

RECOMENDACIONES PARA LA REDACCIÓN DE PLIEGOS DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE FIRMES Y PAVIMENTOS BITUMINOSOS DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

(Unidades complementarias o no recogidas en el PG-3 y el PG-4)

Comité Técnico de Comité de Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico
Asociación Técnica de Carreteras

Grupo de trabajo 3

RIESGOS DE PROTECCIÓN Y SELLADO

Para empleo en carreteras de baja intensidad de tráfico, definidas como aquellas en las que se cumple, simultáneamente, que su categoría de tráfico pesado es T31 o inferior y que su intensidad media diaria (IMD) es inferior a 2000 vehículos/día

1 DEFINICIÓN

Se definen como riegos de protección y sellado la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa existente, seguida de la extensión de un árido fino, con el objeto de proteger y/o impermeabilizar su superficie.

2 MATERIALES

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción.

Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, el Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permitan deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

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. De forma explícita se prohíbe el uso de emulsiones bituminosas que contengan alquitranes u otras sustancias derivadas de la destilación de productos carbonosos, hulla u otro, o betunes oxidados.

2.1 Emulsión bituminosa

El tipo de emulsión bituminosa a emplear vendrá fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Salvo justificación en contrario, se empleará una emulsión C35B3 o C40B3 que cumplirán los requisitos establecidos en la norma UNE-EN 13808 con las clases prestacionales que se indican en la tabla 1.

En el caso de utilizar emulsiones con adiciones, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establecerá o, en su defecto, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, aprobará el tipo de adición y las especificaciones que deberán cumplir las emulsiones bituminosas resultantes.. La dosificación y el modo de aplicación de la adición deberán ser aceptados por la Dirección de las Obras.

TABLA 1. REQUISITOS DE LAS EMULSIONES PARA RIEGOS DE SELLADO (UNE-EN 13808)

Características	Norma UNE-EN	C35B3	C40B3
Clases prestacionales para la emulsión original			
Índice de ruptura (filler Forshammer)	13075-1	70-115 (Clase 3)	70-115 (Clase 3)
Tiempo de fluencia, 2 mm, a 40°C	12846-1	≤ 20 (Clase 2)*	≤ 20 (Clase 2)*
Contenido de ligante (por contenido de agua) o ligante residual después de la destilación **	1428	< 38 (clase 2)	38-42 (clase 3)
	1431	< 38 (clase 2)	≥ 38 (clase 2)
Residuo por tamizado (tamiz 0,5 mm)	1429	≤ 0,1 (Clase 2)	≤ 0,1 (Clase 2)
Adhesividad con el árido de referencia	13614	≥ 90 (Clase 3)	≥ 90 (Clase 3)
Clases prestacionales para el ligante residual por destilación (UNE-EN 1431)			
Penetración a 25°C	1426	≤ 100 (Clase 3)	≤ 100 (Clase 3)
Punto de reblandecimiento	1427	≥ 43 (Clase 6)	≥ 43 (Clase 6)

(*) En función del tipo y estado de la superficie a tratar, también se podrán emplear emulsiones de Tiempo de fluencia de Clase 3 (15-70)

(**) Se podrá emplear cualquiera de los dos métodos. El contenido de ligante residual por el método de destilación incluye el contenido en masa del fluidificante destilado

2.2 Árido

2.2.1 Condiciones generales

El árido de cobertura a emplear. La totalidad del árido deberá pasar por el tamiz 4 mm de la UNE-EN 933-2, y no contener más de un quince por ciento (15%) de partículas inferiores al tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2, según la UNE-EN 933-1. Deberá estar exento de suciedad, terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas. Su equivalente de are-

na, según la UNE-EN 933-8, deberá ser superior a cuarenta (40). Deberá ser no plástico, según la UNE 103104.

El árido a emplear en riegos de protección y sellado será arena que procederá totalmente de trituración.

El árido podrá ser natural, artificial o reciclado, siempre que cumpla las especificaciones recogidas en este artículo.

2.2.2 Granulometría

La totalidad del árido deberá pasar por el tamiz 4 mm y no contener más de un quince por ciento ($\leq 15\%$) de partículas inferiores al tamiz 0,063 mm (norma UNE-EN 933-2), de acuerdo con la norma UNE-EN 933-1.

2.2.3 Limpieza

El árido deberá estar exento de todo tipo de materias extrañas. El equivalente de arena (SE4) del árido (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8), para la fracción 0/4 deberá ser superior a cuarenta ($SE4 > 40$).

2.2.4 Plasticidad

El material deberá ser «no plástico» (normas UNE 103103 y UNE 103104).

3 DOTACIÓN DE LOS MATERIALES

La dotación de ligante residual en el riego estará comprendida entre ciento cincuenta y trescientos gramos por metro cuadrado (150 a 300 g/m²).

La dotación del árido será la necesaria para la cubrición completa de la superficie. En ningún caso será superior a siete litros por metro cuadrado (≤ 7 l/m²), ni inferior a cuatro litros por metro cuadrado (≥ 4 l/m²).

No obstante, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá modificar las dotaciones, a la vista de las pruebas realizadas en obra.

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.

No se podrá utilizar en la ejecución de un riego de sellado ningún equipo que no haya sido previamente aprobado por la Dirección de las Obras.

4.1 Equipo para aplicación de la emulsión

La emulsión bituminosa se aplicará mediante un equipo autopropulsado montado sobre neumáticos, compuesto, al menos, por una cisterna, un sistema de impulsión y un dispositivo regador, que deberá ser capaz de aplicar la dotación de emulsión especificada, a la temperatura aprobada por la Dirección de las Obras. El dispositivo regador estará constituido por

una rampa de riego capaz de proporcionar una adecuada uniformidad transversal, a juicio de la Dirección de las Obras, y deberá permitir la recirculación en vacío de la emulsión.

Para puntos inaccesibles a este equipo y para pequeños retoques, se podrá permitir la utilización de un dispositivo regador manual, cuyas características y forma de empleo deberá aprobar expresamente la Dirección de las Obras.

Si fuera necesario calentar la emulsión, el equipo estará dotado de un adecuado sistema de calefacción de la cisterna, la cual deberá estar calorifugada. También deberá estar provisto el equipo de un termómetro para el control de la temperatura de la emulsión, cuyo elemento sensor no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calentador.

El sistema de impulsión estará dotado de un elemento de control (un marcador de presión o un caudalímetro) suficientemente preciso para controlar la dosificación. Asimismo, el equipo estará dotado de un velocímetro directamente visible por el conductor.

Previamente a la aplicación de la emulsión bituminosa se comprobará el estado de los difusores del equipo, asegurándose la Dirección de las Obras de que su funcionamiento es correcto, de que el ángulo de inclinación y la altura sobre el pavimento son los adecuados, y de que no existen obstrucciones, fugas ni goteos.

4.2 Equipo para la extensión del árido de cobertura

Para la extensión del árido, se utilizarán extendedoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopropulsadas. En cualquier caso, el equipo utilizado deberá proporcionar un reparto homogéneo del árido y ser aprobado por la Dirección de las Obras.

4.3 Equipo de apisonado

Se emplearán preferentemente rodillos de neumáticos. La Dirección de las Obras fijará su presión de inflado, que en ningún caso será inferior a siete décimas de megapascal (0,7 MPa).

El número de equipos será el suficiente para efectuar el apisonado de manera continua, sin interrupciones ni retrasos.

Todos los equipos, del tipo que sean, deberán ser autopropulsados y estar dotados de dispositivos para la limpieza de sus llantas o neumáticos durante el apisonado, así como de inversores de marcha de acción suave.

Se cuidará de que todos los elementos de apisonado estén limpios, pero en ningún caso se empleará agua o líquidos antiadherentes en estos equipos.

En lugares inaccesibles para los equipos de apisonado se emplearán pisones mecánicos u otros medios aprobados previamente por la Dirección de las Obras, con los cuales deberán lograrse resultados análogos a los obtenidos con aquéllos.

4.4 Equipo de barrido

Se emplearán barredoras mecánicas de cepillo no metálico. Podrán utilizarse escobas o cepillos de mano en los lugares inaccesibles a los equipos mecánicos.

5 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

5.1 Preparación de la superficie existente

Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego de sellado cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente. En caso contrario, deberá ser corregida de acuerdo con las instrucciones de la Dirección de las Obras.

Inmediatamente antes de proceder a la aplicación de la emulsión, la superficie a sellar se limpiará de materiales sueltos o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión, u otro método aprobado por la Dirección de las Obras.

5.2 Aplicación de la emulsión bituminosa

Se aplicará las emulsiones con la dotación y la temperatura aprobadas por la Dirección de las Obras. El suministrador de la emulsión deberá aportar información sobre la temperatura de aplicación del ligante.

