



ORDEN CIRCULAR 29/2011 SOBRE EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA OBRAS DE CARRETERAS Y PUENTES (PG-3). LIGANTES BITUMINOSOS Y MICROAGLOMERADOS EN FRÍO

Los artículos vigentes de ligantes bituminosos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), fueron publicados por orden ministerial de 27 de diciembre de 1999, mediante la que se actualizaron específicamente los artículos relativos a conglomerantes hidráulicos y a ligantes hidrocarbonados.

Por su parte, el artículo vigente de lechadas bituminosas del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), fue publicado por orden FOM/891/2004, de 1 de marzo, mediante la que se actualizaron los artículos relativos a firmes y pavimentos.

La revisión actual de estos artículos se hace necesaria, más que por obsolescencia técnica, por adaptación a la nueva normativa europea tanto de ligantes bituminosos como de lechadas, y también por la necesidad de acentuar en el contexto actual, la importancia de estos últimos materiales en su función de rehabilitación superficial, para aportar una mejora de la macrotextura y de la resistencia al deslizamiento, así como por su idoneidad ante cuestiones relativas a la sostenibilidad y a la eficiencia.

Periódicamente se publican por la Dirección General de Desarrollo Industrial, Resoluciones por las que se amplían los anexos I, II y III de la Orden de 29 de noviembre de 2001, en la que se publican las referencias a las normas UNE que son transposición de las armonizadas, así como el período de coexistencia y la entrada en vigor del mercado CE relativo a varias familias de productos de construcción. Las que inciden en los artículos del PG-3 que se incluyen como anejo a esta orden circular son:

- La resolución de 5 de mayo de 2009 que publica la referencia de la norma armonizada UNE EN 12273, sobre especificaciones de lechadas bituminosas, estableciendo la fecha de entrada en vigor el 1 de enero de 2010, ampliada posteriormente al 1 de enero de 2011.
- La resolución de 17 de mayo de 2010, que publica las referencias de las normas UNE EN 12591, UNE EN 13924 y UNE EN 13808, de especificaciones de betunes y ligantes bituminosos, estableciendo la entrada en vigor el 1 de enero de 2011
- La resolución de 4 de marzo de 2011, que publica la referencia de la norma UNE EN 14023 de betunes modificados con polímeros, con final del periodo de coexistencia y entrada en vigor del mercado CE el 1 de enero de 2012.

Como es bien conocido, a partir de las fechas mencionadas de final del periodo de coexistencia y entrada en vigor del mercado CE, es de aplicación a cada producto



el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre (modificado por el Real Decreto 1328/1995 de 28 de julio), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción en aplicación de la Directiva 89/106/CE (modificada por la Directiva 93/68/CE).

Este Real Decreto establece en su artículo 3, punto 3, que la reglamentación de ingeniería civil que regule niveles de rendimiento ligados a requisitos esenciales y tengan repercusión sobre productos afectados por dicho Real Decreto, deberá tener en cuenta las correspondientes clases o niveles adoptados para el ámbito comunitario en las especificaciones técnicas armonizadas. Esta adaptación es la que motiva la revisión de los artículos del PG-3, ya que en ellas se establece la evaluación de algunas propiedades mediante normas de ensayo europeas diferentes a las que se venían usando hasta ahora en España.

Para la revisión de estos artículos ha sido necesario también esperar a la publicación de los anejos nacionales de las normas mencionadas, para dentro de las posibilidades que ofrecen las normas europeas, tener en cuenta las clases de ligantes que han sido consideradas más apropiadas para España. Habiéndose publicado el último de ellos en este mes de octubre de 2011, se revisan los siguientes artículos del PG-3:

- Artículo 211 - Betunes asfálticos.
- Artículo 215 - Betunes asfálticos modificados con polímeros que se revisa ahora como artículo 212 - Betunes modificados con polímeros.
- Artículo 213 - Emulsiones bituminosas y Artículo - 216 Emulsiones bituminosas modificadas con polímeros, que se refunden y agrupan en un nuevo artículo 213 - Emulsiones bituminosas.
- Artículo 540 – Lechadas bituminosas, que pasa a denominarse Microaglomerados en frío.

De la lectura del Anejo que acompaña a esta Orden Circular se puede apreciar que la adaptación a la normativa europea no ha supuesto grandes cambios en estos artículos. No obstante, conviene destacar algunos aspectos sobre los criterios y prescripciones nuevas incluidas, tales como:

- La adaptación a las nuevas nomenclaturas y a los nuevos ensayos de las normas armonizadas europeas de betunes y ligantes bituminosos
- La posibilidad de aplicación dentro del marco de prescripciones de los betunes, de distintas innovaciones tecnológicas tendentes a la disminución de las temperaturas de fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas.
- La no aplicación de emulsiones bituminosas aniónicas en la red de carreteras del Estado



- La mejora de calidad de los áridos y la prescripción del empleo de emulsiones modificadas hasta la categoría de tráfico pesado T2, en los microaglomerados en frío, en una preocupación constante por la mejora de la seguridad vial y por la durabilidad de las superficies de rodadura y la posibilidad de mejoras económicas por empleo de áridos de valor de coeficiente de pulimento acelerado superior al establecido.
- La reducción a tres tipos diferentes de microaglomerados en frío, eliminando el más fino de los cuatro existentes anteriormente, por su escaso uso en actuaciones de la red de carreteras del Estado.
- La posibilidad de emplear compactación en los microaglomerados, para aumentar la cohesión inicial en las aplicaciones correspondientes a las categorías de tráfico más altas.

Los artículos 29, 40 y 51 del Reglamento General de Carreteras, aprobado por Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, y modificado por los Reales Decretos 1911/1997, de 19 de diciembre, 597/1999, de 16 de abril, y 114/2001, de 9 de febrero, facultan al Ministro de Fomento, a propuesta de la Dirección General de Carreteras, para aprobar las normas e instrucciones a las que deban atenerse los proyectos y obras de construcción o de conservación de la red de carreteras del Estado.

No obstante, resulta inexcusable el cumplimiento del procedimiento de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas establecido en la Directiva 98/34/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio, y en el Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio, proceso que, aunque se iniciará en breve plazo, consumirá algún tiempo.

Teniendo en cuenta lo anterior, en tanto que los artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) referenciados en esta Orden Circular superan la tramitación para su aprobación, debido a la urgencia de emplear en la red de carreteras del Estado, unas prescripciones puestas al día y adaptadas a las normas armonizadas, a propuesta de la Dirección Técnica, la Dirección General de Carreteras ha dispuesto lo siguiente:

Primero. Serán de aplicación en los Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares los siguientes artículos que se incluyen en el Anejo de la presente orden circular:

- Art. 211 - Betunes asfálticos
- Art. 212 - Betunes modificados con polímeros
- Art. 213 - Emulsiones bituminosas
- Art. 540 - Microaglomerados en frío



Segundo. Dejarán de aplicarse en los Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares los artículos 211, 212, 213, 214, 215 y 216 publicados mediante Orden Ministerial de 27 de diciembre de 1999 y el artículo 540 publicado por orden FOM/891/2004, aunque para su derogación expresa habrá que esperar a que termine la tramitación de la reglamentación técnica a la que se ha hecho referencia anteriormente.

Tercero. Definir el ámbito de aplicación de esta Orden Circular y de su Anejo a los siguientes tipos de proyectos, obras y actuaciones en general:

- Proyectos de carreteras de nueva construcción, de acondicionamiento, de rehabilitación, o de reconstrucción, cuya Orden de Estudio se autorice, o se encuentre en fase de redacción, con posterioridad a la fecha de entrada en vigor de esta Orden Circular.
- Los proyectos que se encuentren en fase de redacción a la entrada en vigor de esta Orden, se desarrollarán conforme a lo establecido en ella.
- En el caso de obras en fase de licitación o adjudicadas, se elevará consulta a las Subdirecciones Generales de Construcción o de Conservación de esta Dirección General, según corresponda, acerca de la conveniencia de proceder a modificar el proyecto o el contrato para adecuarlo a lo previsto en esta Orden Circular.

Tercero. Esta Orden Circular entrará en vigor a partir del día 24 de octubre de dos mil once

Madrid, 14 de octubre de 2011

LA JEFA DEL SERVICIO DE
TECNOLOGÍA DE CARRETERAS

Fdo.: Mercedes Gómez Álvarez

CONFORME
EL DIRECTOR TÉCNICO

Fdo.: José Luís Elvira Muñoz

APROBADA
EL DIRECTOR GENERAL DE
CARRETERAS

Fdo: Jose María Pertierra de la Uz

**ANEJO: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA OBRAS
DE CARRETERAS Y PUENTES (PG-3):**

ARTÍCULO 211 BETUNES ASFÁLTICOS

ARTÍCULO 212 BETUNES MODIFICADOS CON POLÍMEROS

ARTÍCULO 213- EMULSIONES BITUMINOSAS

ARTÍCULO 540- MICROAGLOMERADOS EN FRÍO

211 BETUNES ASFÁLTICOS

211.1 DEFINICIÓN

De acuerdo con la norma UNE EN 12597, se definen como betunes asfálticos los ligantes hidrocarbonados, prácticamente no volátiles, obtenidos a partir del crudo de petróleo o presentes en los asfaltos naturales, que son totalmente o casi totalmente solubles en tolueno, muy viscosos o casi sólidos a temperatura ambiente. Se utilizará la denominación de betún asfáltico duro para los betunes asfálticos destinados a la producción de mezclas bituminosas de alto módulo.

211.2 CONDICIONES GENERALES

La denominación de los betunes asfálticos se compondrá de dos números, representativos de su penetración mínima y máxima, determinada según la norma UNE EN 1426, separados por una barra inclinada a la derecha (/).

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995) o normativa que lo sustituya, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE (modificada por la Directiva 93/68/CE), y en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.

Los betunes asfálticos deberán llevar obligatoriamente el marcado CE y la correspondiente información que debe acompañarle, así como disponer del certificado de control de producción en fábrica expedido por un organismo notificado y de la declaración de conformidad CE elaborada por el propio fabricante, todo ello conforme a lo establecido en el Anejo ZA de las siguientes normas armonizadas:

- UNE EN 12591. Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de betunes para pavimentación.
- UNE EN 13924. Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de los betunes duros para pavimentación.

Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

A efectos de aplicación de este artículo, se emplearán los betunes asfálticos de la tabla 211.1. De acuerdo con su denominación, las características de dichos betunes asfálticos deberán cumplir las especificaciones de la tabla 211.2, conforme a lo establecido en los anexos nacionales de las normas UNE EN 12591 y UNE EN 13924.

TABLA 211.1 – BETUNES ASFÁLTICOS A EMPLEAR

DENOMINACIÓN UNE EN 12591 y UNE EN 13924
15/25
35/50
50/70
70/100
160/220

211.3 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El betún asfáltico será transportado en cisternas calorífugas y provistas de termómetros situados en puntos bien visibles. Las cisternas deberán estar preparadas para poder calentar el betún asfáltico cuando, por cualquier anomalía, la temperatura de éste baje para impedir su trasiego. Asimismo, dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras.

El betún asfáltico 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 ser calorífugos y estar provistos de termómetros situados en puntos bien visibles y dotados de su propio sistema de calefacción, capaz de evitar que, por cualquier anomalía, la temperatura del producto se desvíe de la fijada para el almacenamiento en más de diez grados Celsius (10 °C). Asimismo, dispondrán de una válvula adecuada para la toma de muestras.

Cuando los tanques de almacenamiento no dispongan de medios de carga propios, las cisternas empleadas para el transporte de betún asfáltico estarán dotadas de medios neumáticos o mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los mismos.

Todas las tuberías directas y bombas, preferiblemente rotativas, utilizadas para el trasiego del betún asfáltico, desde la cisterna de transporte al tanque de almacenamiento y de éste al equipo de empleo, deberán estar calefactadas, aisladas

térmicamente y dispuestas de modo que se puedan limpiar fácil y perfectamente después de cada aplicación o jornada de trabajo.

El Director de las Obras comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, los sistemas de transporte y trasiego y las condiciones de almacenamiento en todo cuanto pudiera afectar a la calidad del material; y de no ser de su conformidad, suspenderá la utilización del contenido del tanque o cisterna correspondiente hasta la comprobación de las características que estime convenientes, de entre las incluidas en la tabla 211.2.

211.4 RECEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN

Cada cisterna de betún asfáltico que llegue a obra irá acompañada de un albarán y la información relativa al etiquetado y marcado CE, conforme al Anejo ZA correspondiente.

El albarán contendrá explícitamente, al menos, 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.
- Denominación comercial, si la hubiese, y tipo de betún asfáltico suministrado de acuerdo con la denominación especificada en el presente artículo.
- Nombre y dirección del comprador y del destino.
- Referencia del pedido.

El etiquetado y marcado CE deberá incluir la siguiente información:

- Símbolo del marcado CE.
- Número de identificación del organismo de certificación.
- Nombre o marca distintiva de identificación y dirección registrada del fabricante.
- Las dos últimas cifras del año en el que se fija el marcado.
- Número del certificado de control de producción en fábrica.
- Referencia a la norma europea correspondiente (UNE EN 12591 o UNE EN 13924).
- Descripción del producto: nombre genérico, tipo y uso previsto.
- Información sobre las características esenciales incluidas en el Anejo ZA de la norma armonizada correspondiente (UNE EN 12591 o UNE EN 13924):
 - Consistencia a temperatura de servicio intermedia (penetración a 25°C, según norma UNE EN 1426).

- Consistencia a temperatura de servicio elevada (punto de reblandecimiento, según norma UNE EN 1427).
- Dependencia de la consistencia con la temperatura (índice de penetración, según Anexo A de la norma UNE EN 12591 o de UNE EN 13924).
- Durabilidad de la consistencia a temperatura de servicio intermedia y elevada (resistencia al envejecimiento, según la norma UNE EN 12607-1):
 - penetración retenida, según norma UNE EN 1426
 - incremento del punto de reblandecimiento, según norma UNE EN 1427
 - cambio de masa, según norma UNE EN 12607-1
- Fragilidad a baja temperatura de servicio (punto de fragilidad Fraass, según norma UNE EN 12593), sólo en el caso de los betunes de la norma UNE EN 12591.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrá exigir información adicional sobre el resto de las características de la tabla 211.2.

El suministrador del ligante deberá proporcionar información sobre la temperatura máxima de calentamiento, el rango de temperatura de mezclado y de compactación, el tiempo máximo de almacenamiento, en su caso, o cualquier otra condición que fuese necesaria para asegurar las propiedades del producto.

211.5 CONTROL DE CALIDAD

211.5.1 Control de recepción de las cisternas

Para el control de recepción se llevará a cabo la verificación documental de que los valores declarados en la información que acompaña al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este Pliego. No obstante, el Director de las Obras podrá llevar a cabo la realización de ensayos de recepción si lo considerase necesario, en cuyo caso podrán seguirse los criterios que se establecen a continuación.

De cada cisterna de betún asfáltico que llegue a la obra se podrán tomar dos (2) muestras de, al menos, un kilogramo (1 kg), según la norma UNE EN 58, en el momento del trasvase del material de la cisterna al tanque de almacenamiento. Sobre una de las muestras se realizará la determinación de la penetración, según la norma UNE EN 1426, y la otra se conservará hasta el final del período de garantía.

En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar otro criterio adicional para el control de recepción de las cisternas.

211.5.2 Control a la entrada del mezclador

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, de acuerdo a lo dispuesto en el apartado 211.5.4 del presente artículo, a la cantidad de trescientas toneladas (300 t) de betún asfáltico. En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote.

De cada lote se tomarán dos (2) muestras de, al menos, un kilogramo (1 kg), según la norma UNE EN 58, en algún punto situado entre la salida del tanque de almacenamiento y la entrada del mezclador.

Sobre una de las muestras se realizará la determinación de la penetración, según la norma UNE EN 1426, del punto de reblandecimiento, según la norma UNE EN 1427, y se calculará el índice de penetración, de acuerdo al anejo A de la norma UNE EN 12591 o de la UNE EN 13924, según corresponda. La otra muestra se conservará hasta el final del período de garantía.

211.5.3 Control adicional

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras podrá exigir la realización de los ensayos necesarios para la comprobación de las características especificadas en la tabla 211.2, con una frecuencia recomendada de una (1) vez cada mes y como mínimo tres (3) veces durante la ejecución de la obra, por cada tipo y composición de betún asfáltico.

211.5.4 Criterios de aceptación o rechazo

El Pliego de Prescripciones Técnicas, o en su defecto el Director de las Obras, indicará las medidas a adoptar en el caso de que el betún asfáltico no cumpla alguna de las características establecidas en la tabla 211.2.

211.6 MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono del betún 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.

NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO

- UNE EN 58 Betunes y ligantes bituminosos - Toma de muestras
- UNE EN 1426 Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de la penetración con aguja
- UNE EN 1427 Betunes y ligantes bituminosos – Determinación del punto de reblandecimiento – Método del anillo y bola
- UNE EN 12591 Betunes y ligantes bituminosos – Especificaciones de betunes para pavimentación
- UNE EN 12592 Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de la solubilidad
- UNE EN 12593 Betunes y ligantes bituminosos – Determinación del punto de fragilidad Fraass
- UNE EN 12597 Betunes y ligantes bituminosos – Terminología
- UNE EN 12607-1 Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de la resistencia al envejecimiento por efecto del calor y el aire – Parte 1: Método RTFOT (película fina y rotatoria)
- UNE EN 13924 Betunes y ligantes bituminosos – Especificaciones de los betunes asfálticos duros para pavimentación
- UNE EN ISO 2592 Determinación de los puntos de inflamación y combustión – Método Cleveland en vaso abierto



TABLA 211.2 - REQUISITOS DE LOS BETUNES ASFÁLTICOS

Característica	UNE EN	Unidad	15/25	35/50	50/70	70/100	160/220
Penetración a 25°C	1426	0,1 mm	15-25	35-50	50-70	70-100	160-220
Punto de Reblandecimiento	1427	°C	60-76	50-58	46-54	43-51	35-43
Resistencia al envejecimiento UNE EN 12607-1	12607-1	Cambio de masa	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 1,0
		Penetración retenida	≥ 55	≥ 53	≥ 50	≥ 46	≥ 37
		Incremento del Punto Reblandecimiento	≤ 10	≤ 11	≤ 11	≤ 11	≤ 12
Índice de Penetración	12591	-	De -1,5 a +0,7	De -1,5 a +0,7	De -1,5 a +0,7	De -1,5 a +0,7	De -1,5 a +0,7
	13924 Anejo A						
Punto de fragilidad Fraass	12593	°C	TBR	≤ -5	≤ -8	≤ -10	≤ -15
Punto de inflamación en vaso abierto	ISO 2592	°C	≥ 245	≥ 240	≥ 230	≥ 230	≥ 220
Solubilidad	12592	%	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0

TBR: Se informará del valor


212 BETUNES MODIFICADOS CON POLÍMEROS

212.1 DEFINICIÓN

De acuerdo con la norma UNE EN 12597, se definen como betunes modificados con polímeros los ligantes hidrocarbonados cuyas propiedades reológicas han sido modificadas durante la fabricación, por el empleo de uno o más polímeros orgánicos. A efectos de aplicación de este artículo las fibras orgánicas no se consideran modificadores del betún.

Se consideran comprendidos, dentro de este artículo, los betunes modificados con polímeros suministrados a granel y los que se fabriquen en el lugar de empleo, en instalaciones específicas independientes. Quedan excluidos también de esta definición, los productos 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.

212.2 CONDICIONES GENERALES



La denominación de los betunes modificados con polímeros se compondrá de las letras PMB seguidas de tres números; los dos primeros representativos de su penetración mínima y máxima, determinada según la norma UNE EN 1426, separados por una barra inclinada a la derecha (/); y el tercer número, precedido de un guión (-), representativo del valor mínimo del punto de reblandecimiento, determinado según la norma UNE EN 1427. Cuando el polímero utilizado mayoritariamente en la fabricación del betún modificado con polímeros sea un caucho procedente de neumáticos fuera de uso, tras la denominación se añadirá una letra C mayúscula.

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995) o normativa que lo sustituya, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE (modificada por la Directiva 93/68/CE), y en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.

Los betunes modificados con polímeros deberán llevar obligatoriamente el marcado CE y la correspondiente información que debe acompañarle, así como disponer del certificado de control de producción en fábrica expedido por un organismo notificado y de la declaración de conformidad CE elaborada por el propio fabricante, todo ello conforme a lo establecido en el Anejo ZA de la siguiente norma armonizada:

- UNE EN 14023. Betunes y ligantes bituminosos. Estructura de especificaciones de los betunes modificados con polímeros

Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

A efectos de aplicación de este artículo, se emplearán los betunes modificados con polímeros de la tabla 212.1. De acuerdo con su denominación, las características de dichos betunes modificados con polímeros deberán cumplir las especificaciones de la tabla 212.2, conforme a lo establecido en el anexo nacional de la norma UNE EN 14023.

TABLA 212.1 – BETUNES MODIFICADOS CON POLÍMEROS

DENOMINACIÓN UNE EN 14023
PMB 10/40-70
PMB 25/55-65
PMB 45/80-60
PMB 45/80-65
PMB 45/80-75
PMB 75/130-60

La viscosidad del betún modificado con polímeros 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 modificados con polímeros con punto de reblandecimiento mínimo igual o superior a setenta grados Celsius (70°C), e inferior a ciento ochenta grados Celsius (180°C) para el resto de los especificados en el presente artículo.

212.3 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Cuando no se fabrique en el lugar de empleo, el betún modificado con polímeros será transportado en cisternas calorífugas y provistas de termómetros situados en puntos bien visibles. Las cisternas deberán estar preparadas para poder calentar el betún modificado con polímeros cuando, por cualquier anomalía, la temperatura de éste baje para impedir su trasiego. Asimismo, dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras.

El betún 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 ser calorífugos y estar provistos de termómetros situados en puntos bien visibles y dotados de su propio sistema de calefacción, capaz de evitar que, por cualquier anomalía, la temperatura del producto se desvíe de la fijada para el almacenamiento en más de diez grados Celsius (10 °C). Asimismo, dispondrán de una válvula para la toma de muestras.

Cuando los tanques de almacenamiento no dispongan de medios de carga propios las cisternas empleadas para el transporte de betún modificado con polímeros estarán dotadas de medios neumáticos o mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los mismos.

Todas las tuberías directas y bombas, preferiblemente rotativas, utilizadas para el trasiego del betún modificado con polímeros, desde la cisterna de transporte al tanque de almacenamiento y de éste al equipo de empleo, deberán estar calefactadas, aisladas térmicamente y dispuestas de modo que se puedan limpiar fácil y perfectamente después de cada aplicación o jornada de trabajo.

El suministrador del ligante deberá proporcionar información sobre el rango de temperatura y 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, de acuerdo con las características del ligante modificado.

Salvo que se cumplan los valores de estabilidad al almacenamiento indicados en la tabla 212.2, los elementos de transporte y almacenamiento deberán estar provistos de un sistema de homogeneización adecuado. Para ligantes susceptibles de sedimentación o que incorporen en su composición polvo de caucho procedente de neumáticos fuera de uso, los tanques de almacenamiento deberán ser de eje vertical, con sistema de agitación y recirculación, y salida del ligante por la parte inferior del tanque, preferiblemente de forma troncocónica

El Director de las Obras comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, los sistemas de transporte y trasiego y las condiciones de almacenamiento, en todo cuanto pueda afectar a la calidad del material; y de no ser de su conformidad, suspenderá la utilización del contenido del tanque o cisterna correspondiente, hasta la comprobación de las características que estime convenientes, de entre las indicadas en la tabla 212.2.

212.4 RECEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN

Cada cisterna de betún modificado con polímeros que llegue a obra irá acompañada de un albarán y la información relativa al etiquetado y marcado CE, conforme al Anejo ZA de la norma UNE EN 14023.

El albarán contendrá explícitamente 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.
- Denominación comercial, si la hubiese, y tipo de betún modificado con polímeros suministrado, de acuerdo con la denominación especificada en el presente artículo.
- Nombre y dirección del comprador y del destino.
- Referencia del pedido.

El etiquetado y marcado CE deberá incluir la siguiente información:

- Símbolo del marcado CE.
- Número de identificación del organismo de certificación.
- Nombre o marca distintiva de identificación y dirección registrada del fabricante.
- Las dos últimas cifras del año en el que se fija el marcado.
- Número del certificado de control de producción en fábrica.
- Referencia a la norma europea UNE EN 14023.
- Descripción del producto: nombre genérico, tipo y uso previsto.
- Información sobre las características esenciales incluidas en el Anejo ZA de la norma armonizada UNE EN 14023:
 - Consistencia a temperatura de servicio intermedia (penetración a 25°C, según norma UNE EN 1426).
 - Consistencia a temperatura de servicio elevada (punto de reblandecimiento, según norma UNE EN 1427).
 - Cohesión (fuerza-ductilidad, según la norma UNE EN 13589 y la norma UNE EN 13703).
 - Durabilidad de la consistencia a temperatura de servicio intermedia y elevada (resistencia al envejecimiento, según la norma UNE EN 12607-1):
 - cambio de masa, según la norma UNE EN 12607-1
 - penetración retenida, según la norma UNE EN 1426

- variación del punto de reblandecimiento, según la norma UNE EN 1427
- Punto de fragilidad Fraass, según la norma UNE EN 12593.
- Recuperación elástica a 25°C, según la norma UNE EN 13398.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrá exigir información adicional sobre el resto de las características de la tabla 212.2. Asimismo podrá pedir el valor de la estabilidad al almacenamiento, según norma UNE EN 13399, con el fin de comprobar la idoneidad de los sistemas de transporte y almacenamiento.

El suministrador del ligante deberá proporcionar información sobre la temperatura máxima de calentamiento, el rango de temperatura de mezclado y de compactación, el tiempo máximo de almacenamiento, en su caso, o cualquier otra condición que fuese necesaria para asegurar las propiedades del producto.

212.5 CONTROL DE CALIDAD

212.5.1 Control de recepción.

212.5.1.1 Suministro en cisternas.

Para el control de recepción se llevará a cabo la verificación documental de que los valores declarados en la información que acompaña al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este Pliego. No obstante, el Director de las Obras podrá llevar a cabo la realización de ensayos de recepción si lo considerase necesario, en cuyo caso podrán seguirse los criterios que se establecen a continuación.

De cada cisterna de betún modificado con polímeros que llegue a la obra se podrán tomar dos (2) muestras de, al menos, un kilogramo (1 kg), según la norma UNE EN 58, en el momento del trasvase del material de la cisterna al tanque de almacenamiento.

Sobre una de las muestras se realizarán los siguientes ensayos:

- Determinación de la penetración, según la norma UNE EN 1426
- Punto de reblandecimiento, según la norma UNE EN 1427
- Recuperación elástica, según la norma UNE EN 13398

Y la otra se conservará hasta el final del período de garantía.

En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar otro criterio adicional para el control de recepción de las cisternas.

212.5.1.2 Fabricación en obra.

En el caso de betunes modificados con polímeros fabricados en el lugar de empleo, se tomarán dos (2) muestras cada cincuenta toneladas (50 t) de producto fabricado y al menos dos (2) cada jornada de trabajo de las tuberías de salida de la instalación de fabricación del ligante, conservando una (1) muestra hasta el final del período de garantía, y realizando sobre la otra los siguientes ensayos:

- Determinación de la penetración, según la norma UNE EN 1426
- Punto de reblandecimiento, según la norma UNE EN 1427
- Recuperación elástica, según la norma UNE EN 13398

En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar otro criterio adicional para el control de recepción para la fabricación en obra.

212.5.2 Control a la entrada del mezclador

En el caso de que el betún modificado con polímeros se fabrique en obra sin que haya un almacenamiento intermedio previo a la entrada de éste en el mezclador de la planta de mezcla bituminosa, no será necesario realizar el control que se describe en este apartado.

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 212.5.4 del presente artículo, a la cantidad de trescientas toneladas (300 t) de betún modificado con polímeros. En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote.

De cada lote se tomarán dos (2) muestras de, al menos, un kilogramo (1 kg), según la norma UNE EN 58, en algún punto situado entre la salida del tanque de almacenamiento y la entrada del mezclador.

Sobre una de las muestras se realizarán los siguientes ensayos:

- Determinación de la penetración, según la norma UNE EN 1426
- Punto de reblandecimiento, según la norma UNE EN 1427

Y la otra se conservará hasta el final del período de garantía.

A juicio del Director de las Obras, se podrán hacer también ensayos de recuperación elástica, según la norma UNE EN 13398.

212.5.3 Control adicional

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras podrá exigir la realización de los ensayos necesarios para la comprobación de las características especificadas en la tabla 212.2, con una frecuencia recomendada de una (1) vez cada mes y como mínimo tres (3) veces, durante la ejecución de la obra, por cada tipo y composición de betún modificado con polímeros.

Si el betún modificado con polímeros hubiese estado almacenado durante un plazo superior a quince (15) días, antes de su empleo, se realizarán, como mínimo, sobre dos (2) muestras, una de la parte superior y otra de la inferior del depósito de almacenamiento, los ensayos de penetración, según la norma UNE EN 1426, y punto de reblandecimiento, según la norma UNE EN 1427 que, comparados con los resultados de los ensayos a la llegada a obra, deberán cumplir las especificaciones de estabilidad al almacenamiento de la tabla 212.2. 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 desfavorables o de obra 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 modificado con polímeros.

212.5.4 Criterios de aceptación o rechazo

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, indicará las medidas a adoptar en el caso de que el betún modificado con polímeros no cumpla alguna de las especificaciones establecidas en la tabla 212.2.

212.6 MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono del betún 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.

212.7 NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO

UNE EN 58	Betunes y ligantes bituminosos - Toma de muestras
UNE EN 1426	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de la penetración con aguja
UNE EN 1427	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación del punto de reblandecimiento – Método del anillo y bola
UNE EN 12593	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación del punto de fragilidad Fraass
UNE EN 12597	Betunes y ligantes bituminosos – Terminología
UNE EN 12607-1	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de la resistencia al envejecimiento por efecto del calor y el aire – Parte 1: Método RTFOT (película fina y rotatoria)
UNE EN 13398	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de la recuperación elástica de betunes modificados
UNE EN 13399	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de la estabilidad al almacenamiento del betún modificado
UNE EN 13589	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de las propiedades de tracción de betunes modificados por el método de fuerza-ductilidad
UNE EN 13703	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de la energía de deformación
UNE EN 14023	Betunes y ligantes bituminosos – Estructura de especificaciones de los betunes modificados con polímeros
UNE EN ISO 2592	Determinación de los puntos de inflamación y combustión – Método Cleveland en vaso abierto



TABLA 212.2 - REQUISITOS DE LOS BETUNES MODIFICADOS CON POLÍMEROS

Denominación UNE EN 14023	PMB	PMB	PMB	PMB	PMB	PMB	PMB	
Denominación anterior (*)	10/40-70	25/55-65	45/80-60	45/80-65	45/80-75	75/130-60		
Características	UNE EN	Unidad	Ensayos sobre el betún original					
Penetración a 25°C	1426	0,1 mm	10-40	25-55	45-80	45-80	45-80	75-130
Punto de reblandecimiento	1427	°C	≥ 70	≥ 65	≥ 60	≥ 65	≥ 75	≥ 60
Cohesión. Fuerza-ductilidad	13589 13703	J/cm ²	≥ 2 a 15°C	≥ 2 a 10°C	≥ 2 a 5°C	≥ 3 a 5°C	≥ 3 a 5°C	≥ 1 a 5°C
Punto de fragilidad Fraass	12593	°C	≤ -5	≤ -7	≤ -12	≤ -15	≤ -15	≤ -15
Recuperación elástica a 25°C	13398	%	TBR	≥ 50	≥ 50	≥ 70	≥ 80	≥ 60
Estabilidad al almacenamiento (**)	13399	°C	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
	1427							
Diferencia de punto de reblandecimiento	13399		≤ 9	≤ 9	≤ 9	≤ 9	≤ 13	≤ 13
	1426	0,1mm						
Punto de inflamación	ISO 2592	°C	≥ 235	≥ 235	≥ 235	≥ 235	≥ 235	≥ 220
			Durabilidad – Resistencia al envejecimiento EN 12607-1					
Cambio de masa	12607-1	%	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0
Penetración retenida	1426	%	≥ 60	≥ 60	≥ 60	≥ 60	≥ 60	≥ 60
Incremento del punto de reblandecimiento	1427	°C	≤ 8	≤ 8	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Disminución del punto de reblandecimiento	1427	°C	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5

(*) Esta denominación se incluye únicamente a título informativo con objeto de facilitar la adaptación a las nuevas nomenclaturas europeas.

(**) Únicamente exigible a ligantes que no se fabriquen "in situ"

Cuando el polímero utilizado mayoritariamente sea caucho procedente de NFU, al final de la denominación se añadirá una letra C mayúscula.

TBR: Se informará del valor

213 EMULSIONES BITUMINOSAS

213.1 DEFINICIÓN

Se definen como emulsiones bituminosas las dispersiones de pequeñas partículas de un ligante hidrocarbonado y, eventualmente, un polímero en una solución de agua y un agente emulsionante.

A efectos de aplicación de este Pliego, se consideran para su empleo en la red de carreteras del Estado, las emulsiones bituminosas catiónicas, en las que las partículas del ligante hidrocarbonado tienen una polaridad positiva.

213.2 CONDICIONES GENERALES

La denominación de las emulsiones bituminosas catiónicas modificadas o no seguirá el siguiente esquema, de acuerdo con la norma UNE-EN 13808:

C	% ligante	B	P	F	I. rotura	aplicación
---	-----------	---	---	---	-----------	------------

Donde:

<i>C</i>	indica que es una emulsión bituminosa catiónica.
<i>% ligante</i>	contenido de ligante según la norma UNE EN 1428.
<i>B</i>	indica que el ligante hidrocarbonado es un betún asfáltico.
<i>P</i>	se añadirá esta letra solamente en el caso de que la emulsión incorpore polímeros.
<i>F</i>	se añadirá esta letra solamente en el caso de que se incorpore un contenido de fluidificante superior al 2%.
<i>I.rotura</i>	número de una cifra (de 1 a 7) que indica la clase de comportamiento a rotura, determinada según la norma UNE EN 13075-1.
<i>aplicación</i>	abreviatura del tipo de aplicación de la emulsión:
	ADH riego de adherencia
	TER riego de adherencia (termoadherente)
	CUR riego de curado
	IMP riego de imprimación
	MIC microaglomerado en frío
	REC reciclado en frío

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995) o normativa que lo sustituya, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE (modificada por la Directiva

93/68/CE), y en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.

Las emulsiones bituminosas catiónicas deberán llevar obligatoriamente el marcado CE y la correspondiente información que debe acompañarle, así como disponer del certificado de control de producción en fábrica expedido por un organismo notificado y de la declaración de conformidad CE elaborada por el propio fabricante, todo ello conforme a lo establecido en el Anejo ZA de la norma armonizada, UNE EN 13808. Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de las emulsiones bituminosas catiónicas.

Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

A efectos de aplicación de este artículo, se emplearán las emulsiones bituminosas de las tablas 213.1 y 213.2, según corresponda. De acuerdo con su denominación, las características de dichas emulsiones bituminosas deberán cumplir las especificaciones de las tablas 213.3 ó 213.4, conforme a lo establecido en el anexo nacional de la norma UNE EN 13808.

TABLA 213.1 – EMULSIONES CATIÓNICAS

DENOMINACIÓN UNE EN 13808	APLICACIÓN
C60B4 ADH C60B3 ADH	Riegos de Adherencia
C60B4 TER C60B3 TER	Riegos de Adherencia (termoadherente)
C60BF5 IMP	Riegos de Imprimación
C50BF5 IMP	Riegos de imprimación
C60B4 CUR C60B3 CUR	Riegos de curado
C60B5 MIC C60B6 MIC	Microaglomerados en frío
C60B7 REC C60B6 REC	Reciclados en frío

TABLA 213.2 – EMULSIONES CATIONICAS MODIFICADAS

DENOMINACIÓN UNE EN 13808	APLICACIÓN
C60BP4 ADH C60BP3 ADH	Riegos de Adherencia
C60BP4 TER C60BP3 TER	Riegos de Adherencia (termoadherente)
C60BP5 MIC C60BP6 MIC	Microaglomerados en frío

213.3 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El Director de las Obras comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, los sistemas de transporte y trasiego y las condiciones del almacenamiento en todo cuanto pudiera afectar a la calidad del material; y de no ser de su conformidad, suspenderá la utilización del contenido del tanque o cisterna correspondiente hasta la comprobación de las características que estime convenientes, de entre los indicados en las tablas 213.3 y 213.4.

La emulsión bituminosa transportada en cisternas 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. Asimismo, dispondrán de una válvula para la toma de muestras.

Las emulsiones bituminosas de rotura lenta (índice de rotura 5 a 7), para microaglomerados en frío y reciclados en frío, se transportan en cisternas completas o, al menos al noventa por ciento (90%) de su capacidad, preferiblemente a temperatura ambiente y siempre a una temperatura inferior a cincuenta grados Celsius (50 °C), para evitar posibles roturas parciales de la emulsión durante el transporte.

En emulsiones de rotura lenta y en las termoadherentes que vayan a estar almacenadas más de siete (7) días, es preciso asegurar su homogeneidad previamente a su empleo.

Cuando los tanques de almacenamiento no dispongan de medios de carga propios, las cisternas empleadas para el transporte de emulsión bituminosa estarán dotadas de medios neumáticos o mecánicos para el trasiego rápido.

Todas las tuberías directas y bombas, preferiblemente rotativas, utilizadas para el trasiego de la emulsión bituminosa, 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 fácil y perfectamente después de cada aplicación o jornada de trabajo.

213.4 RECEPCIÓN E IDENTIFICACIÓN

Cada cisterna de emulsión bituminosa modificada o no que llegue a obra irá acompañada de un albarán y la información relativa al etiquetado y marcado CE, conforme al Anejo ZA de la norma UNE EN 13808.

El albarán contendrá explícitamente 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.
- Denominación comercial, si la hubiese, y tipo de emulsión bituminosa suministrada, de acuerdo con la denominación especificada en el presente artículo.
- Nombre y dirección del comprador y del destino.
- Referencia del pedido.

El etiquetado y marcado CE deberá incluir la siguiente información:

- Símbolo del marcado CE.
- Número de identificación del organismo de certificación.
- Nombre o marca distintiva de identificación y dirección registrada del fabricante.
- Las dos últimas cifras del año en el que se fija el marcado.
- Número del certificado de control de producción en fábrica.
- Referencia a la norma europea UNE EN 13808.
- Descripción del producto: nombre genérico, tipo y uso previsto.
- Características de la emulsión:
 - Viscosidad (tiempo de fluencia, según la norma UNE EN 12846).
 - Efecto del agua sobre la adhesión del ligante (adhesividad, según la norma UNE EN 13614).
 - Comportamiento a rotura (índice de rotura, según la norma UNE EN 13075-1 y en su caso, estabilidad en la mezcla con cemento, según la norma UNE EN 12848).
- Características del ligante residual por evaporación, según la norma UNE EN 13074:
 - Consistencia a temperatura de servicio intermedia (penetración a 25°C, según norma UNE EN 1426).
 - Consistencia a temperatura de servicio elevada (punto de reblandecimiento, según norma UNE EN 1427).

- Cohesión para el ligante residual en emulsiones bituminosas modificadas (péndulo Vialit, según la norma UNE EN 13588).
- Características del ligante residual por evaporación según la norma UNE EN 13074, seguido de estabilización, según la norma UNE EN 14895, y de envejecimiento, según la norma UNE EN 14769
 - Durabilidad de la consistencia a temperatura de servicio intermedia (penetración retenida, según la norma UNE EN 1426)
 - Durabilidad de la consistencia a temperatura de servicio elevada (incremento del punto de reblandecimiento, según la norma UNE EN 1427).
 - Durabilidad de la cohesión en emulsiones bituminosas modificadas (péndulo Vialit, según la norma UNE EN 13588).

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrá exigir información adicional sobre el resto de las características de las tablas 213.3 y 213.4.

213.5 CONTROL DE CALIDAD

213.5.1 Control de recepción de las cisternas

Para el control de recepción se llevará a cabo la verificación documental de que los valores declarados en la información que acompaña al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este Pliego.

No obstante, el Director de las Obras podrá llevar a cabo la realización de ensayos de recepción si lo considerase necesario, en cuyo caso podrán seguirse los criterios que se establecen a continuación.

De cada cisterna de emulsión bituminosa que llegue a la obra se podrán tomar dos (2) muestras de, al menos, dos kilogramos (2 kg), según la norma UNE EN 58, en el momento del trasvase del material de la cisterna al tanque de almacenamiento.

Sobre una de las muestras se realizarán los siguientes ensayos:

- Carga de las partículas, según la norma UNE EN 1430
- Índice de rotura, según la norma UNE EN 13075-1
- Contenido de agua, según la norma UNE EN 1428
- Tamizado, según la norma UNE EN 1429.

Y la otra se conservará durante, al menos, quince (15) días para realizar ensayos de contraste si fueran necesarios.

En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar algún otro criterio adicional para el control de recepción de las cisternas.

213.5.2 Control en el momento de empleo

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 213.5.4 del presente artículo, a la cantidad de treinta toneladas (30 t) o fracción diaria de emulsión bituminosa, excepto en el caso de emulsiones empleadas en riegos de adherencia, imprimación y curado, en cuyo caso se considerará como lote la fracción semanal. En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote.

De cada lote se tomarán dos (2) muestras de, al menos, dos kilogramos (2 kg), según la norma UNE EN 58, a la salida del tanque de almacenamiento. Sobre una de las muestras se realizarán los siguientes ensayos:

- Carga de las partículas, según la norma UNE EN 1430
- Índice de rotura, según la norma UNE EN 13075-1
- Contenido de agua, según la norma UNE EN 1428
- Tamizado, según la norma UNE EN 1429.

Y la otra se conservará durante, al menos, quince (15) días para realizar ensayos de contraste si fueran necesarios.

213.5.3 Control adicional

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras podrá exigir la realización de los ensayos necesarios para la comprobación de las características especificadas en la tablas 213.3 ó 213.4 según corresponda, con una frecuencia recomendada de una (1) vez cada mes y como mínimo tres (3) veces durante la ejecución de la obra, por cada tipo y composición de emulsión bituminosa.

Si la emulsión bituminosa hubiese estado almacenada, durante un plazo superior a quince (15) días, antes de su empleo, se realizarán, como mínimo, sobre dos (2) muestras, una de la parte superior y otra de la inferior del tanque de almacenamiento, el ensayo de tamizado, según la norma UNE EN 1429 y el ensayo de contenido de betún asfáltico residual según la norma UNE EN 1431. Si no cumpliera lo establecido para esta característica, se procederá a su homogeneización y realización de nuevos ensayos, o a su retirada. Este plazo de quince (15) días, se reducirá a siete (7) en el caso de emulsiones de rotura lenta y de emulsiones termoadherentes.

quince (15) días, se reducirá a siete (7) en el caso de emulsiones de rotura lenta y de emulsiones termoadherentes.

En condiciones atmosféricas desfavorables o de obra anormales a juicio del Director de las Obras se podrá disminuir el plazo anteriormente indicado, para la comprobación de las condiciones de almacenamiento de la emulsión bituminosa.

213.5.4 Criterios de aceptación o rechazo

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, indicará las medidas a adoptar en el caso de que la emulsión bituminosa no cumpla alguna de las especificaciones establecidas en las tablas 213.3 y 213.4.

213.6 MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono de la emulsión bituminosa se realizará según lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la unidad de obra de la que forme parte.

NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO

UNE EN 58	Betunes y ligantes bituminosos - Toma de muestras
UNE EN 1425	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de las propiedades perceptibles
UNE EN 1426	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de la penetración con aguja
UNE EN 1427	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación del punto de reblandecimiento – Método del anillo y bola
UNE EN 1428	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación del contenido en agua en las emulsiones bituminosas. Método de destilación azeotrópica.
UNE EN 1429	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación del residuo por tamizado de las emulsiones bituminosas y determinación de la estabilidad al almacenamiento por tamizado
UNE EN 1430	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de la polaridad de las partículas de las emulsiones bituminosas
UNE EN 1431	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación del ligante recuperado y el aceite destilado por destilación en las emulsiones bituminosas
UNE EN 12846	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación del tiempo de fluencia de las emulsiones bituminosas mediante el viscosímetro de flujo

- UNE EN 12847 Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de la tendencia a la sedimentación de las emulsiones bituminosas
- UNE EN 12848 Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de la estabilidad a la mezcla con cemento de las emulsiones bituminosas
- UNE EN 12849 Betunes y ligantes bituminosos – Determinación del poder de penetración de las emulsiones bituminosas
- UNE EN 13074 Betunes y ligantes bituminosos – Recuperación del ligante de las emulsiones bituminosas por evaporación
- UNE EN 13075-1 Betunes y ligantes bituminosos – Determinación del comportamiento a rotura – Parte 1: Determinación del índice de rotura de las emulsiones bituminosas catiónicas. Método del filler mineral
- UNE EN 13398 Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de la recuperación elástica de betunes modificados
- UNE EN 13588 Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de la cohesión de los ligantes bituminosos por el método del péndulo
- UNE EN 13614 Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de la adhesividad de las emulsiones bituminosas por el método de inmersión en agua
- UNE EN 13808 Betunes y ligantes bituminosos – Especificaciones de las emulsiones bituminosas catiónicas
- UNE EN 14769 Betunes y ligantes bituminosos – Acondicionamiento por envejecimiento a largo plazo acelerado mediante la vasija de envejecimiento a presión (Pressure Ageing Vessel – PAV)
- UNE EN 14895 Betunes y ligantes bituminosos – Estabilización del ligante de una emulsión bituminosa o de un betún fluidificado o de un betún fluxado



TABLA 213.3.a - ESPECIFICACIONES DE LAS EMULSIONES BITUMINOSAS CATIONICAS

Denominación UNE EN 13808	C60B4 ADH	C60B4 TER	C60B4 CUR	C60BF5 IMP	C50BF5 IMP	C60B5 MIC	C60B7 REC		
Denominación anterior (*)	ECR-1		ECR-1	ECL-1	ECI	ECL-2d	ECL-2b		
Características	UNE EN	Unidad	Ensayos sobre emulsión original						
Propiedades perceptibles	1425		TBR (Clase 1)						
Polaridad de partículas	1430		Positiva (Clase 2)						
Índice de rotura	13075-1		70-130 ⁽¹⁾ Clase 4	70-130 ⁽³⁾ Clase 4	70-130 ⁽⁴⁾ Clase 4	120-180 Clase 5	≥ 120-180 Clase 5	120-180 ⁽⁶⁾ Clase 5	≥ 220 ⁽⁸⁾ Clase 7
Contenido de ligante (por contenido de agua)	1428	%	58-62 Clase 5	58-62 Clase 5	58-62 Clase 5	58-62 Clase 5	48-52 Clase 3	58-62 Clase 5	58-62 Clase 5
Contenido de aceite destilado	1431	%	≤ 2,0 Clase 2	≤ 2,0 Clase 2	≤ 2,0 Clase 2	≤ 10,0 Clase 6	5-15 Clase 7	≤ 2,0 Clase 2	≤ 2,0 Clase 2
Tiempo de fluencia (2mm, 40°C)	12846	s	35-80 ⁽²⁾ Clase 4	35-80 ⁽²⁾ Clase 4	35-80 ⁽²⁾ Clase 4	15-45 ⁽⁵⁾ Clase 3	15-45 ⁽⁵⁾ Clase 3	15-45 ⁽⁷⁾ Clase 3	15-45 ⁽⁹⁾ Clase 3
Residuo de tamizado (por tamiz 0,5mm)	1429	%	≤ 0,1 Clase 2	≤ 0,1 Clase 2	≤ 0,1 Clase 2	≤ 0,1 Clase 2	≤ 0,1 Clase 2	≤ 0,1 Clase 2	≤ 0,1 Clase 2
Tendencia a la sedimentación (7 d)	12847	%	≤ 10 Clase 3	≤ 10 Clase 3	≤ 10 Clase 3	≤ 5 Clase 2	≤ 10 Clase 3	≤ 10 Clase 3	≤ 10 Clase 3
Adhesividad	13614	%	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3

(*) Esta denominación se incluye únicamente a título informativo con objeto de facilitar la adaptación a las nuevas nomenclaturas europeas.

TBR: Se informará del valor

(1) Con tiempo frío se recomienda un índice de rotura de 50-100 (Clase 3). En este caso, la emulsión se denominará C60B3 ADH

(2) Cuando la dotación sea más baja, se podrá emplear un tiempo de fluencia de 15-45 s (Clase 3)

(3) Con tiempo frío se recomienda un índice de rotura de 50-100 (Clase 3). En este caso, la emulsión se denominará C60B3 TER

(4) Con tiempo frío se recomienda un índice de rotura de 50-100 (Clase 3). En este caso, la emulsión se denominará C60B3 CUR

(5) Se admite un tiempo de fluencia ≤ 20 s (Clase 2) para emulsiones de alto poder de penetración, en base a su menor viscosidad, permiten una imprimación más eficaz de la base granular.

(6) Con temperaturas altas y/o áridos muy reactivos, se recomienda un índice de rotura de 170-230 (Clase 6) por su mayor estabilidad. En este caso, la emulsión se denominará C60B6 MIC

(7) Se podrá emplear un tiempo de fluencia de 35-80 s (Clase 4) especialmente cuando los áridos presenten una humedad elevada

(8) Con temperaturas bajas y/o materiales a reciclar muy húmedos, se recomienda un índice de rotura de 170-230 (Clase 6). En este caso, la emulsión se denominará C60B6 REC

(9) Se podrá emplear un tiempo de fluencia de 35-80 s (Clase 4) especialmente cuando los materiales a reciclar presenten una humedad elevada

TABLA 213.3.b - ESPECIFICACIONES DEL BETÓN ASFÁLTICO RESIDUAL

Denominación UNE EN 13808	C60B4 ADH	C60B4 TER	C60B4 CUR	C60BF5 IMP	C50BF5 IMP	C60B5 MIC	C60B7 REC	
Denominación anterior (*)	ECR-1		ECR-1	ECL-1	ECI	ECL-2d	ECL-2b	
Características	UNE EN	Unidad	Ensayos sobre emulsión original					
Residuo por evaporación, según UNE EN 13074								
Penetración 25°C	1426	0,1mm	≤ 330 ⁽¹⁰⁾ Clase 6	≤ 330 ⁽¹⁰⁾ Clase 2	≤ 330 ⁽¹⁰⁾ Clase 6	> 330 ⁽¹²⁾ Clase 7	≤ 100 Clase 3	≤ 330 Clase 6
Punto de reblandecimiento	1427	°C	≥ 35 ⁽¹⁰⁾ Clase 6	≥ 50 Clase 3	≥ 35 ⁽¹⁰⁾ Clase 6	≤ 35 ⁽¹²⁾ Clase 7	≥ 43 Clase 4	≥ 35 Clase 6
Residuo por evaporación según UNE EN 13074, seguido de estabilización según UNE EN 14895 y de envejecimiento, según UNE EN 14769								
Penetración 25°C	1426	0,1mm		DV Clase 2				
Punto de reblandecimiento	1427	°C		DV Clase 2				

TBR: : Se informará del valor DV: Valor declarado por el fabricante

(*) Esta denominación se incluye únicamente a título informativo con objeto de facilitar la adaptación a las nuevas nomenclaturas europeas.

⁽¹⁰⁾ Para emulsiones fabricadas con betunes más duros, se admite una penetración ≤150 drmm (Clase 4) y un punto de reblandecimiento ≥43 °C (Clase 4)

⁽¹¹⁾ Con temperatura ambiente alta es aconsejable emplear residuos de penetración <30 drmm

⁽¹²⁾ En el caso de emulsiones fabricadas con fluidificantes más ligeros, se admite una penetración ≤330 drmm (Clase 6) y un punto de reblandecimiento ≥35 °C (Clase 6)

TABLA 213.4.a - ESPECIFICACIONES DE LAS EMULSIONES BITUMINOSAS CATIONICAS MODIFICADAS

Denominación UNE EN 13808		C60BP4 ADH	C60BP4 TER	C60BP5 MIC
Denominación anterior (*)		ECR-1-m		ECL-2d-m
Características	UNE EN	Unidad	Ensayos sobre emulsión original	
Propiedades perceptibles	1425		TBR (Clase 1)	
Polaridad de partículas	1430		Positiva (Clase 2)	
Índice de rotura	13075-1		70-130 ⁽¹⁾ Clase 4	70-130 ⁽³⁾ Clase 4 120-180 ⁽⁴⁾ Clase 5
Contenido de ligante (por contenido de agua)	1428	%	58-62 Clase 5	58-62 Clase 5
Contenido de aceite destilado	1431	%	≤ 2,0 Clase 2	≤ 2,0 Clase 2
Tiempo de fluencia (2mm, 40°C)	12846	s	35-80 ⁽²⁾ Clase 4	15-45 ⁽⁵⁾ Clase 3
Residuo de tamizado (por tamiz 0,5mm)	1429	%	≤ 0,1 Clase 2	≤ 0,1 Clase 2
Tendencia a la sedimentación (7 d)	12847	%	≤ 10 Clase 3	≤ 10 Clase 3
Adhesividad	13614	%	≥ 90 Clase 3	≥ 90 Clase 3

TBR: Se informará del valor

(*) Esta denominación se incluye únicamente a título informativo con objeto de facilitar la adaptación a las nuevas nomenclaturas europeas.

(1) Con tiempo frío se recomienda un índice de rotura de 50-100 (Clase 3). En este caso, la emulsión se denominará C60BP3 ADH

(2) Cuando la dotación sea más baja, se podrá emplear un tiempo de fluencia de 15-45 s (Clase 3)

(3) Con tiempo frío se recomienda un índice de rotura de 50-100 (Clase 3). En este caso, la emulsión se denominará C60BP3 TER

(4) Con temperaturas altas y/o áridos muy reactivos, se recomienda un índice de rotura de 170-230 (Clase 6) por su mayor estabilidad. En este caso, la emulsión se denominará C60BP6 MIC

(5) Se podrá emplear un tiempo de fluencia de 35-80 s (Clase 4) especialmente cuando los áridos presenten una humedad elevada

TABLA 213.4.b - ESPECIFICACIONES DEL LIGANTE RESIDUAL

Denominación UNE EN 13808		C60BP4 ADH	C60BP4 TER	C60BP5 MIC
Denominación anterior (*)		ECR-1-m		ECL-2d-m
Características	UNE EN	Unidad	Ensayos sobre emulsión original	
Residuo por evaporación, según UNE EN 13074				
Penetración 25°C	1426	0,1mm	≤ 50 ⁽⁷⁾ Clase 2	≤ 100 Clase 3
Punto de reblandecimiento	1427	°C	≥ 55 Clase 2	≥ 50 Clase 3
Cohesión por péndulo Vialit	13588	J/cm2	≥ 0,5 Clase 2	≥ 0,5 Clase 2
Recuperación elástica, 25°C	13398	%	≥ 40 Clase 3	≥ 40 Clase 3
Residuo por evaporación según UNE EN 13074, seguido de estabilización según UNE EN 14895 y de envejecimiento, según UNE EN 14769				
Penetración 25°C	1426	0,1mm	DV Clase 2	
Punto de reblandecimiento	1427	°C	DV Clase 2	
Cohesión por péndulo Vialit	13588	J/cm2	DV Clase 2	
Recuperación elástica, 25°C	13398	%	TBR Clase 1	

TBR: Se informará del valor DV: Valor declarado por el fabricante

(*) Esta denominación se incluye únicamente a título informativo con objeto de facilitar la adaptación a las nuevas nomenclaturas europeas.

(6) Para emulsiones fabricadas con betunes más duros, se admite una penetración ≤150 drmm (Clase 4) y un punto de reblandecimiento ≥43 °C (Clase 4)

(7) En época estival es recomendable una penetración <30 drmm

540 MICROAGLOMERADOS EN FRÍO

540.1 DEFINICIÓN

Se definen como microaglomerados en frío aquellas mezclas bituminosas fabricadas a temperatura ambiente con emulsión bituminosa, áridos, agua y, eventualmente, polvo mineral de aportación y aditivos, con consistencia adecuada para su puesta en obra inmediata y que se emplean en tratamientos superficiales de mejora de las características superficiales (textura superficial y resistencia al deslizamiento) en aplicaciones de muy pequeño espesor, habitualmente no superior a un centímetro y medio (1,5 cm), en una o dos capas.

A efectos de aplicación de este artículo, el material definido en el párrafo anterior será empleado de acuerdo con lo especificado en la tabla 540.8 y el espesor en la puesta en obra no deberá sobrepasar significativamente el que corresponda con el tamaño máximo nominal del árido.

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Estudio del microaglomerado en frío y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que va a recibir el microaglomerado en frío.
- Fabricación de acuerdo con la fórmula propuesta.
- Extensión y, en su caso, compactación.

540.2 MATERIALES

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995) o normativa que lo sustituya, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE (modificada por la Directiva 93/68/CE), y en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.

Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

540.2.1 Emulsiones bituminosas

El tipo de emulsión bituminosa a emplear vendrá fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, en función de la zona térmica estival en que se encuentre y de la categoría de tráfico pesado, definidas en la Norma 6.1-IC de secciones de firme o en la Norma 6.3-IC de rehabilitación de firmes.

Salvo justificación en contrario, se emplearán las emulsiones de la tabla 540.1, con betún residual después de evaporación, de penetración menor o igual a cien décimas de milímetro (≤ 100 dmm), según el artículo 213 de este Pliego.

TABLA 540.1 – TIPO DE EMULSIÓN BITUMINOSA A UTILIZAR
(Artículo 213 de este Pliego)

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
	T0, T1 Y T2	T3, T4 y arcenes
Cálida	C60BP5 MIC	C60BP5 MIC C60B5 MIC
Media		C60BP5 MIC (*) C60B5 MIC
Templada		C60B5 MIC

- Cuando la temperatura ambiente sea elevada o cuando por las condiciones específicas de la obra así se determine durante el estudio de la fórmula de trabajo, en lugar de estas emulsiones con índice de rotura clase 5, se podrán emplear las emulsiones equivalentes de clase 6 (170-230), según el Anejo nacional de la norma UNE-EN 13808 y el artículo 213 de este Pliego.

(*) en vías de servicio no agrícolas de autovías o autopistas

En el caso de utilizar emulsiones con adiciones no incluidas en el artículo 213 de este Pliego, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establecerá o, en su defecto, el Director de las Obras aprobará el tipo de adición y las especificaciones que deberán cumplir las emulsiones bituminosas, su ligante residual y los microaglomerados en frío resultantes. La dosificación y el modo de aplicación de la adición deberán ser aceptados por el Director de las Obras.

En el caso de incorporación de adiciones (fibras, materiales elastoméricos, etc.) como modificadores de la reología del microaglomerado en frío, para mejorar la cohesión y la durabilidad, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares determinará su

proporción, así como la del ligante utilizado, de tal manera que se garantice un comportamiento en el microaglomerado en frío cuanto menos semejante al que se obtuviera de emplear un ligante bituminoso de los especificados en la tabla 540.1. El Director de las Obras podrá disponer la realización de los ensayos que considere oportunos, de los recogidos en este Pliego, para comprobar el comportamiento y proporción de estos productos antes de su aceptación.

Según lo dispuesto en el apartado 8 del Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros de 26 de diciembre de 2008, se fomentará el empleo de polvo de caucho procedente de neumáticos fuera de uso siempre que sea técnica y económicamente posible. Para ello las emulsiones bituminosas a emplear podrán ser fabricadas con ligantes modificados o mejorados por adición de polvo de neumáticos usados.

540.2.2 Áridos

540.2.2.1 Características generales

Los áridos a emplear en los microaglomerados en frío podrán ser naturales o artificiales siempre que cumplan las especificaciones recogidas en este artículo. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá exigir propiedades o especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, las cuales se acopiarán y manejarán por separado. La combinación de las distintas fracciones en las proporciones definidas en la fórmula de trabajo se realizará en el propio acopio empleando medios mecánicos que aseguren la homogeneidad de la mezcla resultante. Los áridos combinados se acopiarán por separado tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones hasta el momento de la carga en el equipo de fabricación.

El equivalente de arena, según el Anexo A de la norma UNE-EN 933-8, para la fracción 0/4 del árido combinado, según las proporciones fijadas en la fórmula de trabajo, y antes de la eventual incorporación del polvo mineral de aportación, no deberá ser inferior a sesenta ($SE_4 > 60$). De no cumplirse esta condición, su valor de azul de metileno, según el anexo A de la norma UNE-EN 933-9, para la fracción 0/0,0125 del árido combinado, deberá ser inferior a diez gramos por kilogramo ($MB_F < 10 \text{ g/kg}$) y, simultáneamente, su equivalente de arena deberá ser superior a cincuenta ($SE_4 > 50$).

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

Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar corrientes de agua.

540.2.2.2 Árido grueso

540.2.2.2.1 Definición de árido grueso

Se define como árido grueso a la parte del árido total retenida en el tamiz 2 mm de la norma UNE-EN 933-2.

540.2.2.2.2 Procedencia del árido grueso en capa única o segunda capa

Ninguna fracción del árido grueso a emplear en capa única o segunda capa para categoría de tráfico pesado T0 podrá fabricarse por trituración de gravas procedentes de yacimientos granulares, ni de canteras de naturaleza caliza.

Para las categorías de tráfico pesado T1 a T31, en el caso de que se emplee árido grueso procedente de la trituración de grava natural, el tamaño de las partículas, antes de su trituración, deberá ser superior a seis (6) veces el tamaño máximo del árido que se desee obtener.

El árido grueso será preferiblemente de una única procedencia y naturaleza. En caso de que se empleen áridos de distinta procedencia, cada una de ellas deberá cumplir por separado las prescripciones establecidas en el apartado 540.2.2.2.

Si en el árido grueso se apreciaran partículas meteorizadas o con distinto grado de alteración, su proporción no será nunca superior al cinco por ciento (5%). El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrá establecer un valor inferior al indicado.

