



Ligantes bituminosos de reología modificada y mezclas bituminosas discontinuas en caliente para capas de pequeño espesor

Orden Circular 322/97



ESPAÑA. Dirección General de Carreteras

Orden circular 322/97 : Ligantes bituminosos de reología modificada y mezclas bituminosas discontinuas en caliente para capas de pequeño espesor / Dirección General de Carreteras. - Madrid : Ministerio de Fomento. Centro de Publicaciones, 1997

43 p. ; 30 cm. - (Serie normativas. Instrucciones de construcción)

**CARRETERAS - Pavimentos de asfalto
MATERIALES BITUMINOSOS**

625 . 85

691 . 16

**Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Fomento ©**

I.S.B.N.: 84-498-0304-7

NIPO: 161-97-022-4

Depósito Legal: M-16.295-1997

Imprime: Centro de Publicaciones

Diseño cubierta: Carmen G. Ayala

Impreso en papel reciclado

ÍNDICE

Páginas

| | |
|--|----------|
| ORDEN CIRCULAR 322/97 "LIGANTES BITUMINOSOS DE REOLOGÍA MODIFICADA Y MEZCLAS BITUMINOSAS DISCONTINUAS EN CALIENTE PARA CAPAS DE RODADURA DE PEQUEÑO ESPESOR. | 5 |
|--|----------|

| | |
|---|----------|
| 215 | |
| BETUNES ASFÁLTICOS MODIFICADOS CON POLÍMEROS | 7 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. Definición | 9 |
| 2. Condiciones generales | 9 |
| 3. Transporte y almacenamiento | 9 |
| 4. Control de calidad | 10 |
| 5. Medición y abono | 11 |

| | |
|--|-----------|
| 216 | |
| EMULSIONES BITUMINOSAS MODIFICADAS CON POLÍMEROS .. | 13 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. Definición | 15 |
| 2. Condiciones generales | 15 |
| 3. Transporte y almacenamiento | 16 |
| 4. Control de calidad | 16 |
| 5. Medición y abono | 17 |

| | |
|---|-----------|
| 543 | |
| MEZCLAS BITUMINOSAS DISCONTINUAS EN CALIENTE PARA CAPAS DE RODADURA DE PEQUEÑO ESPESOR | 19 |

| | |
|--|----|
| 1. Definición | 21 |
| 2. Materiales | 21 |
| 3. Tipo y composición de la mezcla | 24 |
| 4. Equipo necesario para la ejecución de las obras | 24 |
| 5. Ejecución de las obras | 26 |
| 6. Tramo de prueba | 30 |
| 7. Especificaciones de la unidad terminada | 31 |
| 8. Limitaciones de la ejecución | 31 |
| 9. Control de calidad | 31 |
| 10. Criterios de aceptación o rechazo | 34 |
| 11. Medición y abono | 35 |

| | |
|---|-----------|
| Prescripciones de mezclas bituminosas discontinuas en caliente para capas de rodadura de pequeño espesor que, salvo justificación en contrario, deberán figurar en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. | 37 |
|---|-----------|

ORDEN CIRCULAR 322/97 "LIGANTES BITUMINOSOS DE REOLOGÍA MODIFICADA Y MEZCLAS BITUMINOSAS DISCONTINUAS EN CALIENTE PARA CAPAS DE PEQUEÑO ESPESOR"

Los ligantes asfálticos han evolucionado en los últimos años con una tendencia a la mejora de sus propiedades reológicas y de durabilidad, frente a acciones climáticas y del tráfico cada día más intenso y pesado. Otra tendencia observada es la ampliación de sus campos de aplicación, en especial en las capas superficiales.

Durante la última década ha sido frecuente el empleo de emulsiones de reología modificada en lechadas bituminosas, en aquellos tramos en los que las características del tráfico así lo aconsejaba. Por ello, ha sido habitual incluir en los pliegos de prescripciones técnicas particulares especificaciones que regulaban su empleo. Con los betunes asfálticos de reología modificada y con las mezclas bituminosas discontinuas en caliente para capas de pequeño espesor, el proceso ha sido más lento y puntual, pero suficiente para demostrar su idoneidad técnica en determinados tipos de actuaciones.

En el momento actual, la Dirección General de Carreteras entiende que existe de los tres materiales indicados suficiente experiencia para decidir su próxima integración en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), como tres artículos nuevos de dicho Documento.

Por otra parte, resulta inexcusable el cumplimiento del procedimiento de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas establecido en la Directiva 83/189/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de marzo, y en el Real Decreto 1168/95, de 7 de julio, proceso que consumirá algún tiempo.

El apartado 1 de la Disposición adicional segunda, de la Ley de Carreteras 25/1988 de 29 de julio, así como los artículos 29, 40, 51, y el apartado 1 de la Disposición adicional segunda del R.D. 1812/1994 de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras, facultan a la Administración del Estado para determinar la normativa técnica básica de interés general, así como cualquier otra que se derive del cumplimiento de tratados, convenios, acuerdos y recomendaciones de carácter internacional suscritos por España.

Tanto el Artículo 52.2 de la Ley 13/1995 de 18 de mayo, de Contratos de las Administraciones Públicas, como el Artículo 39 del Decreto 3354/1957 de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Contratación, prevén la posibilidad de que el Gobierno establezca, previo informe de la Junta Consultiva de Contratación Administrativa, los Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales que hayan de ajustarse las obras contratadas por el Estado.

Por todo lo anterior, mientras que los artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/75), incluyendo los que se refieren a la presente Orden Circular, son informados por la Junta Consultiva de Contratación Administrativa, y aprobado por el Gobierno y superan la tramitación a nivel europeo, debido a la urgencia de emplear unas prescripciones puestas al día y cuya redacción ha sido suficientemente difundida y debatida, la Dirección General de Carreteras ha dispuesto lo siguiente:

- 1º) Serán de aplicación en los Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares los artículos:
 - Artículo 215 Betunes asfálticos modificados con polímeros.
 - Artículo 216 Emulsiones bituminosas modificadas con polímeros.

- Artículo 543 Mezclas bituminosas discontinuas en caliente para capas de rodadura de pequeño espesor .
Que acompañan como anexos a la presente Orden Circular.

2º) Definir el ámbito de aplicación de la presente Orden Circular y de sus anejos a los siguientes tipos de proyectos, obras y actuaciones en general:

- Proyectos de carreteras de nueva construcción, de acondicionamiento y/o rehabilitación de las existentes, cuya Orden de Estudio se autorice, o el proyecto se encuentre en fase de redacción, con posterioridad a la fecha de entrada en vigor a la presente Orden Circular.
- Otros tipos de proyectos y obras; incluso las obras de reposición y conservación, cuya Orden de Estudio se autorice con posterioridad a la fecha de entrada en vigor a la presente Orden Circular.
- En el caso de obras en fase de licitación o adjudicadas, se elevará consulta a las Subdirecciones Generales de Construcción, o de Conservación y Explotación de esta Dirección General, según corresponda, acerca de la conveniencia de proceder a modificar el contrato para adecuarlo a lo previsto en la presente Orden Circular.

Madrid, a 24 de febrero de 1997

EL DIRECTOR GENERAL DE CARRETERAS

Juan Francisco Lazcano Acedo

215

**BETUNES ASFÁLTICOS
MODIFICADOS CON POLÍMEROS**

215

BETUNES ASFÁLTICOS MODIFICADOS CON POLÍMEROS

1 DEFINICIÓN Se definen como betunes asfálticos modificados con polímeros los ligantes hidrocarbonados resultantes de la interacción física y/o química de polímeros, con un betún asfáltico, de los definidos en el artículo 211 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (O.M. de 21 de enero de 1988), y parcialmente modificada posteriormente por Orden Ministerial de 8 de mayo de 1989.

2 CONDICIONES GENERALES Los betunes asfálticos modificados con polímeros deberán presentar un aspecto homogéneo y estar prácticamente exentos de agua, de modo que no formen espuma cuando se calienten a la temperatura de empleo.

Se consideran comprendidos, dentro de esta unidad de obra, los betunes modificados suministrados a granel y los que se fabriquen en el lugar de empleo, en instalaciones específicas independientes. Quedan sin embargo excluidos, los obtenidos a partir de adiciones incorporadas a los áridos o en el mezclador de la planta de fabricación de la unidad de obra de la que formen parte.

La designación del tipo de betún asfáltico modificado con polímeros se compondrá de las letras BM, seguidas de otra letra y un número que indiquen el tipo a que pertenecen, según lo especificado la Tabla 215.1.

No obstante lo anterior, podrán también utilizarse betunes asfálticos modificados con polímeros importados de otros Estados miembros de la Unión Europea, aunque designados eventualmente de forma distinta de la expresada, simplemente cambiando las letras si fuera preciso, y sin que ello suponga la realización de nuevos ensayos, si de los documentos que acompañen a estos betunes asfálticos se desprendiera claramente que se trata efectivamente de betunes modificados con polímeros idénticos a los que se designan en España por otras letras. Incluso si dichos betunes se hubieran fabricado con arreglo a prescripciones diferentes de las que se contienen en el presente artículo, podrán utilizarse si asegurasen un comportamiento y un nivel de protección exigido en cuanto a seguridad, salud y aptitud de uso equivalente al que proporcionan éstas. Se tendrán en cuenta, para todo ello, los resultados de los ensayos que hubieran realizado las Autoridades competentes de los citados Estados, con arreglo a sus propias normas.

La viscosidad del betún asfáltico modificado deberá ser compatible con la temperatura de fabricación de la unidad de obra correspondiente, inferior a ciento noventa grados Celsius (190°C) para los betunes BM-1, e inferior a ciento ochenta grados Celsius (180°C) para el resto de los betunes especificados en el presente artículo.

Además y de acuerdo con su designación, cumplirán las prescripciones que se señalan en la tabla 215.1.

3 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO Cuando no se fabrique en el lugar de empleo, el betún asfáltico modificado con polímeros se transportará a granel en cisternas perfectamente calorifugadas y provistas de termómetros situados en puntos bien visibles. Las cisternas deberán estar dotadas de su propio sistema de calefacción, capaz de evitar que, por cualquier accidente, la temperatura del producto baje excesivamente.

Las cisternas empleadas para el transporte de betún asfáltico modificado con polímeros estarán dotadas de medios mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los depósitos de almacenamiento; a tal fin serán preferibles las bombas de tipo rotativo, a las centrífugas. Dichas bombas deberán estar calefactadas o poderse limpiar perfectamente después de cada utilización.

El betún asfáltico modificado con polímeros se almacenará en uno o varios tanques, adecuadamente aislados entre sí, que deberán estar provistos de bocas de ventilación para evitar que trabajen a presión, y que contarán con los aparatos de medida y seguridad necesarios, situados en puntos de fácil acceso. Los tanques deberán estar calorifugados y provistos de termómetros situados en puntos bien visibles, y de su propio sistema de calefacción, capaz de evitar que, por cualquier accidente, la temperatura del producto se desvíe, de la fijada para el almacenamiento, en más de diez grados Celsius (10°C).

Todas las tuberías a través de las cuales tenga que pasar el betún asfáltico modificado con polímeros, desde la cisterna de transporte al tanque de almacenamiento y de éste al equipo de empleo, deberán estar dotadas de calefacción o estar aisladas térmicamente.

El tiempo máximo de almacenamiento y la necesidad o no de disponer de sistemas de homogeneización en el transporte y en los tanques de almacenamiento, se determinarán de acuerdo con las características del ligante modificado.

El Director de las Obras comprobará, con la frecuencia que crea necesario, las condiciones del almacenamiento y sistemas de transporte y trasiego, en todo cuanto pueda afectar a la calidad del material; y de no ser de su conformidad, suspenderá, la utilización del contenido de ese tanque o cisterna hasta la comprobación de las características que estime conveniente, entre las indicadas en la tabla 215.1.

4 CONTROL DE CALIDAD

Cada partida de betún asfáltico modificado con polímeros que llegue a obra vendrá acompañada de un albarán, una hoja de características con los resultados de los análisis y ensayos correspondientes a la producción a la que pertenezca la partida suministrada, y un certificado de garantía de calidad que exprese el cumplimiento de las características exigidas al tipo de betún modificado solicitado, de acuerdo con la tabla 215.1. Si el fabricante tuviera para este producto un sello o marca de calidad oficialmente reconocido por un Estado miembro de la Unión Europea, y lo hiciera constar en el albarán, no precisará acompañar el certificado de garantía.

El albarán expresará claramente los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora.
- Fecha de fabricación y de suministro.
- Identificación del vehículo que lo transporta.
- Cantidad que se suministra.
- Tipo de betún modificado solicitado, de acuerdo con la denominación especificada en el presente artículo.
- Nombre y dirección del comprador y destino.
- Referencia del pedido.
- En su caso, expresión del sello o marca de calidad para este producto.

La hoja de características expresará claramente, al menos:

- Referencia del albarán de la remesa.
- Denominación del betún modificado.
- Valores de penetración a veinticinco grados Celsius (25°C), según la Norma NLT-124; punto de reblandecimiento (anillo y bola), según la Norma NLT-125, y recuperación elástica, según la Norma NLT-329.

Para los betunes asfálticos modificados con polímeros importados de otros Estados miembros de la Unión Europea que no se correspondan con los especificados en el presente artículo se tendrán en cuenta los resultados de los ensayos que se hayan realizado en otro Estado miembro, si estuvieran disponibles, y no se repetirán innecesariamente los mismos ensayos. Para ello, los laboratorios en cuestión deberán ofrecer unas garantías ra-

zonables y satisfactorias en cuanto a su cualificación técnica y profesional y a su independencia (por ejemplo, de acuerdo con la EN 45000).

A petición del Director de las Obras, el fabricante deberá facilitar además los siguientes datos:

- Valores del resto de las características de calidad especificadas en la tabla 215.1.
- La curva de peso específico en función de la temperatura.
- La temperatura recomendada para el mezclado.
- La temperatura máxima de calentamiento.

De cada partida se tomarán cuatro (4) muestras de al menos dos kilos quinientos gramos (2,5 kg), con arreglo a la Norma NLT-121, dos (2) en la recepción de la partida suministrada y dos (2) en las salidas del tanque de almacenamiento hacia el mezclador, conservando una (1) muestra de cada punto de toma hasta el final del período de garantía. Sobre las otras se hará la determinación de su penetración, según la Norma NLT-124, punto de reblandecimiento, según la Norma NLT-125 y recuperación elástica, según la Norma NLT-329.

En el caso de betunes asfálticos modificados con polímeros fabricados en el lugar de empleo, se tomarán cuatro (4) muestras cada cincuenta toneladas (50 t) de producto fabricado y al menos cuatro (4) cada jornada de trabajo. Dos (2) de las muestras se tomarán de las tuberías de salida de la instalación de fabricación del ligante modificado y las otras dos (2) de las tuberías de salida de los tanques de almacenamiento en el momento de empleo, conservando una (1) muestra de cada punto de toma hasta el final del período de garantía.

Una (1) vez cada mes de obra, como mínimo tres (3) veces durante la ejecución de la obra, por cada tipo y composición de betún modificado, y cuando lo indique el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se realizarán los ensayos necesarios para la comprobación de las características especificadas en la tabla 215.1.

Si el betún asfáltico modificado con polímeros hubiera estado almacenado en condiciones atmosféricas normales y con agitación en las cisternas, durante un plazo superior a quince (15) días antes de su empleo, se realizarán, con al menos dos (2) muestras, una de la parte superior y otra de la inferior del depósito de almacenamiento, los ensayos de penetración y punto de reblandecimiento, que, comparados con los resultados de los ensayos a la llegada a obra, deberán cumplir las especificaciones de estabilidad de la tabla 215.1. Si no cumple lo establecido para estas características, se procederá a su homogeneización y realización de nuevos ensayos, o a su retirada. En condiciones anormales, el Director de las Obras podrá disminuir el plazo de quince (15) días, anteriormente indicado para la comprobación de las condiciones de almacenamiento del betún asfáltico modificado con polímeros.

Los resultados de todos los ensayos deberán cumplir los límites especificados en la tabla 215.1 para cada una de las características del betún asfáltico modificado con polímeros.

5 MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono del betún asfáltico modificado con polímeros se realizará según lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la unidad de obra de la que forme parte.

En acopios, el betún asfáltico modificado con polímeros se abonará por toneladas (t) realmente acopiadas.

TABLA 215.1 - ESPECIFICACIONES DE BETUNES ASFÁLTICOS MODIFICADOS CON POLÍMEROS

| CARACTERÍSTICA | UNIDAD | NORMAS NLT | BM-1 | | BM-2 | | BM-3a | | BM-3b | | BM-3c | | BM-4 | | BM-5 | |
|--|-------------------------------|------------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|
| | | | mín. | máx. | mín. | máx. | mín. | máx. | mín. | máx. | mín. | máx. | mín. | máx. | mín. | máx. |
| BETÚN ORIGINAL | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN (25°C; 100g; 5s) | 0,1 mm | 124 | 15 | 30 | 35 | 50 | 55 | 70 | 55 | 70 | 55 | 70 | 80 | 130 | 150 | 200 |
| PUNTO DE REBLANDECIMIENTO (A y B) | °C | 125 | 70 | | 65 | | 58 | | 60 | | 65 | | 60 | | 55 | |
| PUNTO DE FRAGILIDAD FRAASS | °C | 182 | | -4 | | -8 | | -10 | | -12 | | -15 | | -15 | | -20 |
| DUCTILIDAD (5cm/min) | a 5°C | 126 | | | 2 | | 4 | | 25 | | 30 | | 40 | | 50 | |
| | a 25°C | 126 | 10 | | | | | | | | | | | | | |
| FLOTADOR (60°C) | s | 183 | 3000 | | 2000 | | 700 | | 1200 | | 2000 | | 1200 | | 1200 | |
| ESTABILIDAD AL ALMACENAMIENTO(*): diferencia Punto Reblandecimiento | °C | 328 y 125 | | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | | 5 |
| | diferencia Penetración (25°C) | 328 y 124 | | 5 | | 8 | | 10 | | 10 | | 10 | | 12 | | 20 |
| RECUPERACIÓN ELÁSTICA | 25°C | 329 | | | 10 | | 15 | | 40 | | 70 | | 60 | | 60 | |
| | 40°C | 329 | 15 | | | | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO EN AGUA (en volumen) | % | 123 | | 0,2 | | 0,2 | | 0,2 | | 0,2 | | 0,2 | | 0,2 | | 0,2 |
| PUNTO DE INFLAMACIÓN v/a | °C | 127 | 235 | | 235 | | 235 | | 235 | | 235 | | 220 | | 200 | |
| DENSIDAD RELATIVA (25°C/25°C) | | 122 | 1,0 | | 1,0 | | 1,0 | | 1,0 | | 1,0 | | 1,0 | | 1,0 | |
| RESIDUO DESPUÉS DE PELÍCULA FINA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VARIACIÓN DE MASA | % | 185 | | 0,8 | | 0,8 | | 1,0 | | 1,0 | | 1,0 | | 1,4 | | 1,5 |
| PENETRACIÓN (25°C; 100g; 5s) | % p.o. | 124 | 70 | | 70 | | 65 | | 65 | | 65 | | 60 | | 55 | |
| VARIACIÓN DEL PUNTO DE REBLANDEC. | °C | 125 | -4 | +8 | -4 | +8 | -5 | +10 | -5 | +10 | -5 | +10 | -6 | +10 | -6 | +10 |
| DUCTILIDAD (5cm/min) | a 5°C | 126 | | | 1 | | 2 | | 12 | | 15 | | 20 | | 25 | |
| | a 25°C | 126 | 5 | | | | | | | | | | | | | |

(*) No se exigirá esta prescripción cuando los elementos de transporte y almacenamiento estén provistos de un sistema de homogeneización adecuado, aprobado por el Director de las Obras.

216

**EMULSIONES BITUMINOSAS
MODIFICADAS CON POLÍMEROS**

216 EMULSIONES BITUMINOSAS MODIFICADAS CON POLÍMEROS

1 DEFINICIÓN Se definen como emulsiones bituminosas modificadas con polímeros las dispersiones de pequeñas partículas de un ligante hidrocarbonado y de un polímero en una solución de agua y un agente emulsionante de carácter aniónico o catiónico, lo que determinará la denominación de la emulsión.

2 CONDICIONES GENERALES Las emulsiones bituminosas modificadas con polímeros se fabricarán con betún asfáltico modificado de los definidos en el artículo 215 de la presente Orden Circular, o con un betún asfáltico de los especificados en el artículo 211 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes, (O.M. de 21 de enero de 1988, parcialmente modificada posteriormente por O.M. de 8 de mayo de 1989) y polímero, agua, emulsionantes y, en su caso, fluidificantes y deberán presentar un aspecto homogéneo y una adecuada dispersión del betún en la fase acuosa.

La designación de las emulsiones bituminosas modificadas con polímeros se realizará mediante las letras EA ó EC, representativas del tipo de emulsionante utilizado en su fabricación -aniónico o catiónico-, seguidas de la letra R, M ó L, según su tipo de rotura -rápida, media o lenta-, seguidas, eventualmente, de un guión (-) y del número 0, 1, 2 ó 3, indicador de su contenido de betún residual, y seguidos de la letra m y , en su caso, de la letra d. En función del tipo de aplicación se podrán utilizar los tipos definidos en la tabla 216.1, y cuyas características deberán cumplir las exigencias que se especifican en dicha tabla.

No obstante lo anterior, podrán también utilizarse emulsiones bituminosas modificadas con polímeros importadas de otros Estados miembros de la Unión Europea, aunque designadas eventualmente de forma distinta de la expresada, simplemente cambiando las letras si fuera preciso, y sin que ello suponga la realización de nuevos ensayos, si de los documentos que acompañen a estas emulsiones bituminosas se desprendiera claramente que se trata efectivamente de emulsiones bituminosas modificadas con polímeros idénticas a las que se designan en España por otras letras. Incluso si dichas emulsiones se hubieran fabricado con arreglo a prescripciones diferentes de las que se contienen en el presente artículo, podrán utilizarse si asegurasen un comportamiento y un nivel de protección exigido en cuanto a seguridad, salud y aptitud de uso equivalente al que proporcionan éstas. Se tendrán en cuenta, para todo ello, los resultados de los ensayos que hubieran realizado las Autoridades competentes de los citados Estados, con arreglo a sus propias normas.

Las emulsiones tipo ECL-2 que no cumplan la especificación de mezcla con cemento podrán ser aceptadas por el Director de las Obras, previa comprobación de su idoneidad para el uso a que se destinen.

Los valores límites para la adhesividad y envuelta y los métodos para determinarlos, serán los que se especifiquen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la unidad de obra de la que forme parte.

Si la partida fuera identificable, y el contratista presentare una hoja de ensayos, suscrita por un laboratorio aceptado por el Ministerio de Fomento, o por otro laboratorio de pruebas u Organismo de control o certificación acreditado en un Estado miembro de la Unión Europea sobre la base de las prescripciones técnicas correspondientes, se efectuarán únicamente los ensayos que sean precisos para completar dichas series, bien entendido que la presentación de dicha hoja no afectará en ningún caso a la realización ineludible de los ensayos de identificación del tipo de emulsión y de destilación, y sobre el residuo por evaporación los ensayos de penetración, punto de reblandecimiento y recuperación elástica.

3 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El Director de las Obras comprobará, con la frecuencia que crea necesario, las condiciones del almacenamiento y sistemas de transporte y trasiego en todo cuanto pueda afectar a la calidad del material; y de no ser de su conformidad, suspenderá, la utilización del contenido de ese tanque o cisterna hasta la comprobación de las características que estime conveniente, de las indicadas en la tabla 216.1.

Las emulsiones bituminosas modificadas con polímeros se podrán transportar en cisternas ordinarias, sin aislamiento ni sistema de calefacción, incluso en las empleadas normalmente para el transporte de otros líquidos, siempre que antes de su carga estén completamente limpias. Estarán dotadas de medios mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los depósitos de almacenamiento, que se deberán limpiar perfectamente después de cada utilización.

La emulsión a granel se almacenará en uno o varios tanques, adecuadamente aislados entre sí, que deberán estar provistos de bocas de ventilación para evitar que trabajen a presión, y que contarán con los aparatos de medida y seguridad necesarios, situados en puntos de fácil acceso.

Todas las tuberías utilizadas para el trasvase de la emulsión, desde la cisterna de transporte al tanque de almacenamiento y de éste al equipo de empleo, deberán estar dispuestas de modo que se puedan limpiar fácilmente, después de cada aplicación y/o jornada de trabajo.

4 CONTROL DE CALIDAD

Cada partida que se suministre a obra vendrá acompañada de un albarán, una hoja de características con los resultados de los análisis y ensayos correspondientes a la producción a la que pertenezca la partida suministrada y un certificado de garantía de calidad que exprese el cumplimiento de las características exigidas al tipo solicitado de emulsión bituminosa modificada con polímeros, de acuerdo con la tabla 216.1. Si el fabricante tuviera para este producto un sello o marca de calidad oficialmente reconocido por un Estado miembro de la Unión Europea, y lo hiciera constar en el albarán, no precisará acompañar el certificado de garantía.

El albarán expresará claramente los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora.
- Fecha de fabricación y de suministro.
- Identificación del vehículo que lo transporta.
- Cantidad que se suministra.
- Tipo solicitado de emulsión bituminosa modificada con polímeros, de acuerdo con la denominación especificada en el presente artículo.
- Nombre y dirección del comprador y destino.
- Referencia del pedido.
- En su caso, expresión del sello o marca de calidad para este producto.

La hoja de características expresará claramente al menos:

- Referencia del albarán de la remesa.
- Denominación de la emulsión bituminosa modificada con polímeros.
- Contenido de betún asfáltico residual, según la Norma NLT-139.
- Resultados de los ensayos realizados con el residuo por evaporación, según la Norma NLT-147; de la penetración, según la Norma NLT-124, punto de reblandecimiento, según la Norma NLT-125 y la recuperación elástica, según la Norma NLT-329.

Para las emulsiones bituminosas modificadas con polímeros importadas de otros Estados miembros de la Unión Europea, que no se correspondan con las especificadas en el presente artículo, se tendrán en cuenta los resultados de los ensayos que se hayan realizado en otro Estado miembro, si estuvieran disponibles, y no se repetirán innee-

sariamente los mismos ensayos. Para ello, los laboratorios en cuestión deberán ofrecer unas garantías razonables y satisfactorias en cuanto a su cualificación técnica y profesional y a su independencia (por ejemplo, de acuerdo con la EN 45000).

A petición del Contratista, o del Director de las Obras, el fabricante deberá facilitar además los valores del resto de las características especificadas en la tabla 216.1.

A la llegada a obra de cada partida, según proceda, se inspeccionará el estado de los bidones o cisternas y el Director de las Obras manifestará su conformidad o reparos para el almacenamiento y control de características del material.

De la partida se tomarán cuatro (4) muestras, de al menos dos kilos quinientos gramos (2,5 kg), con arreglo a la Norma NLT-121, dos en la recepción de la partida suministrada y dos en las salidas del tanque de almacenamiento en el momento de empleo, conservando una (1) muestra de cada punto de toma hasta el final del período de garantía. Sobre el residuo por evaporación (NLT-147) de las otras se hará la determinación de su penetración, según la Norma NLT-124; punto de reblandecimiento, según la Norma NLT-125 y recuperación elástica, según la Norma NLT-329.

Una (1) vez cada mes de obra, como mínimo tres (3) veces durante la ejecución de la obra, por cada tipo y composición de emulsión, y cuando lo indique el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se realizarán los ensayos necesarios para la comprobación de las características especificadas en la tabla 216.1.

Si la emulsión hubiera estado almacenada en condiciones atmosféricas normales durante un plazo superior a quince (15) días, antes de su empleo se realizarán, como mínimo, los ensayos de contenido de betún asfáltico residual, según la Norma NLT-139, y tamizado, según la Norma NLT-142, sobre dos muestras representativas de las partes superior e inferior de la emulsión almacenada. Si no cumpliera lo establecido para estas características, se procederá a su homogeneización y realización de nuevos ensayos, o a su retirada.

En condiciones atmosféricas especiales, el Director de las Obras podrá disminuir el plazo de quince días, anteriormente indicado para la comprobación de las condiciones de almacenamiento de la emulsión.

Además de lo anteriormente establecido, cuando el Director de las Obras lo estime conveniente, se llevarán a cabo los ensayos necesarios para la comprobación de las características que considere oportuno, de las especificadas en la tabla 216.1. Se rechazará toda emulsión que no cumpla alguna de las condiciones establecidas.

5 MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono de las emulsiones bituminosas modificadas con polímeros se realizará según lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la unidad de obra de la que forme parte.

En acopios, las emulsiones bituminosas modificadas con polímeros se abonarán por toneladas (t) realmente acopiadas.

TABLA 216.1 - EMULSIONES BITUMINOSAS MODIFICADAS CON POLÍMEROS

| CARACTERÍSTICA | UNIDAD | NORMAS NLT | ECR-1-m | | ECR-2-m | | ECR-3-m | | ECM-m | | EAM-m | | ECL-2-m | |
|---|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|------|-------|------|------------|------------|
| | | | mín. | máx. | mín. | máx. | mín. | máx. | mín. | máx. | mín. | máx. | mín. | máx. |
| EMULSIÓN ORIGINAL | | | | | | | | | | | | | | |
| VISCOSIDAD SAYBOLT: | Furol, a 25°C | s | | 50 | | | | | | | | 40 | | 50 |
| | Furol, a 50°C | s | | | 20 | | 40 | | | | | | | |
| CARGA DE LAS PARTÍCULAS | | | | | | | | | | | | | | |
| CONTENIDO DE AGUA (en volumen) | % | 137 | | 43 | | 37 | | 32 | | 35 | | 40 | | 40 |
| BETÚN ASFÁLTICO RESIDUAL | % | 139 | 57 | | 63 | | 67 | | 59 | | 57 | | 60 | |
| FLUIDIFICANTE POR DESTILACIÓN | % | 139 | | 5 | | 5 | | 2 | | 12 | | 10 | | 0 |
| SEDIMENTACIÓN (a los 7 días) | % | 140 | | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | | 10 |
| TAMIZADO (retenido en tamiz UNE 800µm) | % | 142 | | | | | | | | | | | | |
| MEZCLA CON CEMENTO | % | 144 | | | | | | | | | | | | 2 |
| ≤ 0,10 | | | | | | | | | | | | | | |
| RESIDUO POR EVAPORACIÓN A 163 °C (NLT-147) | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRACIÓN (25 °C; 100g; 5s) | 0,1 mm | 124 | 120 *50 | 200 *90 | 120 *50 | 200 *90 | 120 *50 | 200 *90 | 100 | 220 | 100 | 220 | 100 *50 | 150 *90 |
| PUNTO DE REBLANDECIMIENTO (A Y B) | °C | 125 | 45 *55 | | 45 *55 | | 45 *55 | | 40 | | 40 | | 45 *55 | |
| DUCTILIDAD (5 °C; 5cm/min) | cm | 126 | | | | | | | | | | | | ≥ 10 |
| RECUPERACIÓN ELÁSTICA (25 °C; torsión) | % | 329 | | | | | | | | | | | | ≥ 12 |

(*) Estas emulsiones con residuos de destilación más duros, se designan con el tipo correspondiente, seguido de la letra **d**. (ejemplo ECR-1d-m)

543

**MEZCLAS BITUMINOSAS
DISCONTINUAS EN CALIENTE
PARA CAPAS DE RODADURA DE
PEQUEÑO ESPESOR**

MEZCLAS BITUMINOSAS DISCONTINUAS EN CALIENTE PARA CAPAS DE RODADURA DE PEQUEÑO ESPESOR

1 DEFINICIÓN Se define como mezcla bituminosa discontinua en caliente, para capas de rodadura de pequeño espesor, aquella cuyos materiales son la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos que presentan una discontinuidad granulométrica muy acentuada en la arena, polvo mineral y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación obliga a calentar el ligante y los áridos (excepto, eventualmente, el polvo mineral de aportación), y su puesta en obra debe realizarse a una temperatura superior a cien grados Celsius (100°C).

A efectos de aplicación se podrán distinguir dos husos granulométricos con tamaño máximo de ocho y diez milímetros (8 y 10 mm), con cada uno de los cuales podrán fabricarse mezclas discontinuas para capas finas propiamente dichas (tipo F) para emplear en espesores comprendidos entre dos y tres centímetros y medio (2 y 3,5 cm); y mezclas bituminosas discontinuas monogranulares, tipo M, para capas de espesores comprendidos entre uno y dos centímetros (1 y 2 cm).

Su ejecución comprenderá las siguientes operaciones:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
- Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo.
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
- Extendido y compactación de la mezcla.

2 MATERIALES 2.1 Ligante hidrocarbonado

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear, el cual, salvo justificación en contrario, deberá cumplir las especificaciones del artículo 211 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (O.M. de 21 de enero de 1988, parcialmente modificada posteriormente por O.M. de 8 de mayo de 1989), o del artículo 215 de la presente Orden Circular.

En el supuesto de utilizar betunes con adiciones no incluídos en los artículos 211 ó 215 indicados, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras, establecerá el tipo de adición y las especificaciones que deberán cumplir, tanto el ligante como las mezclas bituminosas resultantes. La dosificación y el modo de dispersión de la adición deberán ser aprobados por el Director de las Obras.

En el caso de incorporación de fibras como modificadoras de la reología del ligante y/o de la mezcla, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, determinará su proporción, así como la del ligante utilizado, de tal manera que se garantice un comportamiento en mezcla semejante al que se obtuviera de emplear un ligante asfáltico de los especificados en el artículo 215 de la presente Orden Circular.

2.2 Áridos

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Antes de pasar por el secador de la central de fabricación, el equivalente de arena, según la Norma UNE 83131, del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluído el polvo mineral) según las proporciones fijadas en la fórmula de traba-

jo, deberá ser superior a cincuenta (50). De no cumplirse esta condición, su índice de azul de metileno, según la Norma UNE 83 130, deberá ser inferior a uno (1).

Los áridos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras, definirá los ensayos para determinar la inalterabilidad del material.

2.2.1 Árido grueso

2.2.1.1 Definición

Se define como árido grueso la parte del árido total retenida en el tamiz UNE 2,5 mm.

2.2.1.2 Condiciones generales

El árido grueso se obtendrá triturando piedra de cantera o grava natural. El rechazo a tamiz UNE 5 mm deberá contener una proporción mínima de partículas que presenten dos (2) o más caras de fractura, según la Norma NLT-358, no inferior al límite fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

2.2.1.3 Limpieza

El árido grueso deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa. Su contenido ponderal de impurezas, según la Norma NLT-172, deberá ser inferior al cinco por mil (0,5 %); en caso contrario, el Director de las Obras podrá exigir su limpieza por lavado, aspiración u otros métodos por él aprobados, y una nueva comprobación.

2.2.1.4 Calidad

El valor máximo del coeficiente de desgaste Los Angeles del árido grueso, según la Norma UNE 83116, vendrá fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El valor mínimo del coeficiente de pulido acelerado del árido grueso a emplear según la Norma NLT-174, vendrá fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

2.2.1.5 Forma

El valor máximo del índice de lajas de las distintas fracciones del árido grueso, según la Norma NLT-354, vendrá fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

2.2.1.6 Adhesividad

Salvo justificación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se considerará suficiente la adhesividad si la proporción de árido grueso totalmente envuelto después del ensayo de inmersión en agua, según la Norma NLT-166, es superior al noventa y cinco por ciento (95%).

Se podrá mejorar la adhesividad entre el árido y el ligante hidrocarbonado mediante activantes, o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras establecerá las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y las mezclas resultantes.

2.2.2 Árido fino

2.2.2.1 Definición

Se define como árido fino la parte del árido total cernida por el tamiz UNE 2,5 mm y retenida por el tamiz UNE 80 µm.

2.2.2.2 Condiciones generales

El árido fino deberá proceder de la trituración de piedra de cantera o grava natural en su totalidad, o en parte de yacimientos naturales. En este último caso el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras, deberá señalar la proporción máxima de árido fino natural a emplear en la mezcla.

2.2.2.3 Limpieza

El árido fino deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas.

2.2.2.4 Calidad

Cuando el material que se triture para obtener árido fino sea de la misma naturaleza que el árido grueso, deberá cumplir las condiciones exigidas en el apartado 543.2.2.1.4 sobre coeficiente de desgaste Los Ángeles.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá aceptar el empleo de áridos finos de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la adhesividad, pero en ningún caso procederá de áridos gruesos con coeficiente de desgaste Los Angeles inferior a veinticinco (25).

2.2.2.5 Adhesividad

Salvo especificación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se considerará que es suficiente la adhesividad cuando el índice a que se refiere la Norma NLT-355, sea superior a cuatro (4).

Se podrá mejorar la adhesividad entre el árido y el ligante hidrocarbonado mediante activantes, o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras, establecerá las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y las mezclas resultantes.

2.2.3 Polvo mineral

2.2.3.1 Definición

Se define como polvo mineral la parte del árido total cernida por el tamiz UNE 80 µm.

2.2.3.2 Condiciones generales

El polvo mineral podrá proceder de los áridos, separándose de ellos por extracción en la central de fabricación, o bien aportarse a la mezcla por separado de aquéllos, como un producto comercial o especialmente preparado.

Las proporciones mínimas del polvo mineral de aportación se fijarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Si éste exigiera una proporción mínima de aportación, el polvo mineral que quede inevitablemente adherido a los áridos, tras su paso por el secador, en ningún caso podrá rebasar el dos por ciento (2 %) del peso de la mezcla. Sólo si se asegurase que el polvo mineral procedente de los áridos cumple las condiciones

exigidas al de aportación, podrá el Director de las Obras modificar la proporción mínima de éste, fijada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

2.2.3.3 Finura y actividad

La densidad aparente del polvo mineral, según la norma NLT-176, deberá estar comprendida entre cinco y ocho decigramos por centímetro cúbico (0,5 a 0,8 g/cm³).

El coeficiente de emulsibilidad, según la Norma NLT-180, deberá ser inferior a seis décimas (0,6).

2.3 Adiciones

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará las adiciones que pueden utilizarse, estableciendo las especificaciones que tendrán que cumplir.

3 TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

El tipo, composición y características de la mezcla bituminosa discontinua en caliente, para capas finas, vendrán definidos por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La relación ponderal entre los contenidos de polvo mineral y ligante hidrocarbonado en la mezcla bituminosa deberá fijarse, en su caso, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

4.1 Central de fabricación

Las mezclas bituminosas discontinuas en caliente para capas finas se fabricarán mediante centrales de mezcla continua o discontinua, capaces de manejar, simultáneamente en frío, el número de fracciones del árido que exija la fórmula de trabajo adoptada. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especificará la producción horaria mínima de la central.

El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del ligante hidrocarbonado deberá poder permitir su recirculación y calentamiento a la temperatura de empleo. En la calefacción del ligante se evitará, en todo caso, el contacto del ligante con elementos metálicos de la caldera a temperaturas superiores a la de almacenamiento. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc. deberán estar provistos de calefactores o aislamientos. La descarga de retorno del ligante a los tanques de almacenamiento estará siempre sumergida. Se dispondrán termómetros, especialmente en la boca de salida al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de dispositivos para tomar muestras y para comprobar la calibración del dosificador.

Las tolvas para áridos en frío, deberán tener paredes resistentes y estancas, así como bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente y cuya separación sea efectiva para evitar intercontaminaciones; su número mínimo será función del número de fracciones de árido que exija la fórmula de trabajo adoptada, pero, en todo caso, no será inferior a tres (3).

Las tolvas deberán asimismo estar provistas de dispositivos de dosificación a su salida, que puedan ser mantenidos en cualquier ajuste.

En centrales de mezcla continua con tambor secador-mezclador, el sistema de dosificación deberá ser ponderal, al menos para la arena y para el conjunto de los áridos, y deberá tener en cuenta la humedad de éstos para corregir la dosificación en función de ella;

en los demás tipos de central el Director de las Obras podrá autorizar sistemas de dosificación volumétrica de los áridos en frío, siempre y cuando se compruebe la homogeneidad y uniformidad del producto elaborado.

La central deberá estar provista de un secador que permita calentar los áridos a la temperatura fijada en la fórmula de trabajo, extrayendo de ellos una proporción de polvo mineral tal que su dosificación se ajuste a la fórmula de trabajo. El sistema extractor deberá evitar la emisión de polvo mineral a la atmósfera y el vertido de lodos a cauces, de acuerdo con la legislación aplicable.

La central deberá tener sistemas separados de almacenamiento y dosificación del polvo mineral recuperado y de aportación, los cuales deberán ser independientes de los correspondientes al resto de los áridos y estar protegidos de la humedad.

Las centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador, deberán estar provistas de un sistema de clasificación de los áridos en caliente -de capacidad acorde con su producción- en un número de fracciones no inferior a tres (3), y de silos para almacenarlas. Estos silos deberán tener paredes resistentes, estancas y de altura suficiente para evitar intercontaminaciones, con un rebosadero para evitar que un exceso de contenido se vierta en los contiguos o afecte al funcionamiento del sistema de dosificación. Un dispositivo de alarma, claramente perceptible por el operador, deberá avisarle cuando el nivel del silo baje del que proporcione el caudal calibrado. Cada silo permitirá tomar muestras de su contenido, y su compuerta de desagüe deberá ser estanca y de accionamiento rápido. La central deberá estar provista de indicadores de la temperatura de los áridos, con sensores a la salida del secador y, en su caso, en cada silo de áridos en caliente.