La extensión de la emulsión se efectuará de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo. Donde fuera preciso regar por franjas, se procurará una ligera superposición del riego en la unión de las mismas.

5.3 Extensión del árido

La extensión del árido de cobertura se realizará por medios mecánicos de manera uniforme y con la dotación aprobada por la Dirección de las Obras. Se evitará el contacto de las ruedas del equipo de extensión con el riego no protegido. En el momento de su extensión, el árido no deberá tener una humedad excesiva.

Si hubiera que extender árido sobre una franja regada de emulsión, sin que lo hubiera si do la adyacente, se dejará sin extender árido en una zona de aquélla de unos veinte centímetros (20 cm) de anchura, junto a la superficie que todavía no haya sido tratada.

5.4. Apisonado

Tras la extensión del árido se procederá al apisonado del riego de sellado. El apisonado se ejecutará longitudinalmente comenzando por el borde inferior, progresando hacia el centro y solapándose cada pasada con la anterior.

El equipo de apisonado realizará las pasadas necesarias hasta obtener una superficie lisa y estable. El apisonado se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todos los defectos e irregularidades que se puedan presentar.

5.5 Eliminación del árido no adherido

Una vez terminado el apisonado del árido, y transcurrido el plazo necesario para que el lí gante utilizado en el riego alcance una cohesión suficiente, a juicio de la Dirección de las Obras, para resistir la acción de la circulación normal de vehículos, deberá eliminarse to

do exceso de árido que haya quedado suelto sobre la superficie antes de permitir dicha circulación. El procedimiento a emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las Obras.

Transcurridos quince (15) días desde la apertura a la circulación, y salvo orden en contrario de la Dirección de las Obras, se realizará un barrido definitivo del árido que no esté adherido.

5.6 Apertura a la circulación

Siempre que sea posible deberá evitarse la circulación sobre un riego de sellado recién ejecutado, por lo menos durante las veinticuatro horas (24 h) que sigan a su terminación. Si ello no fuera factible, deberá limitarse la velocidad a cuarenta kilómetros por hora (40 km/h) durante esas veinticuatro horas (24 h), colocando asimismo la señalización correspondiente al peligro representado por las proyecciones de árido.

6 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

El riego de sellado se podrá aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los diez grados Celsius ($> 10^{\circ}\text{C}$), y no exista riesgo de precipitaciones atmosféricas.

Dicho límite se podrá rebajar a juicio de la Dirección de las Obras a cinco grados Celsius (5°C), si la temperatura ambiente tiende a aumentar.

Se prohibirá todo tipo de circulación sobre el riego de sellado mientras no se haya extendido el árido de cubrición y, al menos, durante las cuatro horas (4 h) siguientes a la extensión de dicho árido.

7 CONTROL DE CALIDAD

7.1 Control de procedencia de los materiales

En el caso de productos que deban tener el marcado CE, según el Reglamento 305/2011, para el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este Pliego. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento, la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra, 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 corresponder con alguna de las excepciones establecidas en el artículo 5 del Reglamento 305/2011, se deberá llevar a cabo obligatoriamente los ensayos de identificación y caracterización para el control de procedencia que se indican en los epígrafes siguientes.

7.1.1 Emulsión bituminosa

Cada cisterna de emulsión bituminosa que llegue a obra irá acompañada de un albarán y, en el caso de las emulsiones catiónicas, de la información relativa al etiquetado y marcado CE 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 este artículo.
- Nombre y dirección del comprador y del destino.
- Referencia del pedido.

El etiquetado y marcado CE de las emulsiones catiónicas deberá incluir la información definida en el anexo ZA.3 de la norma UNE-EN 13808.

7.1.2 Árido de cobertura

Los áridos deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, salvo en el caso de los áridos fabricados por el propio Contratista para su incorporación en la correspondiente obra (artículo 5.b del Reglamento 305/2011).

En el primer caso, el control de procedencia se podrá llevar a cabo mediante la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones establecidas en este Pliego.

En el caso de los áridos fabricados por el propio Contratista para su incorporación en la correspondiente obra, de cada procedencia y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán dos (2) muestras (norma UNE-EN 932-1) y sobre ellas se determinará la granulometría (norma UNE-EN 933-2).

7.2 Control de calidad de los materiales

7.2.1 Emulsión bituminosa

Se estará a lo indicado en el epígrafe 2.1. Las emulsiones bituminosas catiónicas cumplirán lo indicado en la norma UNE-EN 13808 y en la tabla 1 de este artículo.

En cualquier caso, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá fijar algún otro criterio adicional para el control de recepción de las cisternas.

7.2.2 Árido

Cuando el material se reciba en obra o en acopio, se examinará la descarga desecharlo los áridos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños diferentes a los aprobados en la fórmula de trabajo. Se acopiarán aparte los que presenten al-

guna anomalía de aspecto, tales como distinta coloración, segregación, suciedad, contaminación por áridos gruesos, etc., hasta la decisión de su aceptación o rechazo.

Para los áridos que tengan marcado CE, la comprobación de las siguientes propiedades podrá llevarse a cabo mediante la verificación de los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE. No obstante, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de las Obras, podrá disponer la realización de las comprobaciones o ensayos adicionales que considere oportunos.

En los materiales que no tengan marcado CE se deberán hacer obligatoriamente las siguientes comprobaciones:

- Al inicio de los trabajos y por cada setenta y cinco toneladas (75 t) o, al menos, una vez al día, o cuando se cambie de procedencia, se tomarán muestras (norma UNE-EN 932-1), y se realizarán los siguientes ensayos:
 - Un (1) análisis granulométrico, según la norma UNE-EN 933-1.
- Al inicio de los trabajos y por cada trescientas toneladas (300 t) o, al menos, una vez a la semana, o cuando se cambie de procedencia, se tomarán muestras (norma UNE-EN 932-1), y se realizarán los siguientes ensayos:
 - Un (1) equivalente de arena (SE4) (anexo A de la norma UNE-EN 933-8)
 - Un (1) índice de plasticidad (normas UNE 103103 y UNE 103104)

Con independencia de lo anteriormente establecido y cuando la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, 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.

7.3 Control de ejecución

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al de menor tamaño de entre los resultantes de aplicar los tres (3) criterios siguientes:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m²) de calzada.
- La superficie imprimada diariamente.

En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o la Dirección de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote.

La dotación de la emulsión bituminosa y del árido se comprobarán según el procedimiento descrito en la norma UNE-EN 12272-1, en no menos de cinco (5) puntos por kilómetro de carril o semiancho de calzada, aleatoriamente situados de forma que haya al menos uno (1) por cada dos hectómetro (2 hm).

La Dirección de las Obras podrá autorizar la comprobación de las dotaciones medias de la emulsión bituminosa y del árido por otros procedimientos.

Se comprobará la forma de actuación del equipo de apisonado, verificando el número de pases del rodillo y el funcionamiento de los dispositivos de limpieza

Se comprobará también que tras la realización del barrido definitivo, realizado según lo indicado en 5.5, queda eliminado todo el árido no adherido

8 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

La dotación media en cada lote, tanto del ligante residual como de los áridos, no deberá diferir de la prevista en más de un quince por ciento ($\pm 15\%$). Adicionalmente, no se admitirá que más de un (≤ 1) individuo de la muestra ensayada presente resultados que excedan de los límites fijados. La Dirección de las Obras determinará las medidas a adoptar con los lotes que no cumplan los criterios anteriores.

9 MEDICIÓN Y ABONO

La emulsión bituminosa empleada en riegos de sellado se abonará por toneladas (t), calculada multiplicando la superficie regada por la dotación media del lote. El abono incluirá la preparación de la superficie existente y la aplicación de la emulsión.

El árido empleado en riegos de sellado, se abonará por toneladas (t), calculada multiplicando la superficie regada por la dotación media del lote. El abono incluirá la extensión del árido y su eventual barrido.

NORMAS REFERIDAS

Las normas recogidas en este artículo podrán ser sustituidas por otras de las utilizadas en cualquiera de los otros Estados miembros de la Unión Europea, o que sean parte del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, y en aquellos Estados que tengan un acuerdo de asociación aduanera con la Unión Europea, siempre que se demuestre que poseen idénticas especificaciones técnicas.

- UNE 103103 Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande.
- UNE 103104 Determinación del límite plástico de un suelo.
- 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. Método 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 933-8 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.
- UNE-EN 12272-1 Tratamientos superficiales. Método de ensayo. Parte 1: Índice y regularidad de la dispersión del ligante y de las gravillas
- UNE-EN 13808 Betunes y ligantes

RECOMENDACIONES PARA LA REDACCIÓN DE PLIEGOS DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES
DE FIRMES Y PAVIMENTOS BITUMINOSOS DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO