

METODOLOGIA DE DISEÑO Y COLOCACION DE MEZCLAS DRENANTES

Gabriela Muñoz Rojas *
Consuelo Ruiz Rodrigo **

RESUMEN :

Las mezclas drenantes o porosas son mezclas asfálticas utilizadas como carpeta de rodado, que se caracterizan por tener un elevado porcentaje de huecos interconectados entre sí (18 a 25%). Este elevado porcentaje de huecos permite el paso del agua a través de la mezcla lo que impide que se forme una capa de agua en la superficie del camino cuando llueve.

Al no existir un método de diseño para mezclas drenantes en Chile el Laboratorio Nacional de Vialidad investigó métodos utilizados en el extranjero y su experiencia para ser aplicados a los áridos y asfaltos chilenos, haciendo un análisis de los parámetros que influyen en la elaboración y caracterización de las mezclas como es la granulometría, tipo de asfalto, tipo de áridos, incorporación de filler, se realizaron dos tramos de pruebas uno en Temuco y otro en Concon. Luego de estas experiencias se entrega en esta publicación una Proposición de Especificación para Diseñar este tipo de mezclas .

INTRODUCCION

Los problemas más frecuentes en tiempos de lluvia que se producen son la pérdida de adherencia entre el neumático y el pavimento y la disminución de visibilidad del conductor, ambos provocados como consecuencia de la capa de agua que queda en la superficie. La pérdida de adherencia deja al conductor con poco control de su vehículo impidiéndole maniobrar en forma segura; si a esto le agregamos el agua que proyectan los vehículos a su paso y la neblina que se forma en la parte de atrás de los vehículos de gran tamaño hacen de la conducción en días lluviosos una actividad poco confortable e insegura.

Para evitar estos problemas se necesita que el agua que cae en la superficie, sea evacuada rápidamente y esto se alcanzará con el uso de las mezclas drenantes.

MEZCLAS DRENANTES

Las mezclas drenantes o porosas son mezclas asfálticas utilizadas como “carpeta de rodadura” que se caracterizan por tener un elevado porcentaje de huecos (entre 18 y 25%) interconectados entre sí que permiten el paso del agua superficial a través de ella y su rápida evacuación hacia las zonas laterales fuera de la calzada. (Fig. 1)

* Ingeniero Civil Químico, Universidad de Chile.Laboratorio Nacional de Vialidad,

** Ingeniero Civil, Universidad Federico Santa María . Unidad de Carretera,Vialidad MOP

Nota :

El desarrollo de la parte experimental y la ejecución de los tramos de pruebas de este artículo fueron publicados y expuestos en el Seminario PROVIAL 1999 y en el 10º Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto ,España 1999.

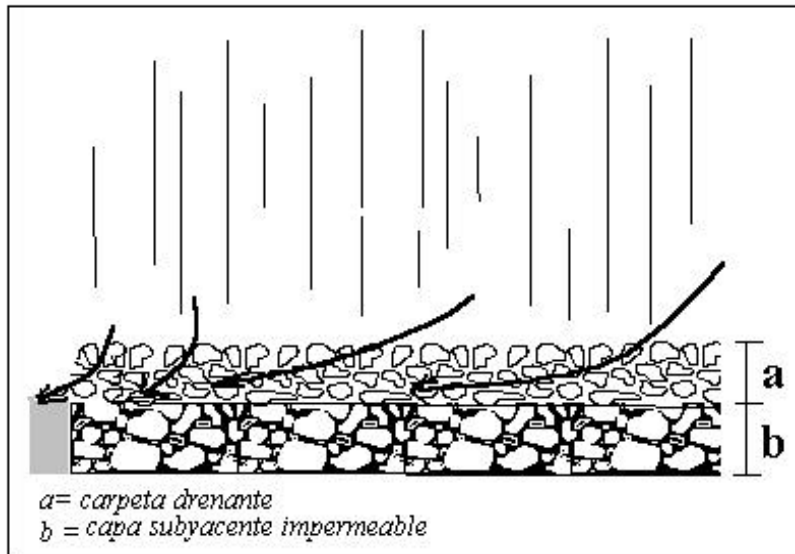


Figura 1 : Mezcla Drenante

Este elevado porcentaje de huecos se logra mediante el uso de una granulometría especial: un alto porcentaje de áridos gruesos (alrededor del 85%), poco fino y aporte de filler. El uso de las mezclas porosas cambia radicalmente el concepto tradicional de una carpeta de “rodado impermeable” traspasando la función de proteger de los efectos negativos del agua a la capa subyacente. Esta deberá ser impermeable y con un buen diseño geométrico que asegure el escurrimiento del agua a los drenes laterales y no se infiltre a capas inferiores del camino.

VENTAJAS DE LAS MEZCLAS DRENANTES

Eliminación del hidroplaneo:

Uno de los mayores riesgos cuando se conduce con lluvia es el hidroplaneo, esto es, la capa de agua que se forma entre el neumático y el pavimento rompe el contacto entre ambos, el neumático “flota en el agua” de modo que el conductor pierde el control de su vehículo. La evacuación rápida del agua de la superficie del camino a través de la mezcla porosa impide que se produzca este fenómeno.

Resistencia al deslizamiento con pavimento mojado:

Aún cuando no exista el hidroplaneo, la lluvia puede reducir considerablemente la resistencia al deslizamiento de la superficie del camino. Los asfaltos porosos pueden contrarrestar este efecto permitiendo, debido a su macrotextura, que exista rozamiento entre el neumático y la superficie de rodadura de modo que el vehículo realice los movimientos que desea el conductor logrando así una mayor seguridad (menores distancia de frenado).

Reducción de las proyecciones de agua

Estas mezclas al permitir mantener la superficie del pavimento libre de agua cuando está lloviendo impiden que se produzcan el levantamiento ('splash') y pulverización ('spray') del agua al paso de los vehículos mejorando notablemente la visibilidad del usuario.

Menor deslumbramiento por los faros de los vehículos.

Los conductores que circulan en dirección contraria durante la noche se ven enfrentados al deslumbramiento debido a la reflexión de la luz en los pavimentos mojados tradicionales (superficie lisa), en cambio, los pavimentos de textura rugosa dispersan la luz y por lo tanto reducen el problema de deslumbramiento permitiendo al conductor ver mejor la señalización horizontal.

Reducción del ruido al paso del vehículo

Las mezclas drenantes tienen la capacidad de absorber los ruidos provocados principalmente por el contacto que se produce entre el neumático y el pavimento cuando el vehículo está en movimiento. Los huecos interconectados entre sí permiten el paso del aire, atenuando los efectos sonoros. Tanto el conductor, como el entorno, se ven favorecidos por esta reducción.

DESVENTAJAS DE LAS MEZCLAS DRENANTES

Algunas limitaciones son:

Mayor costo inicial : las mezclas deben construirse con asfaltos modificados y áridos de mejor calidad que encarecen los costos.

Diseño Geométrico Riguroso : La mezcla se debe extender sobre una capa que sea impermeable, estructuralmente estable, y además, que tenga una geometría tal que permita la evacuación del agua.

Drenaje lateral: El agua que ha escurrido por la mezcla drenante debe ser evacuada a través de drenes laterales, esto implica la construcción de canales y otras obras de arte.

Pérdida de drenabilidad : Las mezclas porosas en el transcurso de su vida útil pueden colmatarse por la acumulación de polvo y otros agentes contaminantes como arena, materia orgánica, etc. entre los huecos. Es importante señalar que, si bien pierde sus propiedades drenantes, seguirá funcionando como carpeta de rodado. Actualmente existen técnicas de lavado a presión que pueden limpiar las mezclas retardando su colmatación.

Vialidad Invernal : La conservación invernal en las mezclas drenantes requiere de un mayor esfuerzo que las tradicionales: por ejemplo se necesita mayor cantidad de sales fundentes para mantener los caminos libres de nieve, los vehículos con cadenas para la nieve pueden producir arranque superficial de partículas, etc.

DISEÑO DE LAS MEZCLAS POROSAS.

El diseño de mezclas porosas se basa fundamentalmente en dos criterios: resistencia a la disgregación y permeabilidad. Normalmente para mejorar la cohesión y evitar la disgregación de una mezcla se debe aumentar su contenido en finos y ligante, pero, por otra parte, si se desea aumentar la permeabilidad y porosidad se tendrá que incrementar el porcentaje de gruesos y reducir la fracción fina. El diseño de la mezcla drenante buscará entonces solucionar esta problemática logrando el máximo contenido de huecos posible compatible con una buena resistencia a las cargas del tráfico sin disgregar, mediante el uso de áridos y asfalto de mejor calidad, una granulometría especial y una dosificación en laboratorio adecuada.

PROPOSICION DE ESPECIFICACION PARA DISEÑAR MEZCLAS DRENANTES :

1.- Descripción y Alcances.

La construcción de una carpeta asfáltica drenante y antideslizantes, confeccionada con asfalto modificado con elastómetro de mezcla en planta en caliente y de las características que se especifican más adelante, se realizará sobre una carpeta asfáltica impermeable .

2.- Materiales.

Asfalto:

Los asfaltos para mezclas drenantes serán cementos asfálticos modificados con elastómero de penetración 60/80 que cumplan con los requisitos de la Tabla N° 1.

Tabla N° 1.**Cemento Asfáltico Modificado con Elastómero**

ENSAYE	EXIGENCIA
Penetración a 25°C, 100 g, 5 seg, 0,1 cm	60 – 80
Punto de Ablandamiento (°C)	Mín. 75
Ductilidad a 5°C, 5 cm/mín. (cm)	Mín. 60
Ductilidad a 25°C, 5 cm/mín. (cm)	Mín. 100
Indice de Penetración	Mín. +4
Punto de Quiebre Fraass (°C)	Máx. -18
Intervalo de Plasticidad (°C)	Mín. 93
Recuperación Elástica (%)	Mín. 60
Viscosidad a 135°C (cst)	800 – 1400
Viscosidad a 150°C (cst)	400 – 700
Viscosidad a 170°C (cst)	150 – 300

Aridos

Los áridos deberán clasificarse y acopiarse separados en al menos tres fracciones gruesa, fina y polvo mineral (filler). Las distintas fracciones deberán ajustarse a los siguientes requisitos:

Requisitos Fracción Gruesa:

Deberá estar constituido por partículas chancadas, limpias y tenaces que se ajustan a los requisitos que se indican en Tabla N° 2

Tabla N° 2**Requisitos para la Fracción Gruesa**

ENSAYE	EXIGENCIA (%)	METODO
Desgaste Los Angeles	Máx.. 20	LNV - 75
Partículas Chancadas	Mín. 98	LNV - 3 (1)
Adherencia Método Estático	Mín. 95	LNV - 9
Porcentaje de Laja	Máx. 10	LNV - 3
Indice de Laja	Máx. 25	LNV - 3

(1) El árido será material resultante de la trituración de roca, en que la fracción chancada tendrá mínimo tres caras fracturadas.

Requisitos Fracción Fina:**Tabla N° 3****Requisitos para la Fracción Fina**

ENSAYE	EXIGENCIA	METODO
Indice de Plasticidad	N.P.	LNV - 90
Adherencia Riedel-Weber	Mín. 0 - 5	LNV - 10

Requisitos Fracción Filler:

Deberá ser constituido por polvo mineral fino tal como cemento hidráulico, cal u otro material inerte de origen calizo, libre de materia orgánica y partículas de arcilla.

El Filler total deberá estar formado por un mínimo de 50% de aportación y el porcentaje restante proveniente del árido.

Mezcla de Aridos:

Los áridos combinados deberán cumplir con los requisitos indicados en la Tabla N° 4

Tabla N° 4

Requisitos para áridos combinados

ENSAYE	EXIGENCIA (%)	METODO
Sales solubles Equivalente de Arena	Máx. 3 Mín. 50	LNV – 8 LNV - 71

Las distintas fracciones de áridos deberán combinarse en proporciones tales que la mezcla resultante cumpla con una de las bandas granulométricas especificadas en la Tabla N° 5, denominadas PA – 10 y PA - 12 .

Tabla N° 5

Bandas Granulométricas

TAMIZ (mm.)	TAMIZ ASTM	PA - 10	PA - 12
20	¾"	-	100
12,5	½"	100	70 - 80
10	3/8"	70 – 90	50 - 80
5	N° 4	15 – 30	15 - 30
2,5	N° 8	10 – 22	10 - 22
0,63	N° 30	6 – 13	6 - 13
0,080	N° 200	3 - 6	3 - 6

Riego de Liga:

Se aplicará como riego de liga una emulsión modificada con elastómero, de modo de conseguir una mayor impermeabilización de la capa subyacente y una adecuada adherencia entre esa superficie y la capa que la cubrirá.

Las emulsiones que se emplea como riego de liga serán modificadas con elastómero de quiebre lento sin diluir. Deberán cumplir con los requisitos de la Tabla 5.405.201.A del Manual de carreteras Volumen 5. El control de riego será a razón de una muestra cada 250 m. lineales por pista.

La dotación de ligante residual a emplear en el riego de adherencia será:

SUPERFICIE SOPORTANTE	DOSIS MINIMA
Mezcla bituminosa recientemente extendida.	0.3-0.40 kg/m ²
Mezcla bituminosa antigua en buenas condiciones.	0.35-0.50 kg/m ²
Mezcla bituminosa envejecida , con presencia de microfisuración.	0.5-0.60 kg/m ²
Mezcla bituminosa fisurada (previo sellado de fisuras)	0.6-0.80 kg/m ²

3.- PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

3.1 Preparación de la superficie existente:

La mezcla drenante deberá ser puesta en obra sobre una superficie impermeable libre de fisuras y con una planimetría que asegure la evacuación de agua hacia los bordes. Además, debido a la menor superficie de contacto de estas mezclas, se prestará especial atención a la aplicación sobre la capa soportante, de riegos de adherencia con las dotaciones mínimas de ligante residual, señaladas en el párrafo anterior.

3.2 Diseño de la mezcla :

La mezcla será diseñada utilizando el Método Cantabro. El contenido de ligante se dosificará de acuerdo con los criterios de la Tabla N° 6.

Tabla N° 6

CARACTERISTICAS	EXIGENCIA (%)	ENSAYES	NORMAS
% Desgaste seco a 25°C	Máx. 20	Cantabro Seco	NLT - 352
% Desgaste húmedo a 25°C	Máx. 30	Cantabro Húmedo	NLT - 362
% Huecos	Mín. 20 - Máx 25	% Huecos	LNV - 46
% Asfalto	Mín. 4 – Máx. 5		
% Escurrimiento	Máx. 3	Escurrimiento	NLT - 365
Tiempo de evacuación	Máx. 30 seg	Permeabilidad	NLT - 327

3.3 Aspectos generales sobre la fabricación de la mezcla:

La mezcla drenante se fabricará en planta en caliente. La temperatura de fábrica estará determinada por la viscosidad del cemento asfáltico.

Para obtener una buena regulación en la alimentación es conveniente analizar la granulometría real presente en los silos de cada árido y proceder a la corrección de la dosificación correspondiente.

Cuando se dosifiquen las diferentes fracciones del árido habrá que tener en consideración:

- a) La menor densidad de las mezclas drenantes frente a las convencionales y, por lo tanto el menor peso unitario por cada mezclada admisible.
- b) La escasez de fino, ya que ésta hace que los termómetros proporcionen lecturas de la temperatura inferiores a las reales, lo que puede llevar a sobrecalentar peligrosamente los áridos.

Se debe tener estricto control de la temperatura de fabricación debido a que este tipo de mezcla es más susceptible al escurrimiento de ligante que una mezcla tradicional. Si bien la temperatura de mezclado y compactación la proporciona la asfaltera para asfaltos elastómericos, la temperatura de los áridos se fija en función de la temperatura del ligante y la temperatura final para la mezcla se fija siguiendo criterios convencionales, pero teniendo en cuenta el bajo contenido de arena conviene reducir lo más posible el diferencial entre la temperatura del betún y la temperatura de los áridos para evitar problemas ligados a los choques térmicos.

El tiempo de mezclado será igual o inferior al tradicional.

3.4 Transporte:

El mayor riesgo de que se produzca escurrimiento de ligante y la menor inercia térmica de las mezclas drenantes respecto a una tradicional determinan las siguientes consideraciones de carácter obligatorio:

- El tiempo de transporte de la mezcla debe ser menor a 2 horas.
- Los camiones deben estar cubiertos con lonas o algún material que asegure un buen aislamiento térmico de la mezcla con el medio ambiente.

3.5 Compactación:

3.5.1 Respecto a la compactación.

La compactación deberá realizarse con dos rodillos metálicos de 8 a 12 toneladas de peso sin vibración, para evitar cambio de granulometría en los áridos. Es conveniente que los rodillos sigan de cerca la extendidora.

Los tiempos disponibles para la compactación de la mezcla drenante son menores que en una tradicional.

La temperatura mínima de compactación depende del ligante empleado. La puesta en obra en tiempo frío especialmente con viento fuerte, es poco aconsejable por la rapidez con que se enfrían las mezclas drenantes.

Para asegurar un número suficiente de pasadas (normalmente el mínimo suele ser 4) cuando la producción esperada sea superior a 100 ton/h, usar 2 rodillos. En todo caso, se recomienda siempre un rodillo de reserva.

No se deben emplear compactadores de neumáticos porque se adhieren con facilidad a la mezcla y provocan arrancamiento de gravilla. Además, al tener un efecto de amasado superficial de la mezcla provocan una disminución de huecos en la parte superior.

Por el hecho de que la temperatura de la mezcla baja rápidamente una vez colocada, evitar los retoques y reparaciones localizadas.

La vibración suele ser conveniente únicamente en las juntas (usar rodillo manual metálico vibrador).

La temperatura ambiental de colocación se regirá por lo estipulado en el Manual de Carreteras Volumen 5, y no debe ser inferior a 10°C, sin viento. No se debe colocar la mezcla drenante con lluvia.

3.5.2 Respecto al tratamiento de juntas.

Las juntas deben tratarse con cuidado. Siempre que sea posible, se extenderá a todo el ancho para evitar las juntas longitudinales. El corte de las juntas debe realizarse de forma que no se produzcan barreras a la salida del agua, lo que provocaría afloramiento en dicha zona. Cuando lo anterior no sea posible éstas deben coincidir con las líneas de separación de pistas. En ningún caso debe coincidir con las bandas de rodadura.

Terminar lo más rápido posible las juntas para evitar su degradación por el paso de los equipos de trabajo o el tráfico en general. Evitar las juntas transversales en zonas de pendiente.

Los tramos cóncavos del perfil longitudinal deben estudiarse para evitar el afloramiento en los puntos bajos (conviene aumentar el espesor de la mezcla en el valle y disponer de sistemas para asegurar la evacuación del agua).

3.6 Apertura al tráfico:

La apertura al tráfico debe realizarse con la mezcla suficientemente fría debido a que las condiciones extremas de calor dificulta el enfriamiento de la mezcla. Incluso le da poca estabilidad.

3.7 Saneamiento:

El saneamiento es fundamental para el buen funcionamiento de este tipo de mezclas.

3.8 Detalles constructivos:

En el caso de carreteras en campo abierto hay que evitar la terminación de la mezcla drenante contra elementos, en particular bordes no pavimentados que dificulten o impidan la salida del agua.

Cuando no se extienda la mezcla drenante sobre la berma, para evitar una desnivelación brusca de 4 cm. en el borde de la calzada, la mezcla drenante se debe prolongar en un sobreebanco biselado para transformar su espesor de 4 a 2,5 cm. aproximadamente, cubriendo todo el ancho de la berma, o en algunos casos 30 a 50 cm. Esta disminución de espesor se debe realizar con una extendidora dotada de una regla articulada y no por sobre compactación, con el objeto de conservar la permeabilidad lateral. En los casos en que sea posible se podrá realizar también esa faena, redistribuyendo el material colocado en un espesor constante, al extenderlo lateralmente.

3.9

Control de Calidad:

El control de las mezclas porosas sigue una pauta similar al de otros tipos de mezcla.

- 1) Control en Planta.
 - Características de los áridos
 - Características de los ligantes
 - Granulometría
 - Contenido de ligante
 - Temperatura de fabricación de la mezcla
- 2) Cancha de prueba.
- 3) Ejecución de la obra:
 - Temperatura de compactación
 - Nº de pasadas de equipos de compactación
- 4) Mezcla colocada:
 - Espesor de la capa
 - Densidad/contenido de huecos

Cancha de Prueba:

La determinación de la densidad y el contenido de huecos de referencia para el control debe realizarse en una cancha de pruebas de 20 metros de longitud como mínimo.

En esta cancha se determinará la densidad y el contenido de huecos de referencia para el control del tramo. Para ello, se realizarán medidas de evacuación del agua mediante permeámetro y en los mismos puntos se extraerán testigos sobre los que se determinará el volumen mediante medida geométrica y el contenido de huecos. Estas medidas deben realizarse sobre zonas con distintos niveles de compactación (2, 3, o 4 dobles pasadas del rodillo metálico), a objeto de establecer la relación entre el nivel de compactación y la densidad.

En definitiva, se deberá establecer en esta cancha una correlación entre el número de pasadas del compactador, mediciones realizadas con el permeámetro y el porcentaje de huecos, de forma que durante la ejecución de la carpeta las mediciones con el permeámetro, puedan ser utilizadas como método de control.

En el control de densidad, se tendrá como referencia la densidad obtenida en el Diseño Cantabro. Se acepta hasta un 2% de diferencia en el contenido de huecos entre cara bien compactada y el de las probetas del laboratorio.

Consideraciones control de calidad.

- a) Puede existir una marcada dispersión en las mediciones de permeabilidad y de determinación del volumen por medida geométrica, por lo tanto es conveniente tomar bastantes puntos para establecer correctamente los valores medios (cancha de prueba)
- b) Antes de hacer mediciones con el permeámetro, regar previamente la zona en la que se van a efectuar las mediciones.

- c) La obtención de tiempo o caudales de evacuación mayores a los esperados en el tramo es un indicador de un defecto en la compactación y en modo alguno representa una mejora al comportamiento de la mezcla.
- d) Se debe reponer con mezcla densa los lugares donde se extrajeron los testigos.
- e) La capa de mezcla drenante debe ejecutarse una vez que se hayan terminado todas las operaciones complementarias, excepto la pintura, para evitar deterioros localizados provocados por los propios equipos.

Control a la obra ejecutada.

El control de la obra ejecutada se hará mediante el análisis de testigos, cuya extracción se hará a razón de uno cada 1750 m² o fracción de pavimento. En ellos se determinará su espesor, su densidad mediante la determinación geométrica de su volumen y su porcentaje de huecos.

AGRADECIMIENTOS :

Se agradece la colaboración en la etapa experimental y en la ejecución de los tramos de pruebas a la señora Rosa Zuñiga C., Ingeniero de Ejecución Químico ,profesional del Laboratorio Nacional.

A Rubén ,Marcelino y Javier de la Sala de Asfalto del LNV , por su colaboración en la fabricación de probetas durante el desarrollo experimental .

BIBLIOGRAFIA :

1.- Ruiz Rodrigo Consuelo, Muñoz Rojas Gabriela, Petersen A. Miguel, "Las Mezclas Drenantes en Chile ", Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Universidad Técnica Federico Santa María, Marzo 2000.

2.- Normas :

- NLT 327/88 Permeabilidad in situ de pavimentos drenantes con el permeámetro LCS.
- NLT 352/86 Caracterización de las mezclas bituminosas abiertas por medio del ensayo Cántabro de pérdida por desgaste .
- NLT 362/92 Efecto del agua sobre la cohesión de mezclas bituminosas de granulometría abierta , mediante el ensayo Cántabro de pérdida por desgaste.
- NLT 365/93 Escurrimiento de ligante en mezclas bituminosas abiertas.