Las centrales de mezcla discontinua deberán estar provistas de dosificadores ponderales independientes: al menos uno (1) para los áridos calientes, cuya exactitud sea superior al medio por ciento ($\pm 0,5\%$), y al menos uno (1) para el polvo mineral y uno (1) para el ligante hidrocarbonado, cuya exactitud sea superior al tres por mil ($\pm 0,3\%$).

El ligante hidrocarbonado se distribuirá uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlen su entrada no permitirán fugas ni goteos. El sistema dosificador del ligante hidrocarbonado deberá poder calibrarse a la temperatura y presión de trabajo; en centrales de mezcla continua, deberá estar sincronizado con la alimentación de los áridos y la del polvo mineral. En centrales de mezcla continua con tambor secador-mezclador, se garantizará la difusión homogénea del ligante hidrocarbonado y que ésta se realice de forma que no exista riesgo de contacto con la llama y no pueda someterse aquél a temperaturas inadecuadas.

Si se prevé la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlas con exactitud suficiente, a juicio del Director de las Obras.

Si la central está dotada de un silo de almacenamiento de la mezcla bituminosa en caliente, su capacidad deberá garantizar el flujo normal de los elementos de transporte.

4.2 Elementos de transporte

Consistirán en camiones de caja lisa y estanca, perfectamente limpia, y que se tratará, para evitar que la mezcla bituminosa se adhiera a ella, con un producto cuya composición y dotación deberán ser aprobadas por el Director de las Obras.

La forma y altura de la caja deberá ser tal que, durante el vertido en la extendedora, el camión sólo toque a ésta a través de los rodillos provistos al efecto.

Los camiones deberán estar siempre provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla bituminosa durante su transporte.

4.3 Extendedoras

Las extendedoras deberán ser autopropulsadas y estarán dotadas de los dispositivos necesarios para extender la mezcla bituminosa en caliente con la configuración deseada y un mínimo de precompactación que deberá ser fijado por el Director de las Obras. La capacidad de sus elementos, así como su potencia, serán adecuadas al trabajo a realizar.

Se comprobará, en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienen a las tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han sido afectados por el desgaste.

La anchura mínima y máxima de extendido se fijarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Si a la extendidora se pueden acoplar elementos para aumentar su anchura, éstos deberán quedar perfectamente alineados con los de la máquina y conseguir una mezcla continua y uniforme.

La extendidora deberá estar dotada de un dispositivo automático de nivelación, y de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal.

4.4 Equipo de compactación

Se utilizarán preferentemente compactadores de rodillos metálicos que deberán ser autopropulsados, tener inversores de sentido de marcha de acción suave, y estar dotados de dispositivos para la limpieza de sus llantas durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario. Las llantas metálicas de los compactadores no presentarán surcos ni irregularidades en ellas.

Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los compactadores serán aprobadas por el Director de las Obras, y deberán ser las necesarias para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, sin producir roturas del árido, ni arrollamientos de la mezcla a la temperatura de compactación.

En zonas poco accesibles para los compactadores se podrán utilizar planchas o rodillos vibrantes de características apropiadas para lograr en dichas zonas una terminación superficial y compacidad semejante al resto de la obra.

5 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

5.1 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La ejecución de la mezcla no se iniciará en tanto no se haya aprobado por el Director de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en el laboratorio y verificada en la central de fabricación. Dicha fórmula señalará:

- La identificación y proporción de cada fracción del árido en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente.
- La granulometría de los áridos combinados, incluido el polvo mineral, empleando los tamices UNE 12,5 mm; 10 mm; 8 mm; 5 mm; 2,5 mm; 630 µm y 80 µm.
- La identificación y dosificación de ligante hidrocarbonado y, en su caso, la de polvo mineral de aportación, referida al peso total de los áridos (incluido dicho polvo mineral), y la de aditivos, referida al peso del ligante hidrocarbonado.
- En su caso, el tipo y dotación de las adiciones, referida al peso total del árido combinado.

También se señalarán:

- Los tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante.

- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante. En ningún caso se introducirá en el mezclador árido a una temperatura superior a la del ligante en más de quince grados Celsius (15°C).
- Las temperaturas máxima y mínima de la mezcla al salir del mezclador. La temperatura máxima no deberá exceder de ciento ochenta grados Celsius (180°C), salvo en centrales de tambor secador-mezclador, en las que no deberá exceder de ciento sesenta y cinco grados Celsius (165°C).
- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga de los elementos de transporte.
- La temperatura mínima de la mezcla al iniciar y terminar la compactación.

Las tolerancias admisibles, en más o en menos, respecto a la granulometría de la fórmula de trabajo, serán las siguientes, referidas al peso total de áridos (incluido el polvo mineral):

- Para tamices superiores al UNE 2,5 mm: cuatro por ciento ($\pm 4\%$).
- Para tamices comprendidos entre el UNE 2,5 mm y el UNE 80 μm : tres por ciento ($\pm 3\%$).
- Para el tamiz UNE 80 μm : uno por ciento ($\pm 1\%$).

La dosificación de ligante hidrocarbonado se fijará en función del tipo de huso y de los materiales a emplear, siguiendo los criterios especificados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, en relación con el porcentaje de huecos en mezcla, la estabilidad Marshall, según la Norma NLT-159, el índice de resistencia conservada en el ensayo de inmersión-compresión, según la Norma NLT-162, la resistencia a la deformación plástica, según la Norma NLT-173, y la pérdida por desgaste en el ensayo cántabro, según la Norma NLT-352.

Las tolerancias admisibles, en más o en menos, respecto de la dosificación ponderal de ligante hidrocarbonado de la fórmula de trabajo, serán del tres por mil ($\pm 0,3\%$), del total de áridos (incluido el polvo mineral), sin bajar del mínimo especificado en la fórmula de trabajo para la capa de que se trate.

Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director podrá exigir la corrección de la fórmula de trabajo, que se justificará mediante ensayos. Se estudiará y aprobará una nueva si varía la procedencia de alguno de los componentes, o si, durante la producción, se rebasan las tolerancias granulométricas establecidas en el apartado 543.6.1 del presente artículo.

5.2 Preparación de la superficie existente

Se comprobarán la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la mezcla bituminosa en caliente. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras, indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable antes de proceder a la extensión en la mezcla y, en su caso, a reparar las zonas con algún tipo de deterioro.

Sobre la superficie de asiento se ejecutará un riego de adherencia, según el artículo 531 del presente Pliego y las instrucciones adicionales que establezca el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, teniendo especial cuidado de que dicho riego no se degrade antes del extendido de la mezcla.

5.3 Aprovisionamiento de áridos

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Cada fracción será suficientemente homogénea y se podrá acopiar y manejar sin peligro de segregación.

El número mínimo de fracciones será de tres (3). El Director de las Obras podrá exigir un mayor número de fracciones si lo estima necesario para cumplir las tolerancias exigidas a la granulometría de la mezcla en el apartado 543.5.1 del presente artículo.

Cada fracción del árido se acopiará separada de las demás para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm) inferiores, a no ser que se pavimente aquél. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro de los áridos, se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un árido.

El volumen mínimo de acopios antes de iniciar la producción de la mezcla vendrá fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

5.4 Fabricación de la mezcla

La carga de cada una de las tolvas de áridos en frío se realizará de forma que esté siempre comprendida entre el cincuenta y el cien por cien (50 a 100 %) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones. La alimentación de la arena, aun cuando ésta fuera de un único tipo y granulometría, se efectuará dividiendo la carga entre dos tolvas.

Los dosificadores de áridos en frío se regularán de forma que se obtenga la granulometría de la fórmula de trabajo; su caudal se ajustará a la producción prevista, debiéndose mantener constante la alimentación del secador.

El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, lo que vendrá indicado por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea; la extracción por los colectores deberá regularse de forma que la cantidad y la granulometría del polvo mineral recuperado sean uniformes.

En centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador, los áridos calentados y, en su caso, clasificados, se pesarán y se transportarán al mezclador. Si la alimentación de éste fuera discontinua, después de haber introducido los áridos y el polvo mineral se agregará automáticamente el ligante hidrocarbonado para cada amasada, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado en la fórmula de trabajo.

En mezcladores continuos, el volumen del material no deberá sobrepasar los dos tercios (2/3) de la altura de las paletas, cuando éstas se encuentren en posición vertical.

A la descarga del mezclador todos los tamaños del árido deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla, y todas sus partículas total y homogéneamente cubiertas de ligante. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada en la fórmula de trabajo.

En el caso de utilizar adiciones al ligante y/o a la mezcla, se cuidará su correcta dosificación, la distribución homogénea, así como que no pierda sus características iniciales durante todo el proceso de fabricación.

5.5 Transporte de la mezcla

La mezcla bituminosa en caliente se transportará en camiones desde la central de fabricación a la extendedora. Para evitar su enfriamiento superficial, deberá protegerse du-

rante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados. En el momento de descargarla en la extendedora, su temperatura no podrá ser inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.

5.6 Extensión de la mezcla

El extendido comenzará por el borde inferior, y se realizará por franjas longitudinales. La anchura de estas franjas se fijará de manera que se realice el menor número de juntas posible y se consiga la mayor continuidad del extendido, teniendo en cuenta la anchura de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características de la extendedora y la producción de la central.

Para el extendido de mezclas discontinuas en caliente, en obras de carreteras con intensidades medias diarias superiores a diez mil (10.000)vehículos/día y/o cuando la extensión de la aplicación sea superior a setenta mil metros cuadrados (70.000 m²), en las categorías de tráfico pesado T0 a T2, las extendedoras irán provistas de un sistema de riego de adherencia incorporado a la propia máquina que garantice una dotación de él, continua y uniforme.

En obras sin mantenimiento de la circulación, con superficies a extender en calzada superiores a setenta mil metros cuadrados (70.000 m²), se realizará el extendido a todo el ancho, trabajando si fuera necesario con dos (2) o más extendedoras ligeramente desfasadas, y evitando juntas longitudinales. En los demás casos, después de haber extendido y compactado una franja, se extenderá la siguiente mientras el borde de la primera se encuentre aún caliente y en condiciones de ser compactado; en caso contrario, se ejecutará una junta longitudinal.

La mezcla bituminosa se extenderá siempre en una sola tongada. La extendedora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los planos del Proyecto, con las tolerancias establecidas en el apartado 543.7.2 del presente artículo. La temperatura a la salida de la extendedora será superior a ciento treinta y cinco grados Celsius (135°C).

El extendido se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la extendedora a la producción de la central de fabricación, de modo que aquélla no se detenga. En caso de parada, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendedora y debajo de ésta, no sea inferior a la prescrita en la fórmula de trabajo para la iniciación de la compactación; de lo contrario, se ejecutará una junta transversal.

Donde no resulte posible, a juicio del Director de las Obras, el empleo de máquinas extendedoras, la puesta en obra de la mezcla bituminosa podrá realizarse por otros procedimientos aprobados por aquél. Para ello se descargará fuera de la zona en que se vaya a extender, y se distribuirá en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los planos del proyecto, con las tolerancias establecidas en el apartado 543.6.3 del presente artículo.

5.7 Compactación de la mezcla

La compactación se realizará según el plan aprobado por el Director de las Obras en función de los resultados del tramo de prueba, aunque el número de pasadas del compactador, sin vibración, será siempre superior a seis (6); se deberá hacer a la mayor temperatura posible, sin rebasar la máxima prescrita en la fórmula de trabajo y sin que se produzca desplazamiento de la mezcla extendida, y se continuará, mientras la temperatura de la mezcla no sea inferior a la mínima prescrita en la fórmula de trabajo y la mezcla se halle en condiciones de ser compactada, hasta que se cumpla el plan aprobado.

La compactación se realizará longitudinalmente, de manera continua y sistemática. Si la extensión de la mezcla bituminosa se realiza por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.

Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado más cercano a la extendedora; los cambios de dirección se realizarán sobre mezcla ya apisonada, y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad. Se cuidará de que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará la compactación mínima a alcanzar en obra, así como la forma práctica de determinarla durante el control de la unidad terminada.

5.8 Juntas transversales y longitudinales

Cuando con anterioridad a la extensión de la mezcla en capa fina se ejecute otras capas asfálticas, se procurará que las juntas transversales de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m), y de quince centímetros (15 cm) para las longitudinales.

Al extender franjas longitudinales contiguas, cuando la temperatura de la extendida en primer lugar no sea superior al mínimo fijado en la fórmula de trabajo para terminar la compactación, el borde de esta franja se cortará verticalmente, dejando al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor. Se le aplicará una capa uniforme y ligera de riego de adherencia, según el artículo 531 de la O.C. 294/87T "Recomendaciones sobre riegos con ligantes hidrocarbonados", dejándolo romper suficientemente. A continuación, se calentará la junta y se extenderá la siguiente franja contra ella.

Las juntas transversales de la mezcla en capa fina se compactarán transversalmente, disponiendo los apoyos precisos para el rodillo y se distanciarán en más de cinco metros (5 m) las juntas transversales de franjas de extendido adyacentes.

6 TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse la puesta en obra de cada tipo de mezcla bituminosa en caliente, será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba para comprobar la fórmula de trabajo, la forma de actuación del equipo y, especialmente, el plan de compactación.

El tramo de prueba tendrá una longitud no inferior a la definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y el Director de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

Se tomarán muestras de mezcla bituminosa y se extraerán testigos, que se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas. A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las Obras decidirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo y en su caso, las modificaciones a introducir.
- Si son aceptables o no de los equipos propuestos por el Contratista: en el primer caso, decidirá su forma específica de actuación; en el segundo, el Contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios o sustitutorios que deberán ser aprobados por el Director de las Obras.

Asimismo, durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia entre los métodos de control de la dosificación del ligante hidrocarbonado y de la densidad in situ establecidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y otros méto-

dos rápidos de control. También se estudiarán el equipo y el método de realización de juntas, así como la relación entre la dotación de la mezcla bituminosa y el espesor de la capa aplicada con la que se alcance una densidad superior a la especificada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

7 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

7.1 Características superficiales

La superficie de la capa deberá presentar una textura uniforme y exenta de segregaciones. Únicamente a efectos de recepción de la capa de rodadura ejecutada, la textura superficial, según la Norma NLT-335, el coeficiente mínimo de resistencia al deslizamiento, según la Norma NLT-175, y el Índice de Regularidad Internacional (IRI) no deberán ser inferiores a los fijados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

7.2 Tolerancias geométricas

En ningún caso las irregularidades superficiales formarán depresiones susceptibles de retener agua.

El espesor de la capa no deberá ser inferior, en ningún punto, al cien por ciento (100 %) del previsto en la sección-tipo de los planos de proyecto, o en su defecto al que resulte de la aplicación de la dotación media que figure en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, con las salvedades indicadas en el apartado 543.10.

En todos los semiperfiles se comprobará la anchura de extendido, que en ningún caso será inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los planos de proyecto.

8 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

Salvo autorización expresa del Director de las Obras, no se permitirá la puesta en obra de la mezcla bituminosa en caliente para capas finas:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra, sea inferior a ocho grados Celsius (8°C).
- Con viento intenso, después de heladas, especialmente sobre tableros de puentes y estructuras.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Se podrá abrir a la circulación la capa ejecutada tan pronto como alcance la temperatura ambiente.

9 CONTROL DE CALIDAD

9.1 Control de procedencia

9.1.1 Ligante hidrocarbonado

El suministrador del ligante hidrocarbonado deberá aportar un certificado de calidad en el que figuren su tipo y denominación, así como la garantía de que cumple las condiciones exigidas en el artículo 211 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (O.M. de 21 de enero de 1988), o el artículo 215 de la presente Orden Circular. El Director de las Obras podrá exigir copia de los resultados de los ensayos que estime oportuno, realizados por laboratorios acreditados.

9.1.2 Áridos

De cada procedencia del árido, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán cuatro (4) muestras, según la Norma NLT-148, y de cada una de ellas se determinará:

- El coeficiente de desgaste Los Ángeles, según la Norma UNE 83 116 (granulometría B).
- El coeficiente de pulido acelerado, según la Norma NLT-174.
- La densidad relativa y absorción, según las Normas NLT-153 y NLT-154.

El Director de las Obras podrá ordenar la repetición de estos ensayos con nuevas muestras, y la realización de los siguientes ensayos adicionales:

- Granulometría de cada fracción, según la Norma NLT-150.
- Equivalente de arena del árido fino, según la Norma UNE 83 131.
- Proporción de elementos del árido grueso con dos (2) o más caras fracturadas, según la Norma NLT-358.
- Proporción de impurezas del árido grueso, según la Norma NLT-172.

El Director de las Obras comprobará, además:

- La retirada de la eventual montera en la extracción de los áridos.
- La exclusión de vetas no utilizables.
- La adecuación de los sistemas de trituración y clasificación.

9.1.3 Polvo mineral de aportación

De cada procedencia del polvo mineral de aportación, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y con ellas se determinará el coeficiente de emulsibilidad, según la Norma NLT-180.

El Director de las Obras podrá ordenar la repetición de este ensayo con nuevas muestras, y la realización de ensayos adicionales de densidad aparente, según la Norma NLT-176.

9.2 Control de producción

9.2.1 Áridos

Se examinará la descarga al acopio o alimentación de tolvas en frío, desechando los áridos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica, o tamaños superiores al máximo. Se acopiarán aparte aquéllos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lajas, plasticidad, etc.

Se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus separadores y de los accesos a los mismos.

En cada fracción de árido que se produzca o reciba, se realizarán los siguientes ensayos:

- Al menos dos (2) veces al día:
 - * Análisis granulométrico, según la Norma NLT-150.
 - * Equivalente de arena del árido fino, según la Norma UNE 83 131.
- Al menos una (1) vez a la semana, o cuando se cambie el suministro de una procedencia aprobada:
 - * Índice de lajas del árido grueso, según la Norma NLT-354.
 - * Proporción de elementos del árido grueso con dos (2) o más caras de fractura, según la Norma NLT-358.
 - * Proporción de impurezas del árido grueso, según la Norma NLT-172.
- Al menos una (1) vez al mes, o cuando se cambie de procedencia:
 - * Coeficiente de desgaste Los Ángeles, según la Norma UNE 83 116.
 - * Coeficiente de pulido acelerado, según la Norma NLT-174.
 - * Densidad relativa y absorción, según las Normas NLT-153 y NLT-154.

9.2.2 Polvo mineral de aportación

En cada partida que se reciba, se realizarán los siguientes ensayos:

- Al menos una (1) vez al día:
 - * Densidad aparente, según la Norma NLT-176.
- Al menos una (1) vez a la semana, o cuando se cambie de procedencia:
 - * Coeficiente de emulsibilidad, según la Norma NLT-180.

9.3 Control de ejecución

9.3.1 Fabricación

Se tomará diariamente un mínimo de dos (2) muestras, según la Norma NLT-148, una por la mañana y otra por la tarde, de la mezcla de áridos en frío antes de su entrada en el secador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico, según la norma NLT-150.
- Equivalente de arena, según la Norma UNE 83 131. De no cumplirse las exigencias relativas a este ensayo, se determinará el índice de azul de metileno, según la Norma UNE 83 130.

En centrales de mezcla continua se calibrará diariamente el flujo de la cinta suministradora de áridos, deteniéndola cargada de áridos, y recogiendo y pesando el material existente en una longitud elegida.

Se tomará diariamente al menos una (1) muestra de la mezcla de áridos en caliente y se determinará su granulometría, según la Norma NLT-150. Al menos semanalmente, se verificará la exactitud de las básculas de dosificación, y el correcto funcionamiento de los indicadores de temperatura de los áridos y del ligante hidrocarbonado.

Se tomarán muestras a la descarga del mezclador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- En cada elemento de transporte se controlará el aspecto de la mezcla, y medición de su temperatura. Se rechazarán: todas las mezclas segregadas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma, y aquéllas cuya envuelta no fuera homogénea; en centrales cuyo tambor no fuera a la vez mezclador, también las mezclas que presenten indicios de humedad; y en las demás centrales, las mezclas cuya humedad sea superior al uno por ciento (1 %), en peso, del total. En estos casos de humedad excesiva, se retirarán los áridos de los correspondientes silos en caliente.
- Al menos dos (2) veces al día (mañana y tarde), y al menos una (1) vez por lote: dosificación de ligante, según la Norma NLT-164 y granulometría de los áridos extraídos, según la Norma NLT-165.
- Al menos una (1) vez al día, y al menos una (1) vez por lote: En mezclas tipo F, análisis de huecos y resistencia a la deformación plástica empleando el método Marshall (serie de tres [3] probetas como mínimo), según la Norma NLT-159.

9.3.2 Puesta en obra

Se medirá la temperatura ambiente para tener en cuenta las limitaciones que se fijan en el apartado 543.8 del presente artículo.

Antes de verter la mezcla del elemento de transporte en la tolva de la extendidora, se comprobará su aspecto y se medirá su temperatura.

Se comprobará frecuentemente el espesor extendido, mediante un punzón graduado.

Se comprobará la composición y forma de actuación del equipo de compactación, verificando:

- Que el número y tipo de compactadores son los aprobados.
- El funcionamiento de los dispositivos de humectación, limpieza y protección.
- El lastre, y peso total de los compactadores.
- La presión de inflado en los compactadores de neumáticos.
- El número de pasadas de cada compactador.

Al terminar la compactación se medirá la temperatura en la superficie de la capa.

9.3.3 Producto terminado

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres (3) criterios siguientes a una (1) sola capa de mezcla bituminosa en caliente:

- Quinientos metros (500 m).
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m²).
- La fracción construida diariamente.

En el caso de las mezclas tipo F se extraerán testigos en puntos aleatoriamente elegidos, en número no inferior a cinco (5) y se determinarán las dotaciones en peso y/o la densidad aparente de la probeta y el espesor de la capa. En el caso de las mezclas tipo M la dotación se comprobará por división del peso total de los materiales correspondientes a cada carga, medido por diferencia de peso del camión antes y después de cargarlo, por la superficie realmente tratada, medida sobre el terreno. Para ello se deberá disponer de una báscula convenientemente contrastada.

Se controlará la regularidad superficial del lote a partir de las veinticuatro horas (24 h) de su ejecución. La determinación del índice de regularidad internacional (IRI), tendrá lugar, en todo caso, antes de la recepción de las obras y sus límites de aceptación vendrán fijados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Se realizarán los ensayos siguientes, en puntos aleatoriamente elegidos, de forma que haya al menos uno por hectómetro (1/hm), y no antes de que transcurran dos (2) meses desde la apertura a la circulación:

- Círculo de arena, según la Norma NLT-335.
- Resistencia al deslizamiento, según la Norma NLT-175.

10 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

La superficie de la capa deberá presentar un aspecto uniforme, exenta de segregaciones.

La dotación media obtenida en el lote no podrá ser inferior a la especificada; no más de dos (2) individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales inferiores a la dotación especificada en más del cinco por ciento (5%).

El espesor medio obtenido en el lote no deberá ser inferior al previsto en los planos de proyecto y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para esta capa; no más de dos (2) individuos del lote podrán presentar resultados individuales inferiores al especificado en más de un diez por ciento (10 %).

En los puntos en que no se cumplan las limitaciones de dotación o espesor, se repetirá la extracción de testigos y la realización de ensayos de confirmación; en el supuesto de no alcanzar los resultados exigidos, se rechazará el lote.

Si los resultados de las características superficiales de la capa acabada superan los límites establecidos, el Director de las Obras rechazará el lote, o especificará los medios y métodos de reparación. El Contratista elegirá entre realizar estas correcciones a su cargo, o demoler el lote y retirarlo a vertedero.

11 MEDICIÓN Y ABONO

Únicamente cuando la capa de asiento construida no esté incluida en el mismo Contrato, se podrá abonar la comprobación y, en su caso, reparación de la superficie existente, por metros cuadrados (m^2) realmente ejecutados.

En el resto de los casos la preparación de la superficie existente no será objeto de abono, ni se incluirá en esta unidad de obra. El riego de adherencia se abonará según lo prescrito en el artículo 531 de la Orden Circular nº 294/87T "Recomendaciones sobre riegos con ligantes hidrocarbonados", de fecha 28 de mayo de 1987.

La fabricación y puesta en obra de capas de mezcla discontinua en caliente, se abonará por metros cuadrados (m^2) obtenidos multiplicando, las anchuras señaladas para cada capa en los planos de proyecto, por la longitud realmente ejecutada. Este abono incluirá los áridos, el polvo mineral, las adiciones y todas las operaciones de acopio, preparación, fabricación, puesta en obra y terminación. No serán de abono las creces laterales. El ligante hidrocarbonado empleado en la fabricación de mezclas bituminosas en caliente se abonará por toneladas (t), obtenidas multiplicando, la medición abonable de fabricación y puesta en obra, por la dotación, y por la dosificación media de ligante deducida de los ensayos de control de cada lote. En ningún caso será de abono el empleo de activantes o aditivos.

El polvo mineral de aportación y las adiciones sólo se abonarán si lo prevé explícitamente el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y el Cuadro de Precios del Proyecto. Su abono se hará por toneladas (t), obtenidas multiplicando, la medición abonable de fabricación y puesta en obra de cada lote, por la dotación media, y por la dosificación aprobada.

PRESCRIPCIONES DE MEZCLAS BITUMINOSAS DISCONTINUAS EN CALIENTE PARA CAPAS DE RODADURA DE PEQUEÑO ESPESOR QUE, SALVO JUSTIFICACIÓN EN CONTRARIO, DEBERÁN FIGURAR EN EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Apartado 543.2.1 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. (Ligante hidrocarbonado)

El tipo de ligante hidrocarbonado será seleccionado, en función de las categorías de tráfico pesado previstas en la Instrucción 6.1 y 2-IC "Secciones de firmes", y deberá estar incluido entre los siguientes:

- Para categorías de tráfico pesado T0, T1 y T2: betún asfáltico modificado con polimeros tipo BM-3b y BM-3c del artículo 215 de la presente Orden Circular.
- Para categorías de tráfico pesado T3 y T4 se podrá emplear betún asfáltico tipo B 60/70 u 80/100 del artículo 211 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (O.M. de 21 de enero de 1988).

En el supuesto de utilizar betunes con adiciones no incluidos en los artículos 211 ó 215 indicados, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras, establecerá el tipo de adición y las especificaciones que deberán cumplir, tanto el ligante como las mezclas bituminosas resultantes. La dosificación y el modo de dispersión de la adición deberán ser aprobados por el Director de las Obras.

En el caso de incorporación de fibras como modificadoras de la reología del ligante y/o de la mezcla, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, determinara su proporción, así como la del ligante utilizado, de tal manera que se garantice un comportamiento en mezcla semejante al que se obtuviera de emplear un ligante asfáltico de los especificados en el artículo 215 de la presente Orden Circular.

Apartado 543.2.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. (Áridos)

Salvo que de los resultados de un análisis mineralógico se deduzca que el árido es inalterable, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, deberá fijar el tipo de ensayos para garantizar que no sean susceptibles a ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, pueden darse en la zona de empleo.

Apartado 543.2.2.1.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. (Árido Grueso. Condiciones Generales)

La proporción mínima de partículas del árido grueso con dos (2) ó más caras fracturadas, según la Norma NLT-358, no deberá ser inferior a la fijada en la Tabla 543.1P.

TABLA 543.1P - PROPORCIÓN MÍNIMA (% en peso) DE PARTÍCULAS FRACTURADAS

| CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | PARTÍCULAS FRACTURADAS (%) |
|-----------------------------|----------------------------|
| T0, T1 y T2 | 100 |
| T3, T4 y arcenes | 75 |

Apartado 543.2.2.1.4 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. (Calidad)

El máximo coeficiente de desgaste Los Ángeles del árido grueso, según la Norma UNE 83 116, (granulometría B), especificado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, no deberá ser superior a los valores fijados en la Tabla 543.2P.

TABLA 543.2P - VALORES MÁXIMOS DEL COEFICIENTE DE DESGASTE LOS ÁNGELES

| CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | MEZCLAS TIPO F | MEZCLAS TIPO M |
|-----------------------------|----------------|----------------|
| T0, T1 y T2 | 20 | 15 |
| T3, T4 y arcenes | 25 | 25 |

El mínimo coeficiente de pulido acelerado, según la Norma NLT-174, del árido grueso a emplear, fijado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, no deberá ser inferior al especificado en la Tabla 543.3P.

TABLA 543.3P - COEFICIENTE DE PULIDO ACELERADO

| CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | VALOR MÍNIMO |
|-----------------------------|--------------|
| T0, T1 y T2 | 0,50 |
| T3 y T4 | 0,45 |

Apartado 543.2.2.1.5 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.(Forma)

El máximo índice de lajas de las distintas fracciones del árido grueso, según la Norma NLT-354, fijado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, no deberá ser superior al indicado en la Tabla 543.4P.

TABLA 543.4P - VALORES MÁXIMOS DEL ÍNDICE DE LAJAS

| CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | MEZCLAS TIPO F | MEZCLAS TIPO M |
|-----------------------------|----------------|----------------|
| T0, T1 y T2 | 25 | 20 |
| T3, T4 y arcenes | 30 | 30 |

Apartado 543.2.2.1.6 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. (Adhesividad)

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá modificar las especificaciones sobre adhesividad del árido grueso, indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

Si se mejorase la adhesividad entre el árido y el ligante hidrocarbonado mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras, establecerá las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y las mezclas resultantes.

Apartado 543.2.2.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. (Árido fino. Condiciones Generales)

Únicamente en mezclas tipo F y para categorías de tráfico pesado T2 a T4, podrá emplearse arena natural, no triturada, y en ese caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras, deberá señalar la proporción máxima de arena natural, no triturada, a emplear en la mezcla, la cual no será superior al diez (10) por ciento del peso total del árido combinado y sin que supere el porcentaje de árido fino triturado empleado en la mezcla.

Apartado 543.2.2.4 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (Árido fino, Calidad)

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá aceptar el empleo de áridos finos de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la adhesividad, pero en ningún caso procederá de áridos gruesos con coeficiente de desgaste Los Angeles superior a veinticinco (25).

Apartado 543.2.2.5 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (Árido fino, Adhesividad)

Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá modificar las especificaciones sobre adhesividad del árido fino indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales si se mejorase la adhesividad entre el árido y el ligante hidrocarbonado mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto el Director de las Obras, establecerá las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y las mezclas resultantes.

Apartado 543.2.3.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. (Polvo mineral. Condiciones Generales)

Las proporciones mínimas de polvo mineral de aportación fijadas por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares no deberán ser inferiores a las fijadas en la Tabla 543.5P, salvo que se compruebe que el polvo mineral procedente de los áridos cumple las condiciones exigidas al polvo mineral de aportación y el Director de las Obras disminuya dichas proporciones mínimas.

TABLA 543.5P - PROPORCIONES MÍNIMAS DE POLVO MINERAL DE APORTACIÓN (% en peso del conjunto del polvo mineral, excluido el inevitablemente adherido a los áridos)

| CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | VALORES MÍNIMOS |
|-----------------------------|-----------------|
| T0, T1 y T2 | 100 |
| T3 y T4 | 50 |

Apartado 543.2.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (Polvo mineral. Adiciones)

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará las adiciones que pueden utilizarse, estableciendo las especificaciones que tendrán que cumplir.

Apartado 543.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. (Tipo y composición de la mezcla)

El tipo, composición y características de la mezcla se ajustarán, salvo justificación en contrario, a lo indicado en la Tabla 543.6P.

TABLA 543.6P - TIPO, COMPOSICIÓN, DOTACIÓN Y CARACTERÍSTICAS

| TIPO-HUSO GRANULOMETRICO | M8 | M10 | F8 | F10 |
|--|---|-------|---|--------|
| Dotación media (kg/m ²) | 25-40 | 35-50 | 40-75 | 50-100 |
| Betún (% en peso sobre el árido seco) | ≥ 5 | | ≥ 5,5 | |
| Betún residual en riego de adherencia(kg/m ²) | firme nuevo > 0,25 firme antiguo > 0,4 | | firme nuevo > 0,2 firme antiguo > 0,35 | |
| Coefficiente de resistencia al deslizamiento (según NLT-175) | ≥ 0,65 | | | |
| Textura superficial mínima (mm, según NLT-335) | 0,9 | 1,1 | 0,9 | 1,1 |

Se fijará un huso granulométrico para cada unidad de obra y/o empleo, que estará comprendido dentro de alguno de los indicados en la Tabla 543.7P.

TABLA 543.7P - HUSOS GRANULOMÉTRICOS

| TIPO HUSO | CERNIDO PONDERAL ACUMULADO Tamices UNE 7.050 | | | | | | |
|-----------|---|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| | 12,5 mm | 10 mm | 8 mm | 5 mm | 2,5 mm | 630 μm | 80 μm |
| M 8 | | 100 | 75-97 | 15-28 | 15-25 | 9-18 | 5-8 |
| M 10 | 100 | 75-97 | | 15-28 | 12-25 | 9-18 | 5-8 |
| F 8 | | 100 | 75-97 | 25-40 | 20-35 | 12-25 | 7-10 |
| F 10 | 100 | 75-97 | | 25-40 | 20-35 | 12-25 | 7-10 |

La fracción del árido que pasa por el tamiz UNE 5 mm y es retenida por el tamiz 2,5 mm, será inferior al ocho por ciento (8%) del peso total del árido de la mezcla en seco.

Apartado 543.4.1 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.(Central de fabricación)

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará la producción horaria mínima de la central de fabricación de mezclas bituminosas en caliente para capa fina, en función de las características de la obra.

Apartado 543.4.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. (Extendedoras)

La anchura extendida y compactada será siempre igual o superior a la teórica, y comprenderá las anchuras teóricas de la calzada y/o arcenes más los sobreeanchos mínimos fijados en los planos. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará las anchuras máxima y mínima de extendido y la situación de las juntas longitudinales necesarias.

Apartado 543.5.1 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. (Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo)

Los criterios especificados por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares en relación con la dosificación de ligante hidrocarbonado, deberán tener en cuenta los materiales disponibles y el tipo de huso granulométrico a emplear.

En el caso de mezclas bituminosas discontinuas tipo F, se seguirán los criterios siguientes:

- El análisis de huecos y la estabilidad empleando el método Marshall, según la Norma NLT-159, aplicando cincuenta (50) golpes por cara para la compactación de las probetas, cumplirán los valores mínimos fijados en la Tabla 543.8P.
- La velocidad de deformación en el intervalo de ciento cinco a ciento veinte (105 a 120) minutos, en el ensayo de resistencia a las deformaciones plásticas mediante la pista de ensayo en laboratorio, según la Norma NLT-173, será inferior al valor dado en la tabla 543.9P. Las probetas para este ensayo tendrán un espesor aproximadamente igual al cuádruple del tamaño máximo nominal del árido.

TABLA 543.8P - CRITERIOS DE DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS TIPO F CON EL ENSAYO MARSHALL

| CARACTERÍSTICA | VALOR |
|-----------------------|-------|
| Nº de golpes por cara | 50 |
| Estabilidad kN | > 7,5 |
| Huecos en mezcla(%): | > 4. |

TABLA 543.9P - VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN

| Máxima velocidad de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos ($\mu\text{m}/\text{min}$), según la Norma NLT-173 | | | |
|---|----------------------|-------|----------|
| CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | ZONA TÉRMICA ESTIVAL | | |
| | Cálida | Media | Templada |
| T0, T1 y T2 | 12 | 12 | 15 |
| T3, T4 | 15 | 15 | - |

En el caso de las mezclas bituminosas discontinuas tipo M el análisis de huecos y la pérdida por abrasión en el ensayo cántabro, según la Norma NLT-352, cumplirán los valores especificados en la tabla 543.10P.

Para las categorías de tráfico pesado T0 y T1, se comprobará, asimismo, la sensibilidad de las propiedades de la mezcla a variaciones de granulometría y dosificación de ligante hidrocarbonado que no excedan de las admitidas en el apartado 543.6 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

TABLA 543.10P - CRITERIOS DE DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS TIPO M CON EL ENSAYO CÁNTABRO

| CARACTERÍSTICA | VALOR |
|----------------------------------|-------|
| Número de golpes por capa | 50 |
| Pérdida por abrasión en seco (%) | ≤ 15% |
| Huecos en mezcla (%) | ≥ 12 |

La temperatura de fabricación de la mezcla deberá corresponder, en principio, a una viscosidad del ligante hidrocarbonado comprendida entre ciento cincuenta y ciento noventa centistokes (150 y 190 cSt). Deberá comprobarse que no se produce escurrimiento del ligante a esa temperatura.

En mezclas bituminosas discontinuas tipo F, la pérdida de resistencia en el ensayo de inmersión-compresión, según la Norma NLT-162, no rebasará el veinticinco por ciento (25%). En mezclas tipo M, la pérdida por abrasión en el ensayo cántabro, según la Norma NLT-352, tras ser sometidas a un proceso de inmersión en agua durante cuatro (4) días a cuarenta y nueve grados centígrados (49°C), no rebasará el veinticinco por ciento (25%).

Apartado 543.5.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. (Preparación de la superficie existente)

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras, deberá indicar las medidas encaminadas a restablecer, en la superficie sobre la que se vaya a extender la mezcla bituminosa discontinua en caliente para capas finas, una regularidad superficial aceptable, y, en su caso, a reparar las zonas dañadas.

Las dotaciones mínimas del riego de adherencia serán las indicadas en la Tabla 543.09, empleando emulsión de los tipos ECR-2-m ó ECR-3-m, del artículo 216 de las presentes Recomendaciones.

El riego podrá ejecutarse con el procedimiento y con los medios indicados en el artículo 531 de la Orden Circular 299/89T de 23 de febrero de 1989 "Recomendaciones sobre riegos con ligantes hidrocarbonados", o por medio de un dispositivo especial incorporado a la extendedora de la mezcla, de acuerdo con el apartado 543.5.6 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, previamente comprobado en el tramo de prueba y autorizado por el Director de las Obras.

Apartado 543.5.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. (Aprovisionamiento de áridos).

En el caso de obras pequeñas, con volumen total de áridos inferior a cinco mil metros cúbicos (5000 m³), antes de empezar la fabricación deberá haberse acopiado la totalidad de los áridos. En otro caso, el volumen mínimo a exigir será el treinta por ciento (30%), o el correspondiente a un (1) mes de producción máxima del equipo de fabricación.

Apartado 543.5.7 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. (Compactación de la mezcla)

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará la compactación mínima de las capas de rodadura, ejecutadas con mezclas de las definidas en el presente artículo. En el

caso de mezclas tipo F la densidad alcanzada será superior al noventa y ocho por ciento (98%) de la densidad Marshall obtenida, según los criterios especificados en la tabla 543.8P.

Como forma simplificada de determinar la compacidad alcanzada en la unidad de obra terminada, se podrá utilizar la relación obtenida en el preceptivo tramo de ensayo entre la dotación media de mezcla y el espesor de la capa.

Apartado 543.7.1 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. (Características superficiales).

Únicamente a efectos de recepción de este tipo de mezclas como capas de rodadura, la textura superficial, según la Norma NLT-335, y el coeficiente mínimo de resistencia al deslizamiento, según la Norma NLT-175, deberán cumplir los límites establecidos en la tabla 543.6P.

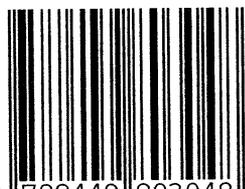
En capas de rodadura de firmes de nueva construcción o de rehabilitación de carreteras en servicio con soluciones de recrecido de espesores superiores a diez centímetros (10 cm), realizadas con mezclas bituminosas discontinuas en caliente de las especificadas en el presente artículo y para las categorías de tráfico pesado T0 a T2, el índice de regularidad internacional (I.R.I.) será inferior a una unidad y cinco décimas (1,5) en el cincuenta por ciento (50%) de la longitud del tramo; a dos (2) en el ochenta por ciento (80%) de la longitud del tramo y a dos unidades cinco décimas (2,5) en la totalidad del tramo.

Para las categorías de tráfico pesado (T3 y T4) en firmes de nueva construcción y para el resto de las actuaciones de rehabilitación superficial o estructural, en las categorías de tráfico pesado T0 a T2, terminadas con una capa de rodadura con mezclas bituminosas discontinuas de las especificadas en el presente artículo, el índice de regularidad internacional será inferior a dos unidades (2) en el cincuenta por ciento (50%) de la longitud del tramo a dos unidades cinco décimas (2,5) en el ochenta por ciento (80%) del tramo y a tres unidades (3) en la totalidad del tramo.

En actuaciones de rehabilitación superficial y/o estructural con espesores totales inferiores a diez centímetros (10 cm) que incluyan la unidad de obra prescrita en el presente artículo como capa de rodadura y para las categorías de tráfico pesado T3 y T4, el índice de regularidad internacional (I.R.I.) será inferior a tres unidades y cinco décimas (3,5) en la totalidad del tramo.



Ministerio de Fomento
Centro de Publicaciones



9 788449 803048

PVP: 600 ptas.
(I.V.A. incluido)