

ANEXO

**ANEJO 8- MATERIALES TRATADOS CON CEMENTO
(SUELOCEMENTO Y GRAVACIMIENTO)****ÍNDICE**

1. DEFINICIÓN	1
2. MATERIALES.....	1
3. TIPO Y COMPOSICIÓN DEL MATERIAL TRATADO CON CEMENTO	5
4. EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	7
5. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	10
6. TRAMO DE PRUEBA	14
7. ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA	15
8. LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN	16
9. CONTROL DE CALIDAD	16
10. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO.....	21
11. MEDICIÓN Y ABONO.....	24

1. DEFINICIÓN

Se define como material tratado con cemento la mezcla homogénea, en las proporciones adecuadas, de material granular, cemento, agua y, eventualmente aditivos, realizada en central, que convenientemente compactada se utiliza como capa estructural en firmes de carretera. Dependiendo del material granular utilizado se distinguen dos tipos de materiales tratados con cemento: suelocemento y gravacemento.

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Fabricación de la mezcla en central.
- Preparación de la superficie existente, cuando proceda.
- Transporte y extensión de la mezcla.
- Prefisuración, cuando sea necesario.
- Compactación y terminación.
- Curado y protección superficial.

2. MATERIALES

Lo dispuesto en este pliego 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 construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

2.1. Cemento

El pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, la Dirección de las Obras fijará la clase resistente y el tipo del cemento, teniendo en cuenta las recomendaciones de uso indicadas en la vigente Instrucción para la recepción de cementos (RC). Cumplirá las prescripciones del artículo 202 del PG-3 y las adicionales que establezca, en su caso, el pliego de prescripciones técnicas particulares.

El cemento será de los tipos III, IV, V o ESP VI-1 de categorías resistentes 32,5N. Previa autorización de la Dirección de las Obras podrán utilizarse cementos del tipo II y categoría resistente 42,5R. La Dirección de las Obras podrá autorizar en épocas frías el empleo de

un cemento de clase resistente 42,5N. No se emplearán cementos de aluminato de calcio, ni mezclas de cemento con adiciones que no hayan sido realizadas en instalaciones de fabricación específicas.

Si el contenido ponderal de sulfatos solubles en agua (SO_3) en el material granular que se vaya a utilizar, determinado según la UNE-EN 1744-1, fuera superior al dos por mil (2 ‰) en masa (Categoría $\text{SS}_{0,2}$), deberá emplearse un cemento resistente a los sulfatos (SR) y aislar adecuadamente estas capas del firme de las obras de hormigón.

El pliego de prescripciones técnicas particulares fijará el principio de fraguado (norma UNE-EN 196-3) que, en todo caso, no podrá tener lugar antes de los cien minutos (100 minutos). No obstante, si la extensión se realizase con temperatura ambiente superior a treinta grados Celsius (30°C), el principio de fraguado, no podrá tener lugar antes de una hora (1 h), realizando los ensayos a una temperatura de cuarenta más menos dos grados Celsius ($40 \pm 2^\circ\text{C}$).

2.2. Materiales granulares

Para el suelocemento se utilizará un suelo granular o material de origen natural, rodado o triturado, o una mezcla de ellos, exento de todo tipo de materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

En la gravacemento se utilizará un árido natural procedente de la trituración de piedra de cantera o de gravera. El árido se suministrará, al menos, en dos (2) fracciones granulométricas diferenciadas.

En ambos casos podrán utilizarse subproductos o productos inertes de desecho, en cumplimiento del Acuerdo de Consejo de Ministros de 26 de diciembre de 2008, por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015, y también residuos de construcción y demolición (RCD) que cumplan lo establecido en el Decreto 112/2012, de 26 de junio del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca de Gobierno Vasco, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, y la Orden de 12 de enero de 2015, de la Consejera de Medio Ambiente y Política Territorial por la que se establecen los requisitos para la utilización de los áridos reciclados procedentes de la valorización de residuos de construcción y demolición, siempre que cumplan las prescripciones técnicas exigidas en este pliego, y se declare el origen de los materiales, tal como se establece en la legislación comunitaria sobre estas materias. Para el empleo de estos materiales se exige que las condiciones para su tratamiento y aplicación estén fijadas expresamente en el pliego de prescripciones técnicas particulares.

El pliego de prescripciones técnicas particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, podrá exigir propiedades o especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

El material granular del suelocemento o el árido de la gravacemento no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, se puedan dar en el lugar de empleo. Se deberá garantizar tanto la durabilidad a largo plazo como que no originen con el agua disoluciones que provoquen daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua. Por ello, en materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, deberá hacerse un estudio especial sobre su aptitud para ser empleado, que deberá ser aprobado por la Dirección de las Obras.

Para caracterizar los componentes del material granular o del árido que puedan ser lixiviados y que puedan significar un riesgo potencial para el medio ambiente o para los elementos de construcción situados en sus proximidades, se empleará la UNE- EN 1744-3.

El material granular del suelocemento o el árido de la gravacemento no presentarán reactividad potencial con los álcalis del cemento. Con materiales sobre los que no exista suficiente experiencia en su comportamiento en mezclas con cemento y que por su naturaleza petrográfica puedan tener constitutivos reactivos con los álcalis, el pliego de prescripciones técnicas particulares, o la Dirección de las Obras, podrá exigir que se lleve a cabo un estudio específico sobre la reactividad potencial de los áridos, que definirá su aptitud de uso, siguiendo los criterios establecidos a estos efectos en el apartado 28.7.6 de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

TABLA 1 – SUELOS Ó ÁRIDOS PARA SUELOCEMENTO

CARACTERÍSTICA	NORMA ENSAYO UNE-EN	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
		T00 y T0	T1	T2	T3	T4	Arcenes
REQUISITOS GEOMÉTRICOS							
Granulometría	933-1	Tabla 3					
REQUISITOS FÍSICOS							
Resistencia a la fragmentación ¹	1097-2	LA ₄₀					
Densidad de las partículas	1097-6	A declarar					
Absorción de agua	1097-6	A declarar					
REQUISITOS QUÍMICOS							
Azufre total	1744-1	S ₁ (azufre total <1%)					
Sulfato soluble en ácido	1744-1	AS _{0,8} (sulfatos solubles <0.8%)					
Contenido de materia orgánica	103204	≤1%					
Composición química ²	932-3	(Cal libre < 0,5 %)					
Estabilidad volumétrica ²	1744-1	V _{3,5}					
DURABILIDAD							
Resistencia a ciclos de hielo-deshielo ³	1367-1	F ₁			F ₂		
Valor de sulfato de magnesio	1367-2	MS ₂₅					

NOTAS

¹ Únicamente se exigirá a materiales de cantera o gravera con más de un 20% de tamaños retenidos por el 12,5 mm

² Únicamente se exigirá a los áridos siderúrgicos.

³ Únicamente se exigirá cuando la absorción de agua (WA₂₄; UNE-EN 1097-6) sea superior a 1.

El límite líquido del material granular del suelocemento (norma UNE-EN103103), deberá ser inferior a treinta (< 30), y su índice de plasticidad (normas UNE-EN 103103 y UNE 103104) deberá ser inferior a diez (< 10).