En capas de rodadura de carreteras sometidas durante el invierno a heladas y frecuentes tratamientos de vialidad invernal, si el valor de la absorción según la norma UNE EN 1097-6 es superior al uno por ciento (1%), el valor del ensayo de sulfato de magnesio según la norma UNE EN 1367-2, deberá ser inferior a quince por ciento ($MS < 15\%$).

540.2.2.2.3 Angulosidad del árido grueso (Porcentaje de caras de fractura)

La proporción mínima de partículas total y parcialmente trituradas del árido grueso, según la norma UNE-EN 933-5, deberá cumplir lo fijado en la tabla 540.2.a.

TABLA 540.2.a - PROPORCIÓN DE PARTÍCULAS TOTAL Y PARCIALMENTE TRITURADAS DEL ÁRIDO GRUESO (% en masa)

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
T0 a T31	T32 y arcenes	T4
100	≥ 90	≥ 70

Adicionalmente, la proporción de partículas totalmente redondeadas del árido grueso, según la norma UNE-EN 933-5 deberá cumplir lo fijado en la tabla 540.2.b.

TABLA 540.2.b - PROPORCIÓN DE PARTÍCULAS TOTALMENTE REDONDEADAS DEL ÁRIDO GRUESO (% en masa)

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
T0 a T31	T32 y arcenes	T4
0	≤ 1	≤ 10

540.2.2.2.4 Forma del árido grueso (Índice de lajas)

El índice de lajas (FI) del árido grueso, según la norma UNE-EN 933-3, deberá cumplir lo fijado en la tabla 540.3.

TABLA 540.3 - ÍNDICE DE LAJAS (FI) DEL ÁRIDO GRUESO

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
T0 a T31	T32, T4 y arcenes
≤ 20	≤ 25

540.2.2.2.5 Resistencia a la fragmentación del árido grueso (Coeficiente de Los Ángeles)

El coeficiente de Los Ángeles (LA) del árido grueso, según la norma UNE-EN 1097-2, deberá cumplir lo fijado en la tabla 540.4.

TABLA 540.4 - COEFICIENTE DE LOS ÁNGELES (LA) DEL ÁRIDO GRUESO

CAPA DE APLICACIÓN	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
	T0	T1 y T2	T3, T4 y arcenes
Primera capa	≤ 20	≤ 25	
Segunda capa o capa única	≤ 15	≤ 20	≤ 25

540.2.2.2.6 Resistencia al pulimento del árido grueso en capa única o segunda capa (Coeficiente de pulimento acelerado)

El coeficiente de pulimento acelerado (PSV) del árido grueso en capa única o segunda capa, según la norma UNE-EN 1097-8, deberá cumplir lo fijado en la tabla 540.5.

TABLA 540.5- COEFICIENTE DE PULIMENTO ACELERADO (PSV) DEL ÁRIDO GRUESO

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
T0	T1 a T31 y vías de servicio(*)	T32, T4 y arcenes
≥ 56	≥ 50	≥ 44

(*) vías de servicio no agrícolas de autovías o autopistas

540.2.2.2.7 Limpieza del árido grueso (Contenido de impurezas)

El árido grueso deberá estar exento de todo tipo de materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad del propio árido o del microaglomerado en frío.

540.2.2.3 Árido fino

540.2.2.3.1 Definición de árido fino

Se define como árido fino a la parte del árido total cernida por el tamiz 2 mm y retenida por el tamiz 0,063 mm de la norma UNE-EN 933-2.

540.2.2.3.2 Procedencia del árido fino

En general, el árido fino deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o grava natural.


Únicamente para categorías de tráfico pesado T3 y T4, se podrá emplear en parte arena natural no triturada, siempre que su proporción en la mezcla sea inferior al diez por ciento (10%) de la masa total del árido combinado y sin que supere, en ningún caso, el porcentaje de árido fino triturado.

En el caso de que se emplee árido fino de distinta procedencia que el grueso, éste corresponderá a una fracción 0/2 con un porcentaje retenido por el tamiz 2 mm no superior al diez por ciento (10%) del total, con el fin de evitar la existencia de partículas de tamaño superior a 2 mm que no cumplan las características exigidas en el apartado 540.2.2.2.

540.2.2.3.3 Limpieza del árido fino

El árido fino deberá estar exento de todo tipo de materias que puedan afectar a la durabilidad del propio árido o del microaglomerado en frío.

540.2.2.3.4 Resistencia a la fragmentación y al pulimento del árido fino



El material que se triture para obtener árido fino deberá cumplir las condiciones exigidas al árido grueso en los apartados 540.2.2.2.5 y 540.2.2.2.6 relativos al coeficiente de Los Ángeles y al coeficiente de pulimento acelerado.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá autorizar el empleo de árido fino de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la manejabilidad del microaglomerado en frío recién fabricado, pero en cualquier caso, procederá de un árido con coeficiente de Los Ángeles inferior a veinticinco ($LA < 25$) y, en el caso de que se trate de microaglomerado para segunda capa o capa única, coeficiente de pulimento acelerado superior a cincuenta ($PSV > 50$) para categorías de tráfico pesado T0 a T31 y vías de servicio no agrícolas de autovías o autopistas, y superior a cuarenta y cuatro ($PSV > 44$) para el resto de categorías de tráfico pesado.

540.2.2.4 Polvo mineral

540.2.2.4.1 Definición del polvo mineral

Se define como polvo mineral a la parte del árido total cernida por el tamiz 0,063 mm de la norma UNE-EN 933-2.

540.2.2.4.2 Procedencia del polvo mineral

El polvo mineral procederá de los áridos y podrá complementarse con un producto comercial o especialmente preparado, cuya misión sea acelerar el proceso de rotura de la emulsión o activar la consecución de la cohesión final.

Las proporciones y características de esta aportación se fijarán en la fórmula de trabajo del microaglomerado en frío, de acuerdo con lo establecido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, con la aceptación del Director de las Obras.

540.2.2.4.3 Finura y actividad del polvo mineral de aportación

La densidad aparente del polvo mineral, según el anexo A de la norma UNE-EN 1097-3, deberá estar comprendida entre cinco y nueve decigramos por centímetro cúbico (0,5 a 0,9 g/cm³).

540.2.3 Aditivos

Se consideran como aditivos todos aquellos productos que se pueden incorporar al microaglomerado en frío para mejorarlo en su fabricación y puesta en obra, en sus características mecánicas y en sus prestaciones en servicio. A efectos de aplicación de este artículo, se pueden considerar algunos aditivos de uso habitual para acortar el tiempo de curado, para mejorar la cohesión y resistencia mecánica a corto plazo del microaglomerado en frío, así como los reguladores de la rotura de la emulsión.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará o, en su defecto, el Director de las Obras aprobará los aditivos que pueden utilizarse, estableciendo las especificaciones que tendrán que cumplir tanto el aditivo como el microaglomerado en frío resultante. La fórmula de trabajo deberá verificar y explicitar la naturaleza, contenido y características que aporta el aditivo a utilizar.

Podrá mejorarse la adhesividad entre el árido y la emulsión bituminosa 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 condiciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y los microaglomerados en frío resultantes.

540.2.4 Agua

El agua deberá cumplir las prescripciones del artículo 27 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 o normativa que la sustituya.

540.3 TIPO, COMPOSICIÓN Y DOTACION DE LOS MICROAGLOMERADOS EN FRÍO

Los microaglomerados en frío deberán tener obligatoriamente el marcado CE y la correspondiente información que debe acompañarle, conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 12273.

La designación de los microaglomerados en frío se hará de la siguiente manera:

MICROF	D	sup/inf	ligante
--------	---	---------	---------

Donde:

- MICROF** corresponde a un microaglomerado en frío.
- D** es el tamaño máximo del árido, expresado como la abertura del tamiz que deja pasar entre un noventa y un cien por ciento (90% y 100%) del total del árido.
- sup/inf** indica si el microaglomerado en frío se va a emplear en capa única o segunda capa (**sup**) o en primera capa (**inf**).
- Ligante** se debe incluir la designación de la emulsión a utilizar.

La granulometría del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral), según el tipo de microaglomerado en frío, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos fijados en la tabla 540.7. El análisis granulométrico se hará según la norma UNE-EN 933-1.

Tabla 540.7 - HUSOS GRANULOMÉTRICOS. CERNIDO ACUMULADO (% en masa)

Tipo de micro-aglomerado en frío	ABERTURA DE LOS TAMICES NORMA UNE-EN 933-2 (mm.)									
	16	11,2	8	5,6	4	2	1	0,500	0,250	0,063
MICROF 11	100	90-100	77-92	64-83	55-74	35-55	25-41	15-30	9-20	3-7
MICROF 8		100	90-100	74-92	60-84	40-64	25-45	15-31	10-22	5-9
MICROF 5			100	90-100	78-93	60-80	44-64	30-48	19-33	8-14

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el tipo, la composición, la dotación media y mínima (excluida el agua total) del microaglomerado en frío y el número de capas de su aplicación, que deberán cumplir lo especificado en la tabla 540.8.

Tabla 540.8 - COMPOSICIÓN, DOTACIÓN Y CAMPO DE APLICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE MICROAGLOMERADOS EN FRÍO

CARACTERÍSTICA	TIPO DE MICROAGLOMERADO EN FRÍO		
	MICROF 11	MICROF 8	MICROF 5
Dotación media (kg/m ²) (excluida el agua total)	12 - 15	9 - 12	7 - 9
Betún residual (*) (% en masa de árido)	5,0 – 7,0	6,0 – 8,0	6,5 – 9,0
Capa en la que se aplica	2ª o única		1ª o única
Categoría de tráfico pesado	T0 y T1	T0 a T4	Como 1ª capa para cualquier tipo de tráfico. Como capa única en arcenes para T3 y T4

(*) Incluidas las tolerancias especificadas en el apartado 540.9.3. Si son necesarias, se tendrán en cuenta las correcciones por peso específico y absorción de los áridos.

En el caso de que la densidad de los áridos, determinada según la norma UNE-EN 1097-6, sea diferente de dos gramos y sesenta y cinco centésimas de gramo por centímetro cúbico (2,65 g/cm³), los contenidos de betún residual de la tabla 540.8

se deberán corregir multiplicando por el factor: $\alpha = \frac{2,65}{\rho_d}$; donde ρ_d es la densidad de las partículas de árido.

540.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

540.4.1 Equipo de fabricación, extensión y compactación

Lo dispuesto en este apartado se entenderá sin perjuicio de lo establecido en la norma UNE-EN 12273 para el mercado CE. No obstante, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá establecer prescripciones adicionales.

El microaglomerado en frío se fabricará en mezcladoras móviles autopropulsadas que simultáneamente realizarán la extensión. El equipo dispondrá de los elementos para realizar o facilitar la carga de todos los materiales (áridos, emulsión, agua de envuelta, adiciones, etc.), así como de la capacidad de carga necesaria para realizar aplicaciones en continuo de más de cuatrocientos metros (400 m).

El mezclador será de tipo continuo, y los tanques y tolvas de los distintos materiales deberán tener su salida sincronizada con él, con los tarados y contrastes necesarios para lograr la composición correspondiente a la fórmula de trabajo. Del mezclador pasará la mezcla a la caja repartidora a través de una compuerta regulable, provista del número de salidas necesario para distribuirla uniformemente en la caja repartidora.

La extensión del microaglomerado en frío se realizará por medio de una caja repartidora, remolcada sobre la superficie a tratar, generalmente por el equipo que lleva la mezcladora.

Dicha caja repartidora será metálica, de anchura regulable, y deberá estar dotada de dispositivos de cierre laterales y de una maestra final de goma, regulable en altura, la cual deberá ser renovada cuantas veces resulte preciso para asegurar un reparto transversal homogéneo y uniforme y de acuerdo con la dotación prescrita. También deberá llevar en su interior un dispositivo que reparta uniformemente la mezcla delante de la maestra.

En los casos en que se exija la compactación, se utilizarán compactadores de neumáticos, estando prohibido el uso de cualquier elemento de compactación con llanta

metálica. Dichos compactadores deberán ser autopropulsados, tener inversores de sentido de marcha de acción suave y estar dotados de dispositivos para la limpieza de los neumáticos durante la compactación.

Las ruedas del compactador serán lisas y estarán dispuestas en número, tamaño y configuración de manera tal que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras. No se permitirá humedecerlos con agua.


No deberán llevar faldones de lona de aislamiento térmico por no ser necesarios y para poder observar si se producen adherencias del microaglomerado en frío al neumático, en cuyo caso deberá suspenderse temporalmente la compactación hasta que el material tenga la cohesión suficiente para que no se produzcan dichas adherencias.

540.5 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

540.5.1 Estudio del microaglomerado en frío y obtención de la fórmula de trabajo

La fabricación del microaglomerado en frío no deberá iniciarse hasta que el Director de las Obras haya aprobado la correspondiente fórmula de trabajo, que habrá sido estudiada antes en laboratorio y verificada en el tramo de prueba correspondiente, en el que se deberá alcanzar la macrotextura superficial prescrita.

Dicha fórmula fijará como mínimo las características siguientes:

- 
- Granulometría de los áridos combinados, por los tamices establecidos en la definición del huso granulométrico en el apartado 540.3 y, en su caso, los porcentajes de las distintas fracciones a emplear en el microaglomerado en frío.
 - El tipo de emulsión bituminosa a utilizar.
 - La dosificación de emulsión bituminosa, referida a la masa total de los áridos, indicando el porcentaje de ligante residual.
 - Tipo y dotación de los aditivos, referida a la masa total de los áridos.

La fórmula de trabajo se diseñará según lo establecido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, que salvo justificación en contra cumplirá los criterios de las tablas 540.8 y 540.9.

Tabla 540.9 - CRITERIOS DE DOSIFICACIÓN DE LOS MICROAGLOMERADOS EN FRÍO

ENSAYO	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
	T0 y T1	T2	T3 y arcenes	T4 (*)
CONSISTENCIA (mm) (NORMA UNE-EN 12274-3)	0 - 20			
DESGASTE (g/m²) Pérdida a la abrasión por vía húmeda (NORMA UNE-EN 12274-5)	≤ 350	≤ 450	≤ 550	≤ 650
COHESIÓN (minutos) Tiempo para alcanzar un par de torsión de 20 kgf · cm. (NORMA UNE-EN 12274-4)	≤ 30		≤ 60	

(*) También en arcenes o cuando el microaglomerado en frío tenga exclusivamente la finalidad de sellar un pavimento.

La fórmula de trabajo del microaglomerado en frío deberá asegurar el cumplimiento de las características de la unidad terminada en lo referente a la macrotextura superficial y a la resistencia al deslizamiento, según lo indicado en el apartado 540.7.

Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director de las Obras podrá ordenar que se corrija la fórmula de trabajo, justificándolo debidamente con un nuevo estudio y los ensayos oportunos. Se estudiará y aprobará otra fórmula de trabajo en el caso de que varíe la procedencia de alguno de los componentes.

540.5.2 Preparación del pavimento existente

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá prever la ejecución de un riego de adherencia, según el artículo 531 de este Pliego, o de un microfresado, previamente al tratamiento con el microaglomerado en frío. Su objeto será permitir una correcta adherencia de la aplicación a la superficie subyacente.

Inmediatamente antes de proceder a la aplicación del microaglomerado en frío se limpiará la superficie a tratar de materias sueltas o perjudiciales. Para ello, se utilizarán barredoras mecánicas o aire a presión según sea más adecuado.

Si la superficie estuviese constituida por un pavimento bituminoso, y éste fuese heterogéneo, se deberán eliminar los excesos de ligante hidrocarbonado que pudiera haber mediante microfresado, se sellarán las zonas demasiado permeables y se

repararán los deterioros que pudieran impedir una correcta adherencia del microaglomerado en frío, todo ello con la aprobación del Director de las Obras.

En el caso de que la superficie existente tuviera una textura fina y lisa, y no fuera posible, o aconsejable, adecuarla mediante un microfresado para mejorar la adherencia, será preceptiva la aplicación en dos (2) capas, siendo la primera del tipo MICROF 5.

El Director de las Obras podrá autorizar, si lo estima conveniente y las condiciones climáticas lo aconsejan, la humectación del pavimento a tratar inmediatamente antes de la aplicación del microaglomerado en frío, con la dotación de agua previamente ensayada y repartida de manera uniforme.

540.5.3 Aprovechamiento de áridos

Los áridos se suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, suficientemente homogéneas y que se puedan acopiar y manejar sin peligro de segregación.

Cada fracción del árido se acopiará separada de las demás, debiendo evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores, a no ser que esté pavimentado. Los acopios se construirán por tongadas 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 o contaminación.

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 acopio de áridos antes de iniciar la fabricación del microaglomerado en frío vendrá fijado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y, salvo justificación en contrario, no deberá ser inferior al cincuenta por ciento (50%) del total de la obra o al correspondiente a un (1) mes de trabajo.

540.5.4 Fabricación del microaglomerado en frío

Lo dispuesto en este apartado se entenderá sin perjuicio de lo establecido en la norma UNE-EN 12273 para el mercado CE. No obstante, el Pliego de Prescripciones Técnicas

Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá establecer prescripciones adicionales.

Las proporciones de los componentes del microaglomerado en frío serán conformes con la fórmula de trabajo aprobada. La incorporación de los materiales se hará de manera que la envuelta de los áridos por el ligante sea completa y homogénea, mientras el microaglomerado en frío permanezca en la mezcladora.

La mezcla fabricada deberá verter a la caja repartidora de forma continua. El desnivel entre la descarga del mezclador y la superficie deberá regularse, de forma que no se produzcan segregaciones. Toda mezcla heterogénea o que muestre una envuelta defectuosa de los áridos por la emulsión bituminosa, será rechazada.

540.5.5 Extensión del microaglomerado en frío

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, establecerá la anchura de extendido en cada aplicación. El avance de los equipos de extensión se hará paralelamente al eje de la vía, con la velocidad conveniente para obtener la dotación prevista y una textura uniforme.

Cuando se extienda el microaglomerado en frío por franjas longitudinales, entre cada dos (2) contiguas deberá establecerse un solape de diez centímetros (10 cm). En el caso de aplicaciones de segunda capa, los solapes de la primera y la segunda capa no deberán coincidir para evitar una dotación excesiva. Al finalizar la extensión de cada franja se realizará una junta transversal de trabajo, de forma que quede recta y perpendicular al eje de la vía.

540.5.6 Compactación del microaglomerado en frío

Para los tratamientos superficiales con microaglomerado en frío aplicados en carreteras con categorías de tráfico pesado T0 y T1, y en autovías con cualquier categoría de tráfico pesado el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras podrá exigir la compactación del microaglomerado en frío mediante el empleo de compactadores de neumáticos, una vez rota la emulsión y antes de finalizar el periodo de curado del material extendido.

La compactación tendrá como finalidad acortar el tiempo de curado, aumentando la cohesión inicial del microaglomerado en frío y permitiendo una apertura más rápida al

tráfico. Por este motivo, no se permitirá la humectación con agua de la superficie de los neumáticos.

Deberá prestarse especial atención al momento de iniciar la compactación, de manera que no se produzca la adherencia de parte del tratamiento, por baja cohesión, a la superficie del neumático. Tampoco deberá retrasarse tanto que el material tenga un grado de cohesión tal que el compactador no aporte mejora alguna.

El compactador deberá realizar la compactación por franjas sobre el microaglomerado en frío extendido con cada carga del equipo de fabricación y extensión. Se debe empezar por el extremo inicial del extendido y compactar longitudinalmente por un borde con una o dos ruedas como máximo, observando si se produce la adherencia del material al neumático del compactador y continuando o suspendiendo temporalmente la compactación, según el comportamiento observado.

540.6 TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse la puesta en obra del microaglomerado en frío, será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba, para comprobar la fórmula de trabajo, la adecuación de la dotación prevista y la forma de actuación del equipo de fabricación y extendido y el de compactación en su caso.

Se comprobará expresamente la macrotextura superficial obtenida, mediante el método volumétrico según la norma UNE-EN 13036-1, que deberá cumplir los valores establecidos en 540.7.

Durante la ejecución del tramo de prueba se podrá analizar la correspondencia, en su caso, entre el método volumétrico y un texturómetro láser como medio rápido de control. En ese caso, se elegirán cien metros (100 m) del tramo de prueba, en el que se realizará la medición con el texturómetro láser que se vaya a emplear posteriormente en el control de la obra y se harán al menos cinco (5) determinaciones de la macrotextura según la norma UNE EN 13036-1. La correspondencia obtenida será aplicable exclusivamente para esa obra, con esa fórmula de trabajo y para ese equipo concreto de medición.

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

A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las Obras definirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo y la macrotextura superficial obtenida. En el primer caso se podrá iniciar la fabricación del microaglomerado en frío. En el segundo, el Contratista deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, etc.).
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, el Contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios.

No se podrá proceder a la extensión en continuo del microaglomerado en frío sin que el Director de las Obras haya autorizado el inicio, en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

540.7 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

La superficie de la capa de microaglomerado en frío deberá presentar una textura uniforme y exenta de segregaciones.

La macrotextura superficial, obtenida mediante el método volumétrico según la norma UNE-EN 13036-1, y la resistencia al deslizamiento transversal, según la norma UNE 41201 IN, no deberán ser inferiores a los valores indicados en la tabla 540.10.

Tabla 540.10 – VALORES MÍNIMOS DE LA MACROTEXTURA SUPERFICIAL-MTD (UNE-EN 13036-1) Y RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO TRANSVERSAL-CRTS (UNE 41201 IN)

CARACTERÍSTICA	TIPO DE MICROAGLOMERADO EN FRÍO		
	MICROF 11	MICROF 8	MICROF 5
MACROTEXTURA SUPERFICIAL (*) (mm)	1,2	1,0	0,7
RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (**) (%)	65		60

(*) Medida lo antes posible después de la extensión del microaglomerado en frío y antes de abrir al tráfico.

(**) Medida una vez transcurridos 7 días de la aplicación del microaglomerado en frío.

540.8 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

Salvo autorización expresa del Director de las Obras, no se permitirá la puesta en obra de un microaglomerado en frío:


- Cuando la temperatura ambiente sea inferior a diez grados Celsius (10 °C). Dicho límite se podrá rebajar por el Director de las Obras a cinco grados Celsius (5 °C), si la temperatura ambiente tiende a aumentar.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas o exista temor fundado de que puedan producirse de forma inmediata.

Se evitará todo tipo de circulación sobre la capa de microaglomerado en frío mientras no haya adquirido la cohesión suficiente para resistir adecuadamente la acción del tráfico.

Cuando se prevea la aplicación de más de una (1) capa de microaglomerado en frío, se aplicará la última después de haber sometido la anterior a la acción de la circulación durante al menos un (1) día, y previo barrido del material desprendido.

540.9 CONTROL DE CALIDAD

540.9.1 Control de procedencia de los materiales



En el caso de productos que deban tener el marcado CE según la Directiva 89/106/CEE, para el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación documental de que los valores declarados en la información que acompaña al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este Pliego. No obstante, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras, podrá disponer la realización de comprobaciones o ensayos adicionales sobre los materiales que considere oportunos, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

En el caso de productos que no tengan la obligación de disponer de marcado CE por no estar incluidos en normas armonizadas o que sean de autoconsumo, se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos para el control de procedencia que se indican en los apartados siguientes.

540.9.1.1 Control de procedencia de la emulsión bituminosa

La emulsión bituminosa deberá cumplir las especificaciones establecidas en el apartado 213.4 del artículo 213 de este Pliego.

540.9.1.2 Control de procedencia de los áridos

Salvo en el caso de los áridos de autoconsumo, se deberá disponer del marcado CE de estos productos con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, por lo que el control de procedencia se podrá llevar a cabo mediante la verificación documental de que los valores declarados en la información que acompaña al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones establecidas en este Pliego. No obstante, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras, podrá disponer la realización de comprobaciones o ensayos adicionales que considere oportunos, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

En el caso de áridos de autoconsumo, de cada procedencia del árido y para cualquier volumen de producción previsto se tomarán muestras, según la UNE-EN 932-1, y para cada una de ellas se determinará:

- El coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la norma UNE-EN 1097-2.
- El coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso, según la norma UNE-EN 1097-8.
- El índice de lajas del árido grueso, según la norma UNE-EN 933-3.
- La proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso, según la norma UNE-EN 933-5.
- La densidad relativa y absorción del árido grueso y del árido fino, según la norma UNE-EN 1097-6.
- La granulometría de cada fracción, según la norma UNE-EN 933-1.
- El equivalente de arena (SE_4), según el Anexo A de la norma UNE-EN 933-8 y, en su caso, el índice de azul de metileno (MB_F), según el anexo A de la norma UNE-EN 933-9.

540.9.1.3 Control de procedencia del polvo mineral de aportación

Si el polvo mineral a emplear, dispone de marcado CE, el control de procedencia se podrá llevar a cabo mediante la verificación documental de que los valores declarados en la información que acompaña al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de

las especificaciones establecidas en este Pliego. No obstante, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras, podrá disponer la realización de comprobaciones o ensayos adicionales que considere oportunos, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

En el supuesto de no cumplirse las condiciones indicadas en el párrafo anterior, 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 la densidad aparente, según el Anexo A de la norma UNE-EN 1097-3.

540.9.2 Control de calidad de los materiales

540.9.2.1 Control de calidad de la emulsión bituminosa

La emulsión bituminosa deberá cumplir las especificaciones establecidas en el apartado 213.5 del artículo 213 de este.

540.9.2.2 Control de calidad de los áridos

Se examinará la descarga de los áridos en el acopio, desechando los áridos que, a simple vista, presenten materias extrañas o tamaños superiores al máximo previsto. Se acopiarán aparte aquéllos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, exceso de lajas, plasticidad, etc. y se vigilará la altura de los acopios, evitando la contaminación entre ellos.

Por cada setenta toneladas (70 t), o fracción, de árido combinado, se tomarán muestras según la norma UNE-EN 932-1 y se realizarán los siguientes ensayos:

- Un (1) análisis granulométrico, según la norma UNE-EN 933-1.
- Dos (2) equivalentes de arena (SE_4), según el Anexo A de la norma UNE-EN 933-8.

Con independencia de lo anteriormente establecido y cuando el Director de las Obras lo estime conveniente, se llevarán a cabo las series de ensayos que considere necesarios para la comprobación de las demás características reseñadas en este Pliego.

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

- Tamices superiores al 2 mm de la norma UNE-EN 933-2: $\pm 4\%$.
- Tamices entre el 2 mm y el 0,063 mm de la norma UNE-EN 933-2: $\pm 3\%$.
- Tamiz 0,063 mm de la norma UNE-EN 933-2: $\pm 1\%$.

540.9.2.3 Control de calidad del polvo mineral de aportación

Sobre cada partida que se reciba se realizará el ensayo de densidad aparente, según el Anexo A de la norma UNE-EN 1097-3. Si el polvo mineral de aportación dispone de marcado CE, esta comprobación podrá llevarse a cabo mediante la verificación documental de los valores declarados.

540.9.3 Control de ejecución

Se considerará como lote de microaglomerado en frío, que se aceptará o rechazará en bloque, el correspondiente a cuatro (4) cargas consecutivas del equipo de fabricación y extensión, o a la producción diaria si ésta es menor.

La dotación del microaglomerado en frío, expresada en kg/m^2 , se determinará diariamente mediante la norma UNE-EN 12274-6, dividiendo la masa total de mezcla fabricada y extendida, por la superficie realmente tratada medida sobre el terreno. La masa total de mezcla se calculará por diferencia de masa de la mezcladora antes y después de la extensión y descontando, de este valor, el agua total contenida en el microaglomerado en frío determinada por ensayos de control en laboratorio. Para ello deberá disponerse de una báscula contrastada.

De cada lote se tomarán al menos cuatro (4) muestras, elegidas de manera que cada dos de ellas correspondan a una misma carga. Sobre estas muestras de microaglomerado en frío, tomadas según la norma UNE-EN 12274-1 a la salida del canal que alimenta la caja repartidora, se obtendrá el contenido medio de betún residual mediante ensayos de extracción, realizados según la norma UNE-EN 12274-2

La tolerancia admisible del valor medio de los ensayos de extracción correspondientes a un mismo lote, en más o en menos, respecto de la dosificación de betún residual de la fórmula de trabajo, expresada en masa respecto del total de áridos (incluido el polvo mineral), será del cinco por mil ($\pm 0,5\%$) sin ser en ningún caso inferior al mínimo especificado en el apartado 540.3, según el tipo de microaglomerado en frío que se trate.

En aquellas obras en las que, por indicación del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, del Director de las Obras, se exija la compactación de la capa extendida, para aumentar la cohesión inicial y permitir una más rápida apertura al tráfico con el mínimo desprendimiento de árido, se comprobará la actuación del compactador verificando los aspectos siguientes:

- Que las características del compactador se corresponden con lo aprobado.
- Que los dispositivos de limpieza del mismo funcionan correctamente.
- Que no se realiza en momento alguno la humectación de las ruedas.
- El lastre y peso total del compactador, según lo especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras.
- La efectividad de la compactación mejorando la cohesión inicial del microaglomerado en frío, pero sin afectar sensiblemente a la macrotextura especificada.

540.9.4 Control de recepción de la unidad terminada

Sobre la capa de microaglomerado en frío construida se realizarán los ensayos siguientes, que deberán cumplir lo establecido en la tabla 540.10:

- Medida de la macrotextura superficial, según la norma UNE-EN 13036-1, inmediatamente después de la extensión del microaglomerado en frío y de que haya roto la emulsión y antes de abrir al tráfico, en tres (3) puntos del lote aleatoriamente elegidos y distribuidos a lo largo de la longitud total del mismo. Si durante la ejecución del tramo de prueba se hubiera determinado la correspondencia con un equipo de medida mediante texturómetro láser, se podrá emplear el mismo equipo como método rápido de control.
- Determinación de la resistencia al deslizamiento, según la norma UNE 41201 IN, una vez transcurridos siete (7) días desde la extensión del microaglomerado en frío, en toda la longitud de la obra.

540.10 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

540.10.1 Dotaciones de microaglomerado en frío y de ligante bituminoso


La dotación media de microaglomerado en frío, obtenida según se describe en el apartado 540.9.3 de este artículo, no deberá diferir de la establecida durante la ejecución del tramo de prueba según el apartado 540.6.

Si la dotación media de microaglomerado en frío obtenida es inferior a la de referencia, se procederá de la siguiente manera:

- Si la dotación media de microaglomerado en frío obtenida es inferior al noventa por ciento (90%) de la especificada, a juicio del Director de las Obras se podrá: o bien levantar, mediante fresado, la capa de microaglomerado en frío correspondiente al lote controlado y reponer, o bien colocar una nueva capa de microaglomerado en frío, sobre la inicialmente construida, que cumpla lo prescrito en el Proyecto. En todos los casos las actuaciones que se realicen serán por cuenta del Contratista.
- Si la dotación media de microaglomerado en frío obtenida no es inferior al noventa por ciento (90%) de la especificada, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%) a la capa de microaglomerado en frío correspondiente al lote controlado.

La dotación media de betún residual respecto a la masa total de áridos, obtenida en el lote según lo indicado en 540.9.3, no deberá diferir de la prevista en la fórmula de trabajo en más de un cinco por mil ($\pm 0,5\%$) y además no más de una muestra podrá presentar un resultado que difiera en más de un uno por ciento ($\pm 1\%$).

Si la diferencia entre la dotación media de ligante residual y la prevista en la fórmula de trabajo es superior al cinco por mil ($\pm 0,5\%$) se procederá de la siguiente manera:

- 
- Si la dotación media de ligante excede de la prevista en la fórmula de trabajo en más de un uno por ciento (1%), se levantará, mediante fresado, la capa de microaglomerado en frío correspondiente al lote controlado, y se repondrá, todo ello por cuenta del Contratista.
 - Si la dotación media de ligante es inferior a la prevista en la fórmula de trabajo en más de un uno por ciento (1%), a juicio del Director de las Obras se podrá: o bien levantar, mediante fresado, la capa de microaglomerado en frío correspondiente al lote controlado y reponer, o bien colocar una nueva capa de microaglomerado en frío, sobre la inicialmente construida, que cumpla lo prescrito en el Proyecto. En todos los casos las actuaciones que se realicen serán por cuenta del Contratista.
 - Si la diferencia entre la dotación media de ligante residual y la prevista en la fórmula de trabajo no es superior a un uno por ciento ($\pm 1\%$), se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%) a la capa de microaglomerado en frío correspondiente al lote controlado.


540.10.2 Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

El resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial, no deberá ser inferior al valor previsto en la tabla 540.10. No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más del veinticinco por ciento (25%) del mismo.

Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al valor previsto en la tabla 540.10, se procederá de la siguiente manera:

- Si resulta inferior al noventa por ciento (90%) del valor previsto en la tabla 540.10, a juicio del Director de las Obras se podrá: o bien levantar, mediante fresado, la capa de microaglomerado en frío correspondiente al lote controlado y reponer, o bien colocar una nueva capa de microaglomerado en frío, sobre la inicialmente construida, que cumpla lo prescrito en la tabla 540.10. En todos los casos las actuaciones que se realicen serán por cuenta del Contratista.
- Si resulta superior al noventa por ciento (90%) del valor previsto en la tabla 540.10, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%).

El resultado medio del ensayo de la determinación de la resistencia al deslizamiento, no deberá ser inferior al valor previsto en la tabla 540.10. No más de un cinco por ciento (5%) de la longitud total medida, podrá presentar un resultado inferior a dicho valor en más de cinco unidades (5).

 Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al valor previsto en la tabla 540.10, se procederá de la siguiente manera:

- Si resulta inferior al noventa por ciento (90%) del valor previsto en la tabla 540.10, a juicio del Director de las Obras se podrá: o bien levantar, mediante fresado, la capa de microaglomerado en frío y reponer, o bien colocar una nueva capa de microaglomerado en frío, sobre la inicialmente construida, que cumpla lo prescrito en la tabla 540.10. En todos los casos las actuaciones que se realicen serán por cuenta del Contratista.
- Si resulta superior al noventa por ciento (90%) del valor previsto en la tabla 540.10, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%).

540.11 MEDICIÓN Y ABONO

Únicamente cuando la capa a tratar con un microaglomerado en frío 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.

Asimismo, si el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares previera la ejecución de un riego de adherencia, éste se abonará según lo previsto para ello en el artículo 531 de este Pliego.

La fabricación y extensión del microaglomerado en frío se abonará por toneladas (t), obtenidas como producto de la superficie realmente tratada, medida sobre el terreno con arreglo a la sección-tipo de los Planos, por la dotación media deducida de los ensayos de control, según se especifica en el apartado 540.9.3 de este artículo. Este abono incluirá el de la preparación de la superficie existente y el eventual del polvo mineral de aportación, de los aditivos y adiciones.

La emulsión bituminosa empleada en el microaglomerado en frío, se abonará por toneladas (t), deducidas aplicando a la medición del microaglomerado en frío abonable, la dotación media de emulsión obtenida en los ensayos de control.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá establecer, también, el abono por unidad de superficie (m^2), con la fijación de unos umbrales de dotaciones, exceptuando el agua total, de acuerdo con lo indicado en este artículo.

Para las categorías de tráfico pesado T1 y T2, si el árido grueso empleado, además de cumplir todas y cada una de las prescripciones especificadas en el apartado 540.2.2.2 de este artículo, tuviera un valor del coeficiente de pulimento acelerado, según la norma UNE-EN 1097-8, superior en cuatro (4) puntos al valor mínimo especificado en este Pliego para la categoría de tráfico pesado que corresponda, se abonará una unidad de obra definida como metro cuadrado (m^2) de incremento de calidad de áridos en capa de rodadura y cuyo importe será el diez por ciento (10%) del abono de unidad de superficie de microaglomerado en frío, siendo condición para ello que esta unidad de obra esté incluida en el Presupuesto del Proyecto.

NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO

- UNE 41201 IN Características superficiales de carreteras y aeropuertos. Procedimiento para determinar la resistencia al deslizamiento de la superficie de un pavimento a través de la medición del coeficiente de rozamiento transversal (CRTS): SCRIM.
- UNE-EN 932-1 Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 1: Métodos de muestreo.
- UNE-EN 933-1 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos del tamizado.
- UNE-EN 933-2 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo, tamaño nominal de las aberturas.
- UNE-EN 933-3 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas.
- UNE-EN 933-5 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso.
- UNE-EN 933-8 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.
- UNE-EN 933-9 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno.
- UNE-EN 1097-2 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.
- UNE-EN 1097-3 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Determinación de la densidad aparente y la porosidad.
- UNE-EN 1097-6 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6: Determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua.

- UNE-EN 1097-8 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Determinación del coeficiente de pulimento acelerado.
- UNE-EN 1367-2 Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Parte 2: Ensayo de sulfato de magnesio.
- UNE-EN 12273 Lechadas bituminosas. Especificaciones.
- UNE-EN 12274-1 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 1: Toma de muestras para la extracción del ligante.
- UNE-EN 12274-2 Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 2: Determinación del contenido de ligante residual.
- UNE-EN 12274-3 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 3: Consistencia.
- UNE-EN 12274-4 Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 4: Determinación de la cohesión de la mezcla.
- UNE-EN 12274-5 Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 5: Determinación del desgaste (ensayo de abrasión por vía húmeda).
- UNE-EN 12274-6 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 6: Velocidad de aplicación (Dotación).
- UNE-EN 13036-1 Características superficiales de carreteras y aeropuertos. Métodos de ensayo. Parte 1: Medición de la profundidad de la macrotextura superficial del pavimento mediante el método volumétrico.