

REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

20.1 DEFINICIÓN

Se define como reutilización *in situ* con emulsión de capas de firmes a la mezcla homogénea, convenientemente extendida y compactada, del material resultante del fresado de una o más capas de un firme existente, una emulsión bituminosa, agua y, eventualmente, aditivos.

Todo el proceso de ejecución de esta unidad de obra se realiza a temperatura ambiente y sobre la misma superficie a tratar.

Aunque no es objeto de aplicación de este artículo, si el material procedente de la demolición o fresado de firmes se lleva a una instalación para su tratamiento y mezclado con emulsión, el material resultante podrá considerarse, a efectos de capacidad estructural, semejante a una gravaemulsión de las indicadas en la Norma 6.3 IC Rehabilitación de firmes.

Asimismo, aunque tampoco es objeto de aplicación directa de este artículo, todas las técnicas aquí recogidas podrían ser válidas para la reutilización *in situ* de capas de firmes con un betún asfáltico espumado en sustitución de la emulsión.

Los tipos de reutilización *in situ* con emulsión a emplear son los incluidos en la tabla 20.1.:

TABLA 20.1 – TIPOS DE REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN

	TIPO I	TIPO II	TIPO III
Material reutilizado del firme existente	Capa bituminosa (espesor ≤ 5 cm) + material granular	Capa(s) bituminosa(s) (espesor de 5 a 10 cm) + base no bituminosa	Mezclas bituminosas
Proporción de material bituminoso (%)	≤ 60	60-100	100
Espesor reutilizado (cm)	8-15	8-15	6-12(*)

(*) Excepcionalmente se podrá llegar a los 15 cm de espesor siempre que en el tramo de prueba se compruebe que se pueden obtener los valores de densidad y resistencia mecánica con el equipo de compactación aprobado

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Estudio previo de los materiales.
- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo para cada tramo de características homogéneas.

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

- Fresado de la parte del pavimento a reutilizar.
- Incorporación de la emulsión, agua y aditivos.
- Mezclado y extensión.
- Compactación del material resultante.
- Curado y, en su caso, ejecución de un riego de protección.

20.2 MATERIALES

20.2.1 Consideraciones generales

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 son conformes con 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 de suelos contaminados.

20.2.2 Emulsión bituminosa

La emulsión bituminosa a emplear, salvo justificación en contrario, será del tipo C60B5 REC y cumplirá las prescripciones señaladas en el artículo 214 del PG-3.

En el caso de que se justifique utilizar otro tipo de emulsiones, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá establecer el tipo y características, que deberán ser conformes al Anejo nacional de la norma armonizada UNE-EN 13808-2M.

El tipo y características del betún empleado en la fabricación de la emulsión es fundamental para alcanzar las características mecánicas exigidas al material reutilizado, pero también para alcanzar una adecuada capacidad cohesiva durante los primeros días de la apertura al tráfico. El contratista deberá garantizar, en todo momento, el ajuste de las propiedades físico-químicas de la emulsión, en particular su velocidad de rotura, para ajustarlas a las características del material a reutilizar y su posible evolución a lo largo del desarrollo de la obra.

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

Se podrá considerar la adición de aditivos rejuvenecedores en la fase betún de la emulsión para las reutilizaciones de tipo II y III. En este caso, será necesario un estudio previo en términos de composición y propiedades fisicoquímicas del ligante residual del fresado y el análisis posterior de la combinación del ligante envejecido con el ligante residual de la emulsión.

En relación con la selección de las clases prestacionales del ligante residual de la emulsión bituminosa obtenido por destilación (UNE-EN 1431), se ajustarán en función del tipo de reutilización y la zona térmica estival (ZTE). El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su caso, el Director de las Obras establecerá los límites de:

- Penetración (según UNE-EN 1426) entre las Clases 4, 5 o 6.
- Punto de Reblandecimiento (según UNE-EN 1427), entre las Clases 7 y 8.

que deberá cumplir la emulsión a la vista de los resultados mecánicos, la trabajabilidad y la compactación obtenida en el tramo de prueba.

20.2.3 Material existente a reutilizar

20.2.3.1 Características generales

En las reutilizaciones de tipo III, el material a reutilizar estará constituido por un conjunto de partículas pétreas, recubiertas por ligante hidrocarbonado envejecido, resultantes de la adecuada disgregación mediante fresado del pavimento existente en la profundidad establecida. En las reutilizaciones de tipo I y II, el material a reutilizar será una combinación de material pétreo recubierto por ligante hidrocarbonado y material pétreo sin recubrir.

El Director de las Obras, según sean las características y el estado de las capas del pavimento, determinará si existen zonas en las que no deba reutilizarse el material existente, en cuyo caso se tratarán según la legislación ambiental vigente, y se sustituirá por un material aprobado por el Director de las Obras, quien podrá autorizar el empleo de asfalto recuperado de otra procedencia o zahorra artificial.

Cuando el material a reutilizar proceda parcialmente de capas granulares se comprobará que dicho material granular se corresponde con una zahorra artificial de las definidas en el artículo 510 del PG-3, que no presenta plasticidad y su equivalente de arena, Anejo A de la norma UNE-EN 933-8, es superior a treinta y cinco ($SE_4 > 35$). Únicamente para arcenes en tráfico T3 y T4 se podrá admitir material granular con peor calidad de finos, siempre que el índice de plasticidad, normas UNE-EN 103103 y 103104, sea inferior a diez (< 10) y el límite líquido, norma UNE-EN 103103, sea inferior a treinta (< 30).

No podrán ser reutilizados con las técnicas especificadas en este artículo aquellos materiales que procedan de pavimentos con deformaciones plásticas, o que contengan o se encuentren contaminados por sustancias potencialmente peligrosas. Tampoco lo podrán ser aquellos materiales bituminosos que presenten en su composición derivados del alquitrán de hulla, asbesto-amianto, ni ningún otro que esté clasificado como peligroso, por no cumplir la legislación ambiental y de seguridad y salud vigente.

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

20.2.3.2 Granulometría

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el huso en que debe encontrarse la curva granulométrica de las partículas del material a reutilizar, que será uno de los indicados en la tabla 20.2. El análisis granulométrico se hará conforme a la norma UNE-EN 933-1.

TABLA 20.2 - HUSOS GRANULOMÉTRICOS. CERNIDO ACUMULADO (% en masa)

TIPO DE REUTILIZACIÓN	ABERTURA DE LOS TAMICES (norma UNE-EN 933-2) (mm)							
	45	32	22	16	8	2	0,5	0,063
RFE I 32	100	78-100		55-85	40-70	15-40	5-23	0-9
RFE I 22	100	100	80-100		45-73	19-42	7-25	0-9
RFE II 32	100	78-100		55-85	40-70	15-40	5-23	0-7
RFE II 22	100	100	80-100		45-73	19-42	7-25	0-7
RFE III 32	100	78-100		55-85	40-70	15-40	2-20	0-3
RFE III 22	100	100	80-100		45-73	19-42	2-20	0-3

Salvo justificación en contrario, los husos con tamaño máximo nominal de treinta y dos milímetros (32 mm) se utilizarán exclusivamente para aplicaciones con espesores superiores a diez centímetros (> 10 cm)

20.2.4 Agua

El agua deberá cumplir las prescripciones establecidas para el agua de amasado y curado del hormigón.

20.2.5 Aditivos

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el tipo de aditivos que puedan utilizarse para controlar la rotura de la emulsión o mejorar las características de la mezcla, los cuales deberán ser especificados en la fórmula de trabajo y aprobados por el Director de las Obras.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, establecerá la proporción adecuada de aditivos que se vayan a emplear y el método empleado para su incorporación, así como las especificaciones que deban cumplir, tanto dichos aditivos como la mezcla resultante.

Cuando los aditivos estén específicamente diseñados para esta aplicación, sus características y especialmente su comportamiento y efectos sobre la mezcla al emplearlos en las proporciones previstas, habrán de ser validados previamente por el fabricante.

Además de estos aditivos específicos, se podrán emplear adiciones de conglomerantes hidráulicos, según se indica en el apartado 20.3, como la cal hidratada del tipo CL-90-S y los cementos de clase resistente 32,5N, que cumplirán lo especificado en los artículos 200 y 202 del PG-3 respectivamente.

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

20.2.6 Árido de aportación

En el caso en que sea necesario para el ajuste de la granulometría, se podrá emplear un árido de aportación. Las especificaciones de este árido se describirán siguiendo la terminología de la norma UNE-EN 13043 de áridos empleados para mezclas bituminosas empleadas en carreteras y otras zonas pavimentadas.

Las características mecánicas del árido de aportación cumplirán lo indicado en el artículo 542 del PG-3 para las mismas condiciones de tráfico y tipo de capa que la reutilización en frío *in situ* con emulsión, independientemente del tipo de reutilización de que se trate.

20.3 TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

La designación del tipo de reutilización *in situ* con emulsión de capas de firmes seguirá el esquema siguiente:

RFE	Tipo	D	Ligante
-----	------	---	---------

donde:

RFE Indicación de que se trata de una reutilización en frío *in situ* con emulsión

Tipo Se señalará si el RFE es de tipo I, II o III según la tabla 20.1

D Tamaño máximo nominal (22 ó 32 mm)

Ligante Tipo de emulsión empleada

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el tipo y composición de la mezcla reutilizada cuya granulometría, contenido de ligante, resistencia a compresión estática antes y después de la inmersión en agua, y resistencia conservada deberán cumplir lo indicado en este apartado.

La dotación de ligante hidrocarbonado residual a aportar en la reutilización, sobre el total de material a reutilizar en seco, incluidas las eventuales adiciones, no será en ningún caso inferior a lo establecido en la tabla 20.3.

Tabla 20.3 - DOTACIÓN MÍNIMA DE LIGANTE HIDROCARBONADO RESIDUAL APORTADO

Tipo de reutilización	Categoría del Tráfico Pesado	Dotación mínima de ligante hidrocarbonado residual (%)
RFE III	T1-T4	2,1
RFE II	T3-T4	2,5
RFE I	T4	3,6

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

En reutilizaciones tipo I, el contenido óptimo de fluidos para la compactación y la densidad de referencia se determinarán por medio del ensayo de Proctor modificado (norma UNE 103501). En ningún caso, la suma del contenido de agua (humedad propia del material, agua de preenvuelta y agua que aporta la emulsión) y ligante podrá superar en más del cinco por mil (0,5%) el contenido óptimo de fluidos determinado con el ensayo de Proctor modificado.

En reutilizaciones tipo II y III, la proporción mínima de agua para la envuelta se determinará visualmente, de forma que sea posible obtener una buena dispersión de la emulsión.

Para la validación de la fórmula de trabajo, se fabricarán, acondicionarán y ensayarán probetas de acuerdo a lo indicado en la norma UNE 41215 "Determinación de la sensibilidad al agua de mezclas bituminosas recicladas en frío con emulsión bituminosa". Se determinarán las resistencias en seco, en húmedo y conservadas a 25 ± 1 °C, con una velocidad de rotura a compresión de 50 ± 2 mm/min.

La resistencia en húmedo de las probetas, así como la resistencia conservada deberán cumplir con los valores mínimos indicados en la tabla 20.4.

TABLA 20.4 - VALORES MINIMOS DE RESISTENCIA EN EL ENSAYO DE COMPRESION ESTATICA Y RESISTENCIA CONSERVADA (UNE EN 41215)

TIPO DE REUTILIZACIÓN	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	Resistencia Húmeda Cw (kPa)*	Resistencia conservada i/C (%) *
RFE III	T2 y superior	2,0	75
	T3 y T4	1,5	70
RFE II	T3 y T4	1,0	60
RFE I	T3 y T4	0,75	50

(*) Sobre un número de probetas no inferior a cuatro (≥ 4) para cada tipo de resistencia.

En caso necesario, para mejorar la adhesividad y la resistencia mecánica, se podrán utilizar conglomerantes hidráulicos, como el cemento o la cal hidratada. En el caso del cemento, se podrá emplear una proporción máxima del dos por ciento (2%), de la masa total en seco del material que se vaya a reutilizar, asegurando que la proporción en peso entre el betún residual y el cemento aportados sea, como mínimo, de uno con cinco ($\geq 1,5$) en cualquier caso. En el caso de usar cal como aditivo se empleará su equivalente volumétrico.

20.4. EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

20.4.1 Consideraciones generales

No se podrá utilizar en la ejecución de la reutilización in situ con emulsión de firme ningún equipo que no haya sido previamente empleado en el tramo de prueba y aprobado por el Director de las Obras.

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

Se dará cumplimiento, 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.

20.4.2 Equipo de ejecución

La ejecución se llevará a cabo con equipos mecánicos que integren en una sola unidad, al menos, las operaciones de fresado, dosificación y distribución de la emulsión y del agua y, en su caso, del polvo mineral de aportación u otros aditivos, mezclado y extensión. Siempre que sea posible por la anchura de la sección y no existan riesgos para la circulación de vehículos, se deberá emplear un tren de reutilización capaz de abordar todo el ancho del carril en una sola pasada mediante el uso, si fuera preciso, de dos recicladoras en paralelo para una correcta distribución del material resultante del fresado, una compactación eficaz de toda la plataforma y evitar la formación de junta longitudinal.

El suministro de la emulsión, agua y demás componentes se realizará desde cubas o depósitos móviles, de modo que no se produzcan paradas del equipo, ni afecten a la seguridad viaria en carreteras en servicio.

En todo caso, se dispondrán los medios y la mano de obra necesarios para que las zonas entre franjas de reutilización cumplan todas las condiciones de dosificación, compactación y regularidad superficial especificadas en este artículo. Se garantizará que el sistema de aplicación y nivelación sea el adecuado, evitando que los ejes de la maquinaria circulen sobre el material extendido, antes de su compactación siempre que la anchura de la carretera lo permita.

20.4.2.1 Fresado

El equipo estará dotado de un rotor de fresado de eje horizontal capaz de disgregar el pavimento existente en la profundidad y la anchura especificadas produciendo, en una sola pasada y a una velocidad constante adecuada, un material suelto y homogéneo con la granulometría requerida. Dispondrá, además, de un dispositivo de control automático que asegure el espesor especificado y prefijado, y de un sistema que evite el levantamiento en bloques del material existente.

20.4.2.2 Dosificación

El equipo de dosificación de la emulsión, agua y aditivos se compondrá de depósitos, bombas de caudal variable y difusores adecuadamente dispuestos, con control automático programable, que permitirán realizar la dosificación de la fórmula de trabajo correspondiente, según la profundidad y anchura del material fresado y la velocidad de avance del equipo, con las tolerancias fijadas en la tabla 20.6 de este artículo.

20.4.2.3 Mezclado y extensión

El mezclado, efectuado aprovechando la energía del rotor de fresado, deberá garantizar una mezcla homogénea y uniforme en toda la anchura y profundidad de la reutilización.

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

La extensión se podrá realizar tanto con una extendidora automotriz independiente, similar a las empleadas para la extensión de mezclas bituminosas, como con un equipo que integre en una única máquina el fresado, el mezclado y la extensión del material reutilizado.

En este último caso, el equipo integrado deberá disponer de una maestra de extendido, que mejore el acabado, proporcione una precompactación homogénea y permita obtener el perfil deseado. Únicamente para los tráficos más ligeros, T4, se admitirá un sistema de extendido en el que la cámara de mezclado disponga de una compuerta posterior, en el sentido de avance del equipo, que regule la altura de salida del material y el tiempo que éste permanece en ella y que sirva de elemento enrasador. En este caso, será preceptivo el perfilado y acabado de la extensión mediante el empleo de una motoniveladora.

20.4.2.4 Compactación

Se podrán utilizar compactadores de rodillos metálicos (estáticos o vibrantes) y de neumáticos. La composición mínima del equipo será de un compactador vibratorio de rodillo metálico y un compactador de neumáticos y será aprobada por la dirección de obra en función de los resultados del tramo de prueba.

Para espesores de reutilización superiores a diez centímetros (>10 cm), se utilizarán compactadores de la máxima carga disponible, si así lo considera necesario el Director de las Obras.

20.5 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

20.5.1 Estudio previo de los materiales

20.5.1.1 Estudio previo de la emulsión

Se comprobará la adhesividad del ligante residual de aportación con el material fresado fabricándose las probetas de acuerdo con el procedimiento indicado en el apartado 20.3. El resultado obtenido deberá cumplir los valores mínimos especificados en la tabla 20.4.

20.5.1.2. Estudio del material existente a reutilizar y comprobación de la tramificación

Previamente a la formulación de la mezcla se realizará una inspección de la superficie a reutilizar comprobando los datos del reconocimiento de proyecto y la tramificación propuesta. Se tomarán muestras representativas (testigos) de los materiales existentes en los diferentes tramos comprobando el espesor, la densidad (norma UNE-EN 12697-6) y tipo de material de las diferentes capas. Como mínimo se realizarán dos (2) testigos y una (1) calicata por kilómetro (km) o tramo diferenciado si su longitud fuera menor.

Los tramos que, a juicio del Director de las Obras, presenten deficiencias superficiales (ondulaciones superficiales, excesos de ligante, deformaciones plásticas) o estructurales

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

significativas, o contengan sustancias potencialmente peligrosas, deberán demolerse y tratar el material resