

ORDEN CIRCULAR Nº 234/72 NT y P.

ASUNTO : RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO Y EJECUCION DE MEZCLAS BITUMINOSAS ALTAMENTE RESISTENTES A LA DEFORMACION

1.- CAMPO DE APLICACION

Las presentes recomendaciones tienen por objeto con seguir mezclas bituminosas altamente resistentes a la de formación plástica bajo cargas lentas, a temperaturas re lativamente elevadas. Dichas mezclas son las más ade cuadas para las capas superiores del firme cuando éste se encuentra sometido a solicitudes especialmente duras (tráfico pesado importante concentrado en un carril, ra mpas pronunciadas de gran longitud, elevada temperatura) que pueden dar lugar a la formación de roderas. El es pe sor de firme afectado por este tipo de solicitudión es de unos 10 cm.

Esta Circular sólo se refiere a tipos de mezcla aná logos a los definidos por el Asphalt Institute norteamericano, que son los utilizados habitualmente en España. Estas mezclas se consideran adecuadas para la mayor par te del territorio español, a excepción de zonas de alta pluviosidad y bajas temperaturas, en las que puede ser aconsejable el empleo de otros tipos de mezcla. Dichas me zclas serán objeto de una Circular posterior.

Por lo que se refiere a las mezclas tipo Asphalt Institute altamente resistentes a la deformación, las presentes recomendaciones no deben ser, sin embargo, el único criterio para su proyecto. Este debe conseguir un adecuado equilibrio entre las distintas propiedades de las mezclas (estabilidad, flexibilidad, resistencia a la rotura, durabilidad, impermeabilidad, rugosidad, manejabilidad), con objeto de que su comportamiento en obra sea satisfactorio. Se debe también tener en cuenta la estructura total del firme, para que las características de cada capa sean compatibles con las del resto de la estructura.

En particular, las presentes recomendaciones no serán aplicables cuando exista peligro de fallo del firme por fatiga bajo cargas rápidas, a bajas temperaturas.

2.- CRITERIOS GENERALES DE PROYECTO

El proyecto de mezclas bituminosas altamente resistentes a la deformación, se basa en los siguientes criterios generales:

2.1. Materiales

- Empleo de tamaños máximos de árido y espesores de capa superiores a los usados los últimos años.
- Utilización de áridos gruesos de machaqueo y de textura áspera.
- Mayores porcentajes de árido grueso.
- Arido fino de alta calidad y limpieza. Gran parte de él deberá proceder de machaqueo.
- Empleo de fillers de alta calidad.
- Empleo de ligantes duros, estudiando cuidadosamente su dosificación.

- Evitar el empleo de granulometrías críticas o que conduzcan a mezclas excesivamente cerradas.

2.2. Criterios Marshall

Las especificaciones Marshall incluídas en el actual Pliego de Prescripciones Técnicas deben ser modificadas en el sentido de:

- Aumentar los mínimos actuales de la estabilidad.
- Disminuir los máximos de la fluencia.
- Establecer límites mínimos para la relación estabilidad/fluencia.
- Sustituir las exigencias relativas a huecos rellenos por el ligante por unas relativas a huecos del esqueleto mineral.

En la tabla I se indican los criterios de proyecto propuestos para el ensayo Marshall. Se recuerda que dichos criterios sólo podrán aplicarse en el caso de que no exista peligro de fallo del firme por fatiga ante cargas rápidas, a bajas temperaturas.

3.- RECOMENDACIONES PARA LAS DIVERSAS CAPAS DEL FIRME

A continuación se indican las recomendaciones a tener en cuenta para el proyecto de las diversas capas de mezcla bituminosa. Dicho proyecto debe tener en cuenta asimismo la estructura total del firme, con objeto de que las condiciones de trabajo de las diversas capas sean compatibles entre sí.

3.1. Capa de rodadura

3.1.1. Espesor de capa y tamaño máximo de áridos

Se deben usar espesores de capa mayores que los em-

TABLA I

Criterios Marshall para mezclas bituminosas altamente resistentes a la deformación

Característica	Unidad	Capa de rodadura o pavimento en capa única		Capa intermedia	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Número de golpes		75	75	75	75
Estabilidad	kg	750		600	
Fluencia	1/100"	8	14	8	14
<u>Estabilidad</u> Fluencia	kg/mm	300		250	
Huecos mezcla		3 (4)	5	3 (4)	6
Huecos esqueleto mineral		15	22	15	22

Notas

1ª.- Estos criterios no deben usarse cuando exista peligro de fallo del firme por fatiga ante cargas rápidas, a baja temperatura.

2ª.- Los números entre paréntesis indican valores deseables.

pl pleados hasta ahora. El espesor de capa de rodadura se elegirá entre 3,5 y 5 cm, recomendándose el tamaño máximo de $\frac{1}{2}$ " (12 mm) para los espesores de 3,5 a 4 cm y, el de $\frac{3}{4}$ " (18 mm) para espesores de 4, 4,5 y 5 cm. Dentro de esta gama es conveniente la elección de los espesores mayores, fundamentalmente 5 cm, con tamaño máximo de árido de $\frac{3}{4}$ ".

3.1.2. Curva granulométrica

Se recomiendan mezclas de tipo IV con tamaño de árido igual o superior a $\frac{3}{4}$ ". Se procurará adoptar porcentajes elevados de árido grueso, dentro de los límites establecidos para este tipo de mezclas. Se deberá comprobar que la granulometría resultante se separa lo suficiente de la curva de máxima densidad definida por la ecuación $P = D^{0,45}$ donde P indica el porcentaje en peso de árido que pasa por el tamiz D (mm).

3.1.3. Arido grueso

- Todo el árido grueso deberá presentar dos o más caras de machaqueo.
- Es importante utilizar áridos con textura áspera.
- Los índices de lajosidad (L) y alargamiento (A) definidos por las normas BS-1812 (1967), deberán cumplir las siguientes condiciones:

$$L \text{ inferior a } 30$$

$$A = 1,5 L \pm 2,5$$

- El coeficiente de Los Angeles deberá ser menor que 25.
- La estabilidad frente a sulfatos será la establecida en el vigente Pliego.

- El coeficiente de pulimento acelerado será superior a 0,45.

3.1.4. Arido fino

- Las arenas de machaqueo deben proceder de rocas que cumplan las condiciones exigidas al árido grueso.
- Las arenas naturales deben estar exentas de partículas blandas, plásticas o susceptibles de hinchamiento.
- Debe utilizarse un alto porcentaje de árido fino machacado, siempre que sea compatible con la manejabilidad de la mezcla.
- La adhesividad y estabilidad frente a sulfatos serán las fijadas por el Pliego vigente.

3.1.5. Filler

- Se proscribe el empleo de filler recuperado por los ciclones.
- El filler será totalmente de aportación y de buena calidad: cemento, alfesil, polvo de caliza dura, etc.
- El vigente Pliego deberá modificarse en lo siguiente:
 - a) Densidad aparente en benceno comprendida entre 0,5 y 0,9 gr/cm³.
 - b) El coeficiente de emulsibilidad será inferior a 0,6.

3.1.6. Mezcla de áridos y filler

- El equivalente de arena será superior a 45.

- Las curvas granulométricas, obtenidas mediante tamizado seco y húmedo diferirán entre sí en menos de un 2%.
- La resistencia conservada en el ensayo de inmersión compresión debe ser superior al 75%.

3.1.7. Betún

Se recomienda el empleo de betún 60/80. Sólo excepcionalmente se empleará el 40/60 u 80/100, teniendo en cuenta en el primer caso la posible dificultad de compactación.

3.2. Capa intermedia

3.2.1. Espesor de capa y tamaño máximo del árido

Espesores de 4 a 6,5 cm y tamaños máximos de árido grueso de $\frac{3}{4}$ " (18 mm) y 1" (25 mm). Dentro de esta gama se aconseja el tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ " y el espesor de 5 cm.

3.2.2. Huso granulométrico

Mezclas tipo III y las análogas a las recomendadas en capa de rodadura.

3.2.3. Arido grueso

Exigencias de calidad análogas a las exigidas para capa de rodadura excepto lo siguiente:

- Coeficiente de Los Angeles inferior a 30.
- Coeficiente de pulimento acelerado: no aplicable.

3.2.4. Arido fino, filler y betún

Las mismas exigencias que para capa de rodadura.

3.2.5. Mezcla de áridos

Las mismas exigencias que para capa de rodadura.

3.3. Pavimentos en capa única

Para el pavimento en capa única se recomienda como tamaño máximo más adecuado el de $\frac{2}{4}$ " , pudiendo ejecutarse hasta un espesor de 10 cm.

Las exigencias y recomendaciones para materiales, granulometrías, etc. son las mismas que para la capa de rodadura.

3.4. Bases asfálticas

Estas mezclas se extenderán en espesores entre 6 y 10 cm, con tamaños máximos de 1" (25 mm) a $1\frac{1}{2}$ " (37,5 mm), recomendándose el tamaño máximo de $1\frac{1}{2}$ " y el espesor de 7,5 a 10 cm.

Serán mezclas de los tipos II y III, recomendándose las mezclas tipo III y las situadas en la frontera de los tipos II y III.

4.- RECOMENDACIONES PARA DISTRIBUCION DE ESPESORES

En la tabla II se recomienda, a título orientativo, diversas combinaciones de espesores de mezclas bituminosas.

5.- RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCION

Las anteriores recomendaciones para el proyecto de mezclas carecerían de efectividad si no fueran acompañadas de una cuidadosa ejecución que garantice la uniformidad del material a lo largo de todo el proceso de su fabricación y puesta en obra.

TABLA II

Distribución de espesores de mezclas bituminosas

Espesor total de mezcla bituminosa en cm	No de capas	Espesores de capas, en cm		
		Capa de rodadura	Capa intermedia	Capa de base
4	1	4	-	-
6	1	6	-	-
8 8	1 2	8 4	- 4	- -
10	2	5	5	-
12 12	2 2	5 6	7 6	- -
14 14 14	2 2 2	5 6 7	9 8 7	- - -
16 16 16	2 2 3	6 7 5	10 9 5	- - 6
18 18 18	3 3 3	5 5 6	5 6 6	8 7 6

Es imposible indicar aquí todas las normas de buena práctica que deben tenerse en cuenta durante la ejecución. Dichas prácticas se encuentran recogidas en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes", en las "Instrucciones para el Control de Fabricación y Puesta en Obra de Mezclas Bituminosas" y en diversas recomendaciones a los Servicios.

Por ello, las siguientes recomendaciones sólo pretenden destacar algunos aspectos que tienen decisiva influencia en la correcta ejecución de las mezclas bituminosas.

5.1. Formación de acopios

Es indispensable conocer las características de los materiales acopiados y su variabilidad con objeto de estudiar su posible repercusión sobre la fórmula de trabajo adoptada. Ello requiere:

- controlar las características de los áridos durante la formación de los acopios
- tener acopiado, antes de iniciar la fabricación, un volumen de material suficientemente representativo
- disponer de tiempo suficiente, antes de iniciar la fabricación, para ajustar la fórmula de trabajo a las características del material acopiado.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares debe proscribir el empleo de acopios cuya formación no haya sido debidamente controlada. Debe asimismo fijar el volumen mínimo de material que ha de estar acopiado antes de iniciarse la fabricación, y la antelación con que deben formarse los acopios.

A título orientativo, se recomienda que un mes antes de la iniciación del proceso de fabricación se encuentre acopiada la mitad del material necesario para realizar la obra. En obras de gran importancia, la anterior cantidad podría reducirse al volumen su ficiente para cubrir las necesidades teóricas de la planta durante 300 horas de trabajo.

5.2. Compactación en obra

La densidad en obra será superior al 97% de la densidad obtenida en laboratorio en el ensayo Marshall.

Para que sea posible obtener esta densidad es preciso que la mezcla proyectada posea una manejabilidad suficiente y que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares defina el tipo de maquinaria a emplear e incluso condicione su aceptación a la realización previa de un tramo experimental.

También es conveniente tener en cuenta las ventajas que, a efectos de compactación, presentan las capas espesas de mezcla bituminosa.

5.3. Control de calidad

El control de calidad debe atenerse a un plan cuidadosamente elaborado antes de iniciarse los trabajos, en el que se especifique:

- ▼ personal dedicado a esta labor y funciones a desarrollar
- ▼ equipo y medios auxiliares a utilizar
- ▼ tipos de ensayos y frecuencia de los mismos
- ▼ criterios para interpretación de los ensayos y conducta a seguir en cada caso.

Se considera indispensable que queden perfectamente definidas las siguientes funciones:

- inspector de planta: debe tener autoridad sobre todo el proceso de fabricación, incluyendo la orden de salida de los camiones cargados. Su conducta debe atenerse a instrucciones concretas del ingeniero director de la obra.
- inspector de tajo: con autoridad sobre el proceso de extendido y compactación. Debe tener la mayor solvencia posible para garantizar una correcta puesta en obra.

Por último, se insiste en la conveniencia de que exista en todo momento la máxima coordinación entre los Servicios de Construcción y Materiales, para que el control de calidad sea satisfactorio.

Madrid, de Julio de 1972

EL DIRECTOR GENERAL,
P.D.