El valor del índice CBR, determinado según la norma UNE-EN 13286-47 y con una compactación de las probetas del 100% de la densidad máxima del Proctor Modificado (UNE-EN 13286-2), será superior a 20. El material granular no deberá presentar hinchamiento en el ensayo CBR, habiendo aplicado una sobrecarga de 4,5 kg.

TABLA 2 - ÁRIDOS PARA GRAVACIMIENTO

CARACTERÍSTICA	NORMA ENSAYO UNE-EN	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
		T00 y T0	T1	T2	T3	T4	Arcenes
REQUISITOS GEOMÉTRICOS							
Granulometría	933-1	Tabla 3					
Equivalente de arena ¹	933-8/A	SE ₄₀ (GC20) ó SE ₃₅ (GC32)					
Forma	933-3	Fl ₃₀			Fl ₃₅		Fl ₄₀
REQUISITOS FÍSICOS							
Proporción de partículas parcial y totalmente trituradas y de partículas totalmente redondeadas	933-5	C _{100/0}			C _{70/10}		C _{50/10}
Resistencia a la fragmentación	1097-2	LA ₃₀			LA ₃₅		LA ₄₀
Densidad de las partículas	1097-6	A declarar					
Absorción de agua	1097-6	A declarar					
REQUISITOS QUÍMICOS							
Azufre total ²	1744-1	S ₁ (azufre total <1%)					
Sulfato soluble en ácido	1744-1	AS _{0,8} (sulfatos solubles <0,8%)					
Componentes que alteran la velocidad de fraguado y el endurecimiento ³	1744-1	Si contiene materia orgánica no debe afectar a tiempo de fraguado y resistencia a compresión sobre mortero					
Composición química ⁴	932-3	(Cal libre < 0,5 %)					
Estabilidad volumétrica ⁴	1744-1	V _{3,5}					
DURABILIDAD							
Resistencia a ciclos de hielo-deshielo ⁵	1367-1	F ₁			F ₂		
Valor de sulfato de magnesio	1367-2	MS ₂₅					

NOTAS

- ¹ Cuando no se cumplan las categorías especificadas, se exigirá para ambos tipos que el equivalente arena sea superior a treinta (>30), y que el valor de azul de metileno para la fracción 0/0.125 mm sea inferior a diez gramos por kilogramo (<10 g/kg).
- ² Si en la descripción petrográfica (UN-EN 932-3) se apreciara presencia de pirrotina en el árido, el contenido ponderal en azufre total (S) deberá ser < 0,4%
- ³ No se debe producir un aumento del tiempo de fraguado de las probetas de ensayo de mortero en más de 120 min ni una reducción de la resistencia a la compresión de las probetas de ensayo de mortero en más del 20% a 28 días.
- ⁴ Únicamente se exigirá a los áridos siderúrgicos.
- ⁵ Únicamente se exigirá cuando la absorción de agua (W_{cm}) sea superior a 0,5.

El árido fino para las capas de gravacemento será no plástico.

2.3. Agua

El agua deberá cumplir las prescripciones de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

2.4. Aditivos

El pliego de prescripciones técnicas particulares fijará los aditivos que puedan utilizarse para obtener la trabajabilidad adecuada o mejorar las características de la mezcla, los cuales deberán ser especificados en la fórmula de trabajo y aprobados por la Dirección de las Obras. Ésta podrá autorizar el empleo de un retardador de fraguado para ampliar el periodo de trabajabilidad del material, según las condiciones meteorológicas, así como establecer el método que se vaya a emplear para su incorporación, las especificaciones que debe cumplir dicho aditivo y las propiedades de la mezcla tras su incorporación.

El empleo de retardadores de fraguado será obligatorio salvo que la Dirección de las Obras ordene lo contrario.

Únicamente se autorizará el uso de los aditivos cuyas características, y especialmente su comportamiento y los efectos sobre la mezcla al emplearlos en las proporciones previstas, vengan garantizados por el fabricante, siendo obligatorio realizar ensayos previos para comprobar que cumplen su función con los materiales y dosificaciones previstos en la fórmula de trabajo.

3. TIPO Y COMPOSICIÓN DEL MATERIAL TRATADO CON CEMENTO

El pliego de prescripciones técnicas particulares definirá el tipo y composición del material tratado, suelocemento o gravacemento, cuya granulometría, contenido de cemento y resistencia a compresión simple deberán cumplir lo indicado en este apartado.

La granulometría del material granular empleado en la fabricación del suelocemento deberá ajustarse a uno de los husos definidos en la tabla 3. El tipo SC20 sólo se podrá emplear en carreteras con categoría de tráfico pesado T3 y T4 y en arcenes.

TABLA 3 - HUSOS GRANULOMÉTRICOS DEL MATERIAL GRANULAR DEL SUELOCEMENTO

TIPO DE SUELOCEMENTO	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (% en masa) ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)									
	50	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,063
SC40	100	80-100	75-100	62-100	53-100	45-89	30-65	20-52	5-37	2-20
SC20	-	-	100	92-100	76-100	63-100	48-100	36-94	18-65	2-35

La granulometría de los áridos empleados en la fabricación de la gravacemiento deberá ajustarse a uno de los husos definidos en la tabla 4. El tipo GC32 sólo se podrá emplear en carreteras con categoría de tráfico pesado T3 y T4 y en arcenes, en sustitución del suelocemento.

TABLA 4 - HUSOS GRANULOMÉTRICOS DEL ÁRIDO DE LA GRAVACIMIENTO

TIPO DE GRAVACIMIENTO	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (% en masa) ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)								
	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,063
GC32	100	88-100	67-91	52-77	38-63	25-48	16-37	6-21	1-7
GC20	-	100	80-100	62-84	44-68	28-51	19-39	7-22	1-7

El contenido mínimo de cemento del suelocemento será tal que permita la consecución de las resistencias indicadas en la tabla 5. En cualquier caso dicho contenido no será inferior al tres por ciento ($\geq 3\%$) en masa, respecto del total del material granular en seco.

El contenido mínimo de cemento de la gravacemiento será tal que permita la consecución de las resistencias indicadas en la tabla 5. En cualquier caso, dicho contenido no será inferior al cuatro por ciento ($\geq 4\%$) en masa, respecto del total del árido en seco.

TABLA 5 - RESISTENCIA MEDIA (*) A COMPRESIÓN A SIETE DÍAS (7 d), SEGÚN LA UNE-EN 13286-41 (MPa)

MATERIAL	ZONA	MÍNIMA	MÁXIMA
GRAVACIMIENTO	Calzada	6	-
	Arcenes	4,5	-
SUELOCIMIENTO	Calzadas y arcenes	3,5	-

(*) Por resistencia media se entiende la media aritmética de los resultados obtenidos al menos sobre tres (3) probetas de la misma amasada, definida de acuerdo a lo indicado en el epígrafe 9.2.1. Si alguno de los valores varía en más del 20% de la media, se descartará y se tomará la resistencia a compresión como la media de los valores restantes.

Las probetas se compactarán (UNE-EN 13286-51), con la energía que proporcione la mayor densidad mínima requerida en el epígrafe 7 y nunca con una energía mayor.

En el caso de emplearse cementos CEM II/42,5 R las resistencias mínimas serán de 8,5 MPa, 6 MPa y 4,5 MPa a siete (7) días para la gravacemiento en calzada y arcenes y suelocemento, respectivamente.

El período de trabajabilidad de una mezcla con cemento, determinado a la temperatura máxima esperada durante la puesta en obra (norma UNE-EN 13286-45), no deberá ser inferior al indicado en la tabla 6. En el supuesto de la puesta en obra por franjas, el

material resultante deberá tener un periodo de trabajabilidad tal que permita completar la compactación de cada una de ellas antes de que haya finalizado dicho periodo en la franja adyacente ejecutada previamente.

TABLA 6 - PERIODO MÍNIMO DE TRABAJABILIDAD (Wpc)

TIPO DE EJECUCIÓN	Wpc (horas) (norma UNE-EN 13286-45)
ANCHURA COMPLETA	3
POR FRANJAS	4

El espesor de capa de material tratado, suelocemento o gravacemento, será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en toda la capa las características deseadas y el grado de compactación exigido. Dicho espesor se proyectará de acuerdo con la vigente Norma para el Dimensionamiento de Firmes de la Red de Carreteras del País Vasco, y en cualquier caso no será inferior a los veinte centímetros (≥ 20 cm).

4. EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

4.1. Consideraciones generales

No se podrá utilizar en la ejecución de los materiales tratados con cemento ningún equipo que no haya sido previamente empleado en el tramo de prueba y aprobado por la Dirección 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.

4.2. Central de fabricación

Se podrán utilizar centrales de fabricación de mezcla continua o discontinua. El pliego de prescripciones técnicas particulares señalará la producción horaria mínima de la central.

En cualquier caso, la instalación deberá permitir dosificar por separado el material granular o las distintas fracciones de árido suministrado, que serán dos (2) como mínimo, el cemento, el agua y, en su caso, los aditivos, en las proporciones y con las tolerancias fijadas en la fórmula de trabajo.

Las tolvas para los materiales granulares deberán tener paredes resistentes y estancas y bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, provistas de una rejilla que permita limitar el tamaño máximo, así como de un rebosadero que evite que un exceso de contenido afecte al huso granulométrico especificado. Se dispondrán con una separación suficiente para evitar contaminaciones entre ellas y deberán estar provistas a su salida de dispositivos ajustables de dosificación.

La dosificación del material granular o de cada una de las fracciones del árido de la gravacemento será siempre ponderal. En la central de fabricación, los dosificadores ponderales serán independientes, debiendo disponer de al menos uno (1) para el material granular o, en su caso, para cada una de las fracciones del árido de la gravacemento, cuya precisión será superior al dos por ciento ($\pm 2\%$), y al menos uno (1) para el cemento, con precisión superior al uno por ciento ($\pm 1\%$).

El agua añadida se controlará mediante un caudalímetro, cuya precisión será superior al dos por ciento ($\pm 2\%$), y un totalizador con indicador en la cabina de mando de la central.

En el caso de que se incorporen aditivos al material tratado con cemento, la central deberá tener sistemas de almacenamiento y de dosificación independientes de los correspondientes al resto de los materiales, protegidos de la humedad, y un sistema que permita su dosificación de acuerdo con la fórmula de trabajo y las tolerancias establecidas en este pliego.

Los equipos de mezcla deberán ser capaces de asegurar una completa homogeneización de los componentes dentro de las tolerancias fijadas.

4.3. Elementos de transporte

El material tratado con cemento se transportará al lugar de empleo en camiones de caja abierta, lisa y estanca, perfectamente limpia. Deberán disponer de lonas o cobertores adecuados para proteger el material tratado con cemento durante su transporte.

En el caso de utilizarse extendedoras como equipos de extensión, y cuando estas no dispongan de elementos de transferencia de carga, la altura y forma de los camiones será tal que, durante el vertido en la extendidora, el camión sólo toque a aquélla a través de los rodillos previstos al efecto.

Los medios de transporte deberán estar adaptados, en todo momento, al ritmo de ejecución de la obra teniendo en cuenta la capacidad de producción de la central y del equipo de extensión y la distancia entre la central y el tajo de extensión.

4.4. Equipo de extensión

En carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T2, incluidos los arcenes, se utilizarán extendedoras automotrices, que estarán dotadas de sistemas automáticos de nivelación para la puesta en obra con la configuración deseada y para proporcionar un mínimo de compactación.

En el resto de los casos el pliego de prescripciones técnicas particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, deberá fijar y aprobar los equipos de extensión de los materiales tratados.

En el caso de utilizarse extendedoras que no estén provistas de una tolva para la descarga del material desde los camiones, ésta deberá realizarse a través de dispositivos de transferencia que garanticen un reparto adecuado del material delante del equipo de extensión.

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

Las anchuras mínima y máxima de extensión se fijarán en el pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, por la Dirección de las Obras. Si al equipo de extensión pudieran acoplarse piezas para aumentar su anchura, éstas deberán quedar perfectamente alineadas con las existentes en la extendidora.

4.5. Equipo de compactación

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados, tener inversores del sentido de la marcha de acción suave y estar dotados de dispositivos para mantenerlos húmedos, en caso necesario. La composición del equipo de compactación se determinará en el tramo de prueba, y deberá estar compuesto como mínimo por un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos, siendo preferible también la utilización de un (1) compactador de neumáticos.

El rodillo metálico del compactador vibratorio tendrá una carga estática sobre la generatriz no inferior a cincuenta kilogramos por centímetro (≥ 50 kg/cm) y será capaz de alcanzar una masa de al menos quince toneladas (15 t) con amplitudes y frecuencias de vibración adecuadas. El compactador de neumáticos será capaz de alcanzar una masa de al menos veintiuna toneladas (21 t) y una carga por rueda de al menos tres toneladas (3 t), con una presión de inflado que pueda alcanzar un valor no inferior a ocho décimas de megapascal ($\geq 0,8$ MPa).

Los compactadores de rodillos metálicos tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración al invertir el sentido de la marcha, y no presentarán surcos ni irregularidades en ellos. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras con las de las traseras.

La Dirección de las Obras aprobará el equipo de compactación que se vaya a emplear, su composición y las características de cada uno de sus componentes, que serán las necesarias para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la mezcla con cemento en todo su espesor, sin producir roturas del material granular, o del árido, ni arrollamientos.

En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación normales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretenda realizar y siempre deberán ser autorizados por la Dirección de las Obras.

4.6. Equipo para la prefisuración longitudinal y transversal

Para la ejecución de la junta longitudinal y las transversales en fresco, se utilizarán equipos automotrices que efectúen en cada pasada un surco vertical que penetre al menos tres cuartos (3/4) del espesor de la capa y que al mismo tiempo introduzca en él un producto adecuado para impedir que los bordes de la junta se unan de nuevo. Este producto podrá consistir en una emulsión bituminosa de rotura rápida, láminas continuas de plástico u otros sistemas que además de impedir que se unan durante la compactación, permitan la transmisión de cargas entre los dos lados de la junta. Si se utiliza emulsión

bituminosa su aplicación estará automatizada y el equipo de aplicación contará con un depósito de al menos 600 litros de emulsión. El depósito estará calorifugado y mantendrá la emulsión a una temperatura comprendida entre 40 y 60 °C.

La Dirección de las Obras podrá autorizar equipos no automotrices en obras de menos de setenta mil metros cuadrados ($< 70.000 \text{ m}^2$) y en carreteras con categorías de tráfico T3 y T4, siempre que con ellos se alcancen los requisitos establecidos en el párrafo anterior y no supongan una limitación para el normal funcionamiento del equipo de compactación.

5. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

5.1. Estudio del material tratado con cemento y obtención de la fórmula de trabajo

La producción del material tratado con cemento no se podrá iniciar en tanto que la Dirección de las Obras haya aprobado la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en el laboratorio y verificada en la central de fabricación y en el tramo de prueba, la cual deberá señalar, como mínimo:

- La identificación y proporción (en seco) del material granular o de cada fracción de árido en la alimentación (en masa).
- La granulometría del material granular o, en su caso, del árido combinado, por los tamices establecidos en el huso granulométrico del apartado 3 de este pliego.
- La dosificación en masa o en volumen, según corresponda, de cemento, indicando su tipo y clase resistente, de agua y, eventualmente, de aditivos.
- La densidad máxima y la humedad óptima del Proctor modificado (norma UNE-EN 13286-2).
- La densidad mínima a alcanzar.
- El período de trabajabilidad del material tratado con cemento.

Si la marcha de las obras lo aconseja, la Dirección de las Obras podrá corregir la fórmula de trabajo, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos. En todo caso se estudiará y aprobará una nueva fórmula de trabajo si varía la procedencia de alguno de los componentes del material tratado con cemento.

Las tolerancias admisibles respecto a la fórmula de trabajo serán las indicadas en la tabla 7, teniendo en cuenta que en ningún caso los valores podrán sobrepasar los límites establecidos en el correspondiente huso granulométrico adoptado.

TABLA 7 – TOLERANCIAS ADMISIBLES RESPECTO DE LA FÓRMULA DE TRABAJO (*)

CARACTERÍSTICA		UNIDAD	TOLERANCIA
Cernido tamices (UNE-EN 933-2)	Tamaño máximo	% sobre la masa total del material	0
	> 4 mm		±6
	≤ 4 mm		±3
	0,063 mm (incluido el cemento)		±1,5

Cemento		±0,3
Humedad de compactación (agua total)	% respecto de la óptima	-1,0 / +0,5

(*) En el suelocemento únicamente se exigen las relativas al cemento y a la humedad de compactación.

5.2. Preparación de la superficie existente

Se comprobarán la regularidad superficial, si así lo exige el PG-3 en la unidad de obra correspondiente, y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender el material tratado con cemento. El pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, la Dirección de las Obras indicará las medidas necesarias para obtener una regularidad superficial aceptable y, en su caso, para reparar las zonas dañadas.

En época seca y calurosa, y siempre que sea previsible una pérdida de humedad del material extendido, la Dirección de las Obras podrá ordenar que la superficie de apoyo se riegue ligeramente inmediatamente antes de la extensión, de forma que ésta quede húmeda pero no encharcada, eliminándose las acumulaciones de agua en superficie que hubieran podido formarse.

5.3. Fabricación del material tratado con cemento

En el momento de iniciar la fabricación del material tratado con cemento, el material granular o las fracciones del árido estarán acopiados en cantidad suficiente para permitir a la central un trabajo sin interrupciones. El pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, la Dirección de las Obras fijará el volumen mínimo de acopios exigibles en función de las características de la obra y del volumen de material tratado que se vaya a fabricar.

En obras de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T2 o con una superficie de calzada superior a setenta mil metros cuadrados ($> 70.000 \text{ m}^2$) el volumen mínimo a exigir en el pliego de prescripciones técnicas particulares se determinará en función de las características de la obra, con el margen de seguridad necesario, no siendo nunca inferior al correspondiente al treinta por ciento ($\geq 30\%$) del total. En el caso de obras con categoría de tráfico pesado T3 a T4, o con una superficie de calzada inferior a setenta mil metros cuadrados ($< 70.000 \text{ m}^2$) estará acopiado el cincuenta por ciento (50%) del volumen.

La carga de las tolvas se realizará de forma que su contenido esté siempre comprendido entre el cincuenta y el cien por ciento (50 a 100%) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones de los materiales granulares.

La operación de mezcla se realizará mediante dispositivos capaces de asegurar la completa homogeneización de los componentes. La Dirección de las Obras fijará, a partir de los ensayos iniciales, el tiempo mínimo de amasado, que en ningún caso será inferior a los 30 segundos ($\geq 30 \text{ seg}$).

Se comenzará mezclando los materiales granulares y el cemento, añadiéndose posteriormente el agua y los aditivos, que irán disueltos en aquella. La cantidad de agua añadida a el material tratado con cemento será la necesaria para alcanzar la humedad fijada en la fórmula de trabajo, teniendo en cuenta la existente en el material granular, así

como la variación del contenido de agua que se pueda producir por evaporación durante la ejecución de los trabajos. El amasado se proseguirá hasta obtener la completa homogeneización de los componentes del material tratado con cemento, dentro de las tolerancias fijadas.

En las instalaciones de mezcla discontinua, no se volverá a cargar la amasadora sin haber vaciado totalmente su contenido.

5.4. Transporte

En el transporte de los materiales tratados con cemento se tomarán las debidas precauciones para reducir al mínimo la segregación y las variaciones de humedad. Se cubrirá siempre el material tratado con cemento con lonas o cobertores adecuados.

5.5. Vertido y extensión del material tratado con cemento

El vertido y la extensión se realizarán tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones. El espesor de la tongada antes de compactar deberá ser tal que, con la compactación, se obtenga el espesor previsto en los planos con las tolerancias establecidas en este pliego, teniendo en cuenta que, en ningún caso, se permitirá el recrecimiento de espesor en capas delgadas una vez iniciada la compactación.

No se admitirá la extensión de la capa de materiales tratados con cemento en más de una tongada.

El pliego de prescripciones técnicas particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará la anchura de extensión. Siempre que sea posible el material tratado con cemento se extenderá en la anchura completa. En caso contrario, y a menos que la Dirección de las Obras ordene otra cosa, la extensión comenzará por el borde inferior y se realizará por franjas longitudinales. La anchura de éstas será tal que se realice el menor número de juntas posibles y se consiga la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta la anchura de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características del equipo de extensión y la producción de la central. Únicamente se permitirá la colocación del material tratado con cemento por semianchos contiguos cuando pueda garantizarse que la compactación y terminación de la franja extendida en segundo lugar se haya finalizado antes de haber transcurrido el período de trabajabilidad de la primera, a no ser que la Dirección de las Obras autorice la ejecución de una junta de construcción longitudinal.

5.6. Prefisuración

Para cualquier categoría de tráfico se hará una prefisuración transversal de las capas tratadas con cemento.

Cuando el ancho de extendido del material tratado con cemento sea superior a 7 m se realizará también una junta longitudinal de manera que se localice bajo la línea de separación de carriles del firme construido.

Para ello, antes de iniciar la compactación de la capa, se realizarán en ella las juntas longitudinales o transversales en fresco que correspondan, las cuales deberán penetrar al menos tres cuartos (3/4) del espesor de la capa.

El pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, la Dirección de las Obras establecerá la distancia a la que deben realizarse las juntas transversales, dependiendo de la categoría de tráfico pesado, de la zona climática y del espesor de las capas que se dispongan por encima. Salvo justificación en contrario, la separación entre juntas estará comprendida entre dos y tres metros (2 a 3 m).

Se empleará el equipo y el método de ejecución aprobado y fijado por la Dirección de las Obras, después de la realización del tramo de prueba.

5.7. Compactación y terminación

La compactación se realizará según el plan aprobado por la Dirección de las Obras, de acuerdo con los resultados del tramo de prueba. Se compactará mientras el material tratado con cemento esté dentro de su periodo de trabajabilidad, hasta alcanzar la densidad especificada en el epígrafe 7.1.

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

Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado más cercano al equipo de extensión, y los cambios de dirección y de sentido se realizarán sobre material ya compactado y con suavidad. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

En todo momento, y especialmente en tiempo seco y caluroso, o con fuerte viento, deberá mantenerse húmeda la superficie mediante un riego con agua finamente pulverizada.

En una sección transversal cualquiera, la compactación de una franja deberá quedar terminada antes de que haya transcurrido el periodo de trabajabilidad de la adyacente ejecutada previamente.

Una vez terminada la compactación de la capa, no se permitirá su recrecimiento. Sin embargo, y siempre dentro del periodo de trabajabilidad del material tratado con cemento, la Dirección de las Obras podrá autorizar un reperfilado de las zonas que rebasen la superficie teórica, recompactando posteriormente la zona corregida.

Las zonas que, por su reducida extensión, pendiente o proximidad a obras de paso o de desagüe, muros o estructuras, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando, se compactarán con medios adecuados, de forma que las densidades que se alcancen no resulten inferiores, en ningún caso, a las exigidas en el resto de la tongada.

5.8. Ejecución de juntas de trabajo

Se dispondrán juntas de trabajo transversales cuando el proceso constructivo se interrumpa más tiempo que el periodo de trabajabilidad y siempre al final de cada jornada.

Si se trabaja por fracciones de la anchura total se dispondrán juntas de trabajo longitudinales siempre que no sea posible compactar el material de una franja dentro del periodo máximo de trabajabilidad del material de la franja adyacente puesto en obra con anterioridad, lo cual debe ser evitado en la medida de lo posible.

Las juntas de trabajo se realizarán de forma que su borde quede perfectamente vertical, aplicando a dicho borde el tratamiento que ordene la Dirección de las Obras.

5.9. Curado y protección superficial

Una vez terminada la capa se procederá a la aplicación de un riego con una emulsión bituminosa, del tipo y en la cantidad que figuren en el pliego de prescripciones técnicas particulares o que, en su defecto, señale la Dirección de las Obras, de acuerdo con lo indicado en el artículo 532 del PG-3. La extensión se efectuará de manera uniforme en toda la superficie expuesta de la capa, incluyendo los laterales, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo.

Esta operación se efectuará inmediatamente después de acabada la compactación, y en ningún caso después de transcurrir tres horas (3 h) desde la terminación, manteniéndose hasta entonces la superficie en estado húmedo.

Se prohibirá la circulación de todo tipo de vehículos sobre las capas recién ejecutadas, al menos durante los tres días (3 d) siguientes a su terminación, y durante siete días (7 d) a los vehículos pesados.

En el caso de que se vaya a circular por encima de la capa de suelocemento o de gravacemento antes de la ejecución de la capa superior, deberá protegerse el riego de curado extendiendo un árido de cobertura, que cumplirá lo especificado en el artículo 532 del PG-3. Tras su extensión se procederá al apisonado con un compactador de neumáticos y, previamente a la apertura al tráfico, se barrerá para eliminar el árido sobrante.

La Dirección de las Obras fijará, dependiendo de los tipos, ritmos y programas de trabajo, el periodo para la extensión de la capa superior, que deberá ser el máximo posible. En ningún caso será inferior a siete días (≥ 7 d).

6. TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse la puesta en obra de los materiales tratados con cemento será preceptiva la realización de un tramo de prueba. Se comprobará la fórmula de trabajo y el funcionamiento de los equipos necesarios, especialmente la forma de actuación del equipo de compactación y el de prefisuración, y se verificará, mediante toma de muestras, la conformidad del material tratado con las condiciones especificadas sobre humedad, espesor de capa, contenido de cemento y demás requisitos exigidos.

Durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia, en su caso, entre los métodos de control de la humedad y densidad in situ, establecidos en el pliego de prescripciones técnicas, y otros métodos rápidos de control. En el caso de emplearse sondas nucleares (UNE 103900), y en el caso de que la capa inferior esté estabilizada, la medición de la densidad por este método, deberá realizarse hincando el vástago de la

sonda en todo el espesor de la capa a medir, para asegurar la medida correcta de la densidad, pero sin profundizar más para no dañar dicha capa inferior.

El pliego de prescripciones técnicas particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará la longitud del tramo de prueba, que no será inferior a cien metros (≥ 100 m). La Dirección de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la unidad de obra definitiva.

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

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo; en el primer caso se podrá iniciar la fabricación del material tratado con cemento. En el segundo, deberá proponer el Contratista las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en la central de fabricación y en los sistemas de extensión y compactación, etc.).
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista; en el primer caso, aprobará su forma específica de actuación. En el segundo, el Contratista deberá proponer nuevos equipos o incorporar otros adicionales a los existentes.

7. ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

7.1. Densidad

El pliego de prescripciones técnicas particulares fijará la densidad de la capa tras el proceso de compactación, la cual no deberá ser inferior al noventa y ocho por ciento ($\geq 98\%$) de la densidad máxima Proctor modificado (norma UNE-EN 13286-2), definida en la fórmula de trabajo.

7.2. Resistencia mecánica

La resistencia a compresión simple a siete días (7 d) (norma UNE-EN 13286-41), deberá superar el límite establecido en el apartado 3.

7.3. Terminación, rasante, anchura y espesor

La superficie de la capa terminada deberá presentar una textura uniforme, exenta de segregaciones y ondulaciones, y con las pendientes adecuadas. La rasante no deberá superar a la teórica en ningún punto, ni quedar por debajo de ella en más de quince milímetros (15 mm).

En perfiles transversales cada veinte metros (20 m), se comprobará la anchura de la capa extendida, que en ningún caso deberá ser inferior, ni superar en más de diez centímetros (10 cm) a la definida en los planos.

El espesor de la capa no deberá ser inferior en ningún punto al previsto para ella, y en caso contrario se procederá según el epígrafe 10.3.

7.4 Regularidad superficial

El Índice de Regularidad Internacional (IRI) (norma NLT-330), de la capa terminada deberá cumplir lo fijado en la tabla 8, en función de su posición relativa bajo las capas de mezclas bituminosas y de la categoría de tráfico pesado.

TABLA 8 - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm)

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO Y POSICIÓN RELATIVA DE LA CAPA		
	T00 a T2		T3, T4 y arcenes
	1ª Capa bajo mezclas bituminosas	2ª Capa bajo mezclas bituminosas	
50	< 3,0	< 3,5	< 3,5
80	< 3,5	< 4,0	< 4,0
100	< 4,0	< 4,5	< 4,5

8. LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

Salvo autorización expresa de la Dirección de las Obras, no se permitirá la ejecución de materiales tratados con cemento:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea superior a los treinta y cinco grados Celsius (> 35°C).
- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a cinco grados Celsius (< 5°C) y exista previsión de heladas. La Dirección de las Obras podrá bajar este límite a la vista de los resultados de capacidad de soporte y densidad obtenidos.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

9. CONTROL DE CALIDAD

9.1. 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.

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.

9.1.1. Cemento

Se seguirán las prescripciones del artículo 202 del PG-3.

9.1.2. Material granular para suelocemento

De cada procedencia del material granular para la fabricación de suelocemento y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán cuatro (4) muestras (norma UNE-EN 932-1), y de cada una de ellas se determinará:

- La granulometría (norma UNE-EN 933-1).
- El límite líquido y el índice de plasticidad (normas UNE 103103 y UNE 103104).
- El contenido de materia orgánica (norma UNE 103204).
- El contenido ponderal en azufre total (S) y sulfatos solubles en ácido (SO_3) (norma UNE-EN 1744-1).
- Descripción petrográfica (norma UNE-EN 932-3) para detectar la presencia de pirrotina y la reactividad potencial con los álcalis del cemento, en el caso de no contar con experiencia previa en el uso del material de esa procedencia.

Estos ensayos se repetirán durante el suministro siempre que se produzca un cambio de procedencia, no pudiéndose utilizar el material hasta contar con los resultados de ensayo y la aprobación de la Dirección de las Obras.

9.1.3. Áridos para gravacemento

Los áridos, incluidos los procedentes del reciclado, en su caso, deberán disponer del marcado CE, según el Anejo ZA de la norma UNE-EN 13242, con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, salvo en el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción 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 en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra, de cada procedencia y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán muestras (norma UNE-EN 932-1) y para cada una de ellas se determinará:

- La granulometría de cada fracción (norma UNE-EN 933-1).
- El coeficiente de Los Ángeles (LA) del árido grueso (norma UNE-EN 1097-2).
- Índice de lajas (FI) del árido grueso (norma UNE-EN 933-3).
- Proporción de caras de fractura del árido grueso (norma UNE-EN 933-5).
- El contenido ponderal en azufre total (S) y sulfatos solubles en ácido (SO_3) (norma UNE-EN 1744-1).

- Descripción petrográfica (norma UNE-EN 932-3) para detectar la presencia de pirrotina y la reactividad potencial con los álcalis del cemento, en el caso de no contar con experiencia previa en el uso del material de esa procedencia.
- El límite líquido y el índice de plasticidad (normas UNE 103103 y UNE 103104).
- El equivalente de arena (SE_4) del árido fino (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8), y, en su caso, de azul de metileno (MB_F) (Anexo A de la norma UNE-EN 933-9).

Estos ensayos se repetirán durante el suministro siempre que se produzca un cambio de procedencia, no pudiéndose utilizar el material hasta contar con los resultados de ensayo y la aprobación de la Dirección de las Obras.

9.2. Control de ejecución

9.2.1. Fabricación

Se examinará la descarga al acopio o la alimentación de la central de fabricación, desechando los materiales granulares que, a simple vista, presenten materias extrañas o tamaños superiores al máximo aprobado en la fórmula de trabajo. Se acopiarán aparte los que presenten alguna anomalía de aspecto, tales como distinta coloración, segregación, plasticidad, etc., hasta la decisión de su aceptación o rechazo.

Se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores, así como el correcto vertido del material desde los acopios para evitar su segregación.

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, la Dirección de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones o ensayos que considere oportunos sobre los materiales suministrados.

En los materiales que no tengan marcado CE, con el material granular del suelocemento o con cada fracción granulométrica del árido de la gravacemento que se produzca o reciba, se realizarán obligatoriamente los siguientes ensayos:

- Por cada mil metros cúbicos (1.000 m^3) de materiales granulares o cada día si se emplea menos material, sobre un mínimo de dos (2) muestras, una por la mañana y otra por la tarde:
 - Humedad natural (norma UNE-EN 1097-5).
 - Con el material granular del suelocemento, límite líquido e índice de plasticidad (normas UNE 103103 y UNE 103104).
 - Para el árido fino de la gravacemento, equivalente de arena (SE_4) (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8), y, en su caso, azul de metileno (MB_F) (Anexo A de la norma UNE-EN 933-9).
 - Para cada fracción del árido de la gravacemento, granulometría por tamizado, (norma UNE-EN 933-1).
- Por cada cinco mil metros cúbicos (5.000 m^3) de áridos de la gravacemento o una (1) vez a la semana si se emplea menos material:

- Límite líquido e índice de plasticidad del árido fino (normas UNE 103103 y UNE 103104).
- Por cada cinco mil metros cúbicos (5.000 m³) de material granular para suelocemento o una (1) vez a la semana si se emplea menos material:
 - Contenido de materia orgánica (norma UNE 103204) del material granular para suelocemento.
- Al menos una (1) vez al mes o siempre que se cambie de procedencia:
 - Presencia de sustancias orgánicas (norma UNE-EN 1744-1) en el árido para gravacemento.
 - Contenido ponderal en azufre total (S) y sulfatos solubles en ácido (SO₃) del material granular (norma UNE-EN 1744-1).
 - El índice de lajas (FI) del árido grueso (norma UNE-EN 933-3).
 - Proporción de caras de fractura del árido grueso (norma UNE-EN 933-5).
 - Coeficiente de Los Ángeles (LA) del árido grueso de la gravacemento (norma UNE-EN 1097-2).

Además, un mínimo de dos (2) veces al día (mañana y tarde) (norma UNE-EN 932-1) se tomará, al menos, una (1) muestra representativa de la mezcla de componentes en seco, y se determinará su granulometría (norma UNE-EN 933-1).

En las instalaciones de fabricación con mezclador de funcionamiento continuo se calibrará diariamente el flujo de la cinta suministradora de materiales en seco, deteniéndola cargada, recogiendo y pesando el material existente en una longitud elegida. Al menos una (1) vez cada quince (15) días (15 d) se verificará, en su caso, la precisión de las básculas de dosificación, mediante un conjunto adecuado de pesas patrón.

A la salida del mezclador se controlará el aspecto del material tratado en cada elemento de transporte, rechazándose aquellos que presenten segregaciones o cuya envuelta no sea homogénea.

Al menos una (1) vez por lote se determinará la humedad del material tratado (norma UNE 103300) y en todo caso se llevará a cabo este control dos (2) veces al día, una por la mañana y otra por la tarde. Además, se llevará un control del consumo medio de cemento.

El pliego de prescripciones técnicas particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará el número de amasadas diferentes sobre las que se deberá controlar la resistencia a compresión, así como el número de probetas por amasada que haya que fabricar.

En carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T1, se controlarán por cada lote, como mínimo tres (3) amasadas diferentes, valor que se podrá reducir a dos (2) en los restantes casos. El número de probetas confeccionadas de cada amasada no será inferior a tres (≥ 3).

A estos efectos, en el caso de centrales discontinuas se considerará como amasada cada una de las descargas de la mezcladora, mientras que en centrales continuas será el producto resultante de tres (3) descargas seguidas de la mezcladora.

Se tomarán muestras a la descarga de la mezcladora y se fabricarán y conservarán las probetas (UNE-EN 13286-51), si bien teniendo en cuenta que deberán compactarse hasta alcanzar una densidad seca no superior a la mínima exigida en el epígrafe 7.1. Dichas probetas se ensayarán a resistencia a compresión simple a la edad de siete días (7 d) (norma UNE-EN 13286-41).

9.2.2. Puesta en obra

9.2.2.1. Vertido y extensión

Antes de verter el material tratado con cemento, se comprobará su homogeneidad, rechazándose todo el material seco o segregado.

Se comprobará continuamente el espesor extendido mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por la Dirección de las Obras, teniendo en cuenta la disminución que sufrirá al compactarse el material.

Se verificará la forma de actuación de los equipos de prefisuración y la adecuada formación de las juntas en fresco que sean necesarias, según lo establecido en el epígrafe 5.6.

9.2.2.2. Compactación

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

- Que el número y el tipo de compactadores son los aprobados.
- El funcionamiento de los dispositivos de humectación y de limpieza.
- El lastre y la masa total de los compactadores y, en su caso, la presión de inflado de las ruedas de los compactadores de neumáticos.
- La frecuencia y la amplitud de los compactadores vibratorios.
- El número de pasadas de cada compactador.

Se efectuarán mediciones de la densidad y de la humedad en emplazamientos aleatorios, con una frecuencia mínima de siete (7) medidas por cada lote definido en el apartado 9.3. Para la realización de estos ensayos se podrán utilizar métodos rápidos no destructivos, siempre que, mediante ensayos previos, se haya determinado una correspondencia razonable entre estos métodos y los definidos en la norma UNE 103503. La medición de la densidad por el método nuclear se llevará a cabo según la norma UNE 103900, y en el caso de que la capa inferior esté estabilizada, se deberá hincar el vástago de la sonda en todo el espesor de la capa a medir, para asegurar la medida correcta de la densidad, pero sin profundizar más para no dañar dicha capa inferior. Sin perjuicio de lo anterior, será preceptivo que la calibración y contraste de estos equipos con los ensayos de las normas UNE 103300 y UNE 103503 se realice periódicamente durante la ejecución de las obras, en plazos no inferiores a catorce días (≥ 14 d), ni superiores a veintiocho (≤ 28 d).

9.2.2.3. Curado y protección superficial

Se controlará que la superficie de la capa permanezca constantemente húmeda hasta la extensión del producto de curado, pero sin que se produzcan encharcamientos.

Se controlará diariamente la dotación de emulsión bituminosa empleada en el riego de curado, y, en su caso, del árido de cobertura, de acuerdo con lo especificado en el artículo 532 del PG-3.

9.3. Control de recepción de la unidad terminada

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres criterios siguientes:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m²) de calzada.
- La fracción construida diariamente.

El espesor y densidad de la capa se comprobará mediante la extracción de testigos cilíndricos en emplazamientos aleatorios, en número no inferior al establecido por el pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, por la Dirección de las Obras. El número mínimo de testigos por lote será de seis (6). Los orificios producidos se rellenarán con material de la misma o mejor calidad que el utilizado en el resto de la capa, el cual será correctamente enrasado y compactado.

La regularidad superficial de la capa ejecutada se comprobará en tramos de mil metros de longitud (1000 m), mediante el Índice de Regularidad Internacional (IRI) (norma NLT-330), que deberá cumplir lo especificado en el epígrafe 7.4.

Se comparará la rasante de la superficie terminada con la teórica establecida en los planos del Proyecto, en el eje, quiebros de peralte si existieran, y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad de la distancia entre los perfiles del Proyecto. Se comprobará que la superficie extendida y compactada presenta un aspecto uniforme, así como una ausencia de segregaciones, en perfiles transversales cada veinte metros (20 m). Se verificará también la anchura de la capa para el cumplimiento de lo establecido en el epígrafe 7.3.

10. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo de la unidad terminada se aplicarán sobre los lotes definidos en el epígrafe 9.3, según lo indicado a continuación.

10.1 Densidad

Por cada lote, la densidad media obtenida no deberá ser inferior a la especificada en el epígrafe 7.1. Si fuera inferior, se procederá de la siguiente manera:

- Si fuera inferior en no más de tres (≤ 3) puntos porcentuales a la densidad especificada, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%) a la capa correspondiente al lote controlado.
- Si fuera inferior en tres (3) o más puntos porcentuales a la densidad especificada en el epígrafe 7.1, se demolerá la capa correspondiente al lote controlado y se repondrá, con un material aceptado por la Dirección de las Obras, por cuenta del Contratista. El producto resultante de la demolición será tratado como residuo de construcción y demolición, según la legislación ambiental vigente, o empleado como indique la Dirección de las Obras, a cargo del Contratista.

Adicionalmente, no se admitirá que más de un (≤ 1) individuo de la muestra presente resultados inferiores en más de dos (≤ 2) puntos porcentuales a la densidad especificada. En los puntos que no cumplan lo anterior se realizarán ensayos de resistencia mecánica sobre testigos aplicándose los criterios establecidos en el epígrafe 10.2.

10.2 Resistencia mecánica

La resistencia media de un lote a una determinada edad, se determinará como media de las resistencias de las probetas fabricadas de acuerdo con lo indicado en el epígrafe 9.2.1. Si la resistencia media de las probetas del lote a los siete días (7 d) fuera superior a la mínima se aceptará el lote.

En caso contrario se procederá de la siguiente manera:

- Si la resistencia media es inferior a la mínima exigida, pero no a su noventa por ciento (90%), el Contratista podrá elegir entre aceptar las sanciones previstas en el pliego de prescripciones técnicas particulares o solicitar la realización de ensayos de información.
- Si la resistencia media es inferior al noventa por ciento (90%) de la mínima exigida, el Contratista podrá elegir entre demoler el lote o esperar a los resultados de los ensayos de resistencia sobre testigos.

Los ensayos de información para la evaluación de la resistencia mecánica del lote no conforme se realizarán, en su caso, comparando los resultados de ensayos a compresión simple de testigos extraídos de ese lote con los de extraídos de un lote aceptado. Éste deberá estar lo más próximo posible y con unas condiciones de puesta en obra similares a las del lote no conforme.

El pliego de prescripciones técnicas particulares, o en su defecto la Dirección de las Obras, fijará el número de testigos a extraer en cada uno de los lotes (aceptado y no conforme), que en ningún caso deberá ser inferior a cuatro (≥ 4). La edad de rotura de los testigos, que será la misma para ambos lotes, será fijada por la Dirección de las Obras.

El valor medio de los resultados de los testigos del lote no conforme se comparará con el de los extraídos en el lote aceptado, y si es igual o superior, se aceptará el lote. Si fuera inferior se procederá de la siguiente manera:

- Si es superior o igual al noventa por ciento ($\geq 90\%$), se aplicará al lote las sanciones previstas en el pliego de prescripciones técnicas particulares.

- Si es inferior al noventa por ciento ($< 90\%$) pero no al ochenta por ciento ($\geq 80\%$), la Dirección de las Obras podrá aplicar las sanciones previstas por el pliego de prescripciones técnicas particulares o bien ordenar la demolición del lote y su reconstrucción, por cuenta del Contratista.
- Si es inferior al ochenta por ciento ($< 80\%$), se demolerá el lote y se reconstruirá, por cuenta del Contratista. El producto resultante de la demolición será tratado como residuo de construcción y demolición, según la legislación ambiental vigente, o empleado como indique la Dirección de las Obras, a cargo del Contratista.

Adicionalmente, no se admitirá que ningún resultado individual sea inferior a dicho valor en más de un veinte por ciento ($\leq 20\%$). De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en dos partes iguales y se tomarán muestras de cada una de ellas, aplicándose los criterios descritos en este epígrafe.

10.3 Espesor

El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al especificado en el pliego de prescripciones técnicas particulares o en los planos de proyecto. Si fuera inferior se procederá de la siguiente manera:

- Si es superior o igual al noventa por ciento ($\geq 90\%$) del especificado, se aceptará la capa siempre que se compense la merma de espesor con el espesor adicional correspondiente en la capa superior por cuenta del Contratista, que se construirá conjuntamente en una única capa. No se permitirá en ningún caso el recrecimiento en capa delgada con ningún tipo de material.
- Si es inferior al noventa por ciento ($< 90\%$) del especificado, se demolerá la capa correspondiente al lote controlado y se repondrá con un material aceptado por la Dirección de las Obras, por cuenta del Contratista. El producto resultante de la demolición será tratado como residuo de construcción y demolición, según la legislación ambiental vigente, o empleado como indique la Dirección de las Obras, a cargo del Contratista.

Adicionalmente, no se admitirá que más de un (≤ 1) individuo de la muestra presente resultados inferiores en más de un diez por ciento ($\leq 10\%$) al especificado. De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en dos partes iguales y se extraerán testigos de cada una de ellas, aplicándose los criterios descritos en este epígrafe.

10.4. Rasante

Las diferencias de cota entre la superficie obtenida y la teórica establecida en los planos del Proyecto no excederán de las tolerancias especificadas en el epígrafe 7.3, ni existirán zonas que retengan agua.

- Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existan problemas de encharcamiento, la Dirección de las Obras podrá aceptar la superficie siempre que la capa superior a ella compense la merma con el espesor adicional necesario sin incremento de coste para la Administración.

- Cuando la tolerancia sea rebasada por exceso, ésta se corregirá mediante fresado por cuenta del Contratista, siempre que no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los planos del Proyecto. El producto resultante de la demolición será tratado como residuo de construcción y demolición, según la legislación ambiental vigente, o empleado como indique la Dirección de las Obras, a cargo del Contratista.

10.5. Regularidad superficial

Los resultados de la medida de la regularidad superficial de la capa acabada no excederán de los límites establecidos en el epígrafe 7.4. Si se sobrepasaran dichos límites, se procederá de la siguiente manera:

- Si es en menos de un diez por ciento ($< 10\%$) de la longitud del tramo controlado, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%).
- Si es igual o más del diez por ciento ($\geq 10\%$) de la longitud del tramo controlado, se corregirán los defectos mediante fresado por cuenta del Contratista, teniendo en cuenta todo lo especificado en el epígrafe 10.3. El producto resultante de la demolición será tratado como residuo de construcción y demolición, según la legislación ambiental vigente, o empleado como indique la Dirección de las Obras, a cargo del Contratista.

11. MEDICIÓN Y ABONO

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente y, por tanto, no habrá lugar a su abono por separado. Únicamente cuando dicha capa no esté incluida en el mismo Contrato, se podrá abonar la comprobación y, en su caso, preparación de la superficie existente, por metros cuadrados (m^2), realmente ejecutados.

La ejecución de los materiales tratados con cemento, incluida la ejecución de juntas en fresco, se abonará por metros cúbicos (m^3) realmente fabricados y puestos en obra, medidos en los planos de secciones tipo. El abono de los materiales y todas las operaciones necesarias para su fabricación, puesta en obra y compactación se considerará incluido en el de la ejecución.

El cemento se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas por pesada directa en báscula debidamente contrastada.

El pliego de prescripciones técnicas particulares podrá fijar un único abono de la gravacemento o del suelocemento, en el que se incluyan todas las operaciones y todos los componentes, incluso el cemento.

La aplicación del ligante bituminoso para el riego de curado se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, de acuerdo con medidas realizadas antes y después del riego. El árido de cobertura superficial, incluida su extensión y apisonado, se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra.

NORMAS REFERIDAS EN ESTE PLIEGO

Las normas recogidas en este pliego 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.

- NLT-330 Cálculo del índice de regularidad internacional (IRI) en pavimentos de carreteras.
- 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 103201 Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo.
- UNE 103204 Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico.
- UNE 103300 Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa.
- UNE 103503 Determinación «in situ» de la densidad de un suelo por el método de la arena.
- UNE 103900 Determinación «in situ» de la densidad y de la humedad de los suelos y materiales granulares por métodos nucleares: pequeñas profundidades.
- UNE-EN 196-3 Métodos de ensayo de cementos. Parte 3: Determinación del tiempo de fraguado y de la estabilidad de volumen.
- UNE-EN 932-1 Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 1: Métodos de muestreo.
- UNE-EN 932-3 Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 3: Procedimiento y terminología para la descripción petrográfica simplificada.
- 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 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 1097-5 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 5: Determinación del contenido en agua por secado en estufa.
- UNE-EN 1744-3 Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 3: Preparación de eluatos por lixiviación de áridos.
- UNE-EN 1744-1 Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico
- UNE-EN 13242 Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerados hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes.
- UNE-EN 13286-2 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 2: Métodos de ensayo para la determinación en laboratorio de la densidad de referencia y el contenido en agua. Compactación Proctor.
- UNE-EN 13286-41 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 41: Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de las mezclas de áridos con conglomerante hidráulico.
- UNE-EN 13286-45 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 45: Método de ensayo para la determinación del periodo de trabajabilidad.
- UNE-EN 13286-51 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 51: Métodos de elaboración de probetas de mezclas con conglomerante hidráulico utilizando martillo vibratorio de compactación.