)	4,5	5,4	6,2
e[μ]	25	25	25

Tal como podemos apreciar, cambios de tan sólo un punto porcentual en la malla Nº200 producen notables variaciones en el porcentaje de asfalto necesario para cumplir con el espesor de película mínimo exigido (25[μ] actualmente). El caso de las columnas Nº2 y Nº3 significa que un punto porcentual más de material que pasa en la malla Nº200 implica 0,9 puntos porcentuales más de asfalto necesario para tener un espesor de película asfáltica de 25 [μ].

En la práctica siempre se trabaja con bandas granulométricas debido a que es extremadamente difícil y poco práctico operar con una mezcla de agregados exacta, más aún cuando lo que se exige es que se mantenga fija. Volviendo a la tabla, si diseñáramos una mezcla de acuerdo a la columna Nº2 y nuestra granulometría variara tan sólo 1 punto en la malla Nº200 como lo muestra la columna Nº3, el resultado sería que nuestro espesor de película resultaría inferior a 25[μ], no cumpliendo con el mínimo exigido.

consideraciones impuestas, tales como: simplicidad, bajo costo y rapidez, que pudiese determinar la cantidad óptima de ligante para la fabricación de una mezcla asfáltica Open-Graded con las mejores características de funcionamiento. Considerando el conocimiento, la experiencia y pruebas previas, se creó el ensayo que ha sido denominado "RP" para el diseño de mezclas asfálticas. Es importante destacar que a pesar de que el método RP ha mostrado excelente correlación con una obra en particular, no se ha probado en forma más general, por tanto aún es prematuro juzgar cuál es su verdadero alcance y utilidad para el diseño de mezclas del tipo Open-Graded. También no es menos cierto que los resultados obtenidos hasta ahora revelan que este método no está limitado sólo a mezclas abiertas de base, pues también puede usarse para el diseño de mezclas abiertas de superficie. Se estima que con más pruebas será posible contar con esta herramienta en un futuro

Recuadro 1

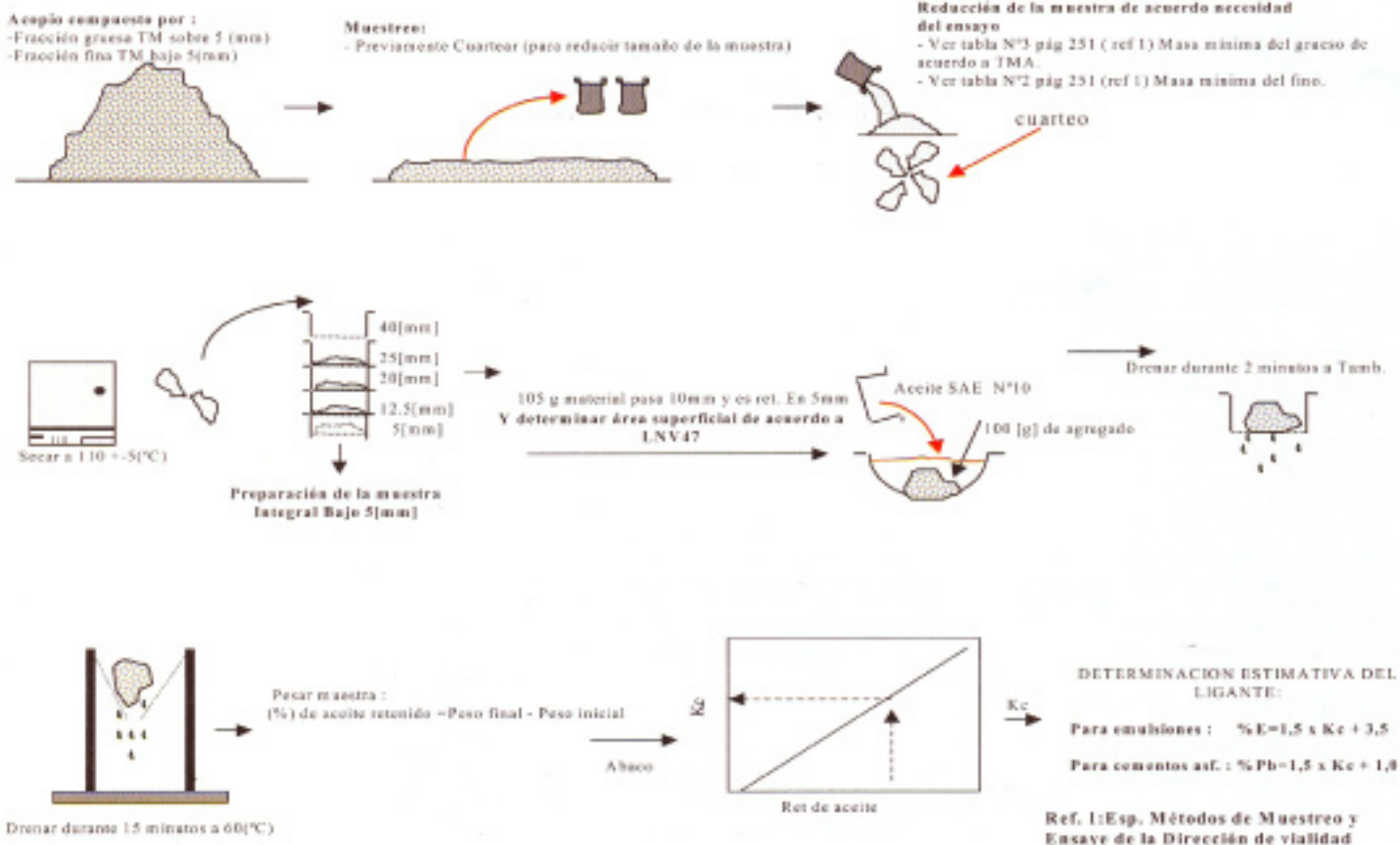


Figura 3

EJEMPLOS DE PROBLEMAS CON EL DISEÑO DE MEZCLA OPEN - GRADED SEGÚN ESPECIFICACION LNV-17

1- EJEMPLO DE ERROR TÍPICO (MALA INTERPRETACION DE LA ESPECIFICACION LNV-17)

La siguiente tabla muestra una mezcla de agregados que cumple con una de las bandas propuestas para mezclas Open - Graded (ver pág. 96 vol II manual del Lab. Vial)

1.- Granulometría.:

TABLA N°1

TAMIZ	% QUE PASA	ESPECIFICACION Banda II-
1"		100
3/4"	100	70 - 100
3/8"	-	-
3/8"	35	35 - 60
N°4	19	15 - 35
N°8	13	5 - 20
N°30	-	-
N°50	-	-
N°100	-	-
N°200	2	0 - 4

2.- Cálculo del Área Superficial.:

Un error frecuente en el cálculo del área superficial es considerar sólo los tamices especificados. De esta forma para el ejemplo tenemos que:

TABLA N°2

TAMIZ	% QUE PASA	Factor (ft ² /lb)
1"		
3/4"	100	2
3/8"	-	-
3/8"	35	-
N°4	19	2
N°8	13	4
N°30	-	-
N°50	-	-
N°100	-	-
N°200	2	160

El área superficial total (A.S.t) calculada equivocadamente para este agregado es:

$$A.S.t = 6,1 (ft^2/lb)$$

Consecuencia de este error el espesor de película aumenta de acuerdo a:

$$e = \frac{48,7 \times Pb}{A.S.t}$$

Con un porcentaje de asfalto Pb=3,2 (%) tendríamos un espesor de película asfáltica e=25,5 (µm) valor suficiente para cumplir con las especificaciones actuales para C.A. que son 25 (µm) mínimos.

CONTINUA

Referencias Bibliográficas

1-Les Enrobes Drainants. Association Internationale Permanente des Congrès de la Route, 1993.
G. Lefebvre Belgique

2 - Herausgegeben Von Der Arbeitsgemeinsh Der Bitumen Industries V Hamburgo.

Bitumen, Beurteilung Offenporigen Asphalten im Labor, pag. 75-84 N°58 Jahrgang 2-1996

Agradecimientos

Subdirección de Desarrollo DV.
Sra. Sonia Morales P
Laboratorio Nacional de Vialidad
Sr. Renán Fuentes A.
Sr. Raúl Montes S.
Sr. Gabriel Palma P.
Sra. Viviana Morales L.
Laboratorio Regional V. Valparaíso
Sra. María Eugenia Vélez
Sr. Osvaldo Aguayo
Pétreos Quilín
Sr. Jorge Villegas
E.C. Figueroa y Vial
Sr. Marcial González
Química Latinoamericana S.A.
Sr. Leonardo Sanz.
Universidad Central
Sr. Guillermo Ibarra
Sr. Leonel Núñez
Sr. José Zurita
Sr. Mauricio Ossa
Sr. Pedro Herrera Palma

TABLA N°3

TAMIZ	% QUE PASA	Factor (ft ² /lb)
1"	100	
3/4"	100	2
3/8"	54	-
3/8"	35	-
N°4	19	2
N°8	13	4
N°16	8	8
N°30	5	14
N°50	4	30
N°100	3	60
N°200	2	160

Recalculando correctamente el área superficial obtenemos los siguientes resultados:

El área superficial total (A.S.t.) calculada correctamente para este agregado es:

$$A.S.t. = 10,44 (ft^2/lb)$$

La tabla N°3 muestra una situación real en la cual a la granulometría presentada en la tabla N°2 se han agregado aquellos tamices que no son exigidos por la especificación, pero que son necesarios para el cálculo del área superficial.

Producto de este error el recálculo del espesor de película resultante en la mezcla para un porcentaje de asfalto Pb=3,2 (%) es:

$$e = \frac{48,7 \times 3,2}{10,44} = 14,9 (micrones)$$

Con lo cual esta mezcla no cumple las especificaciones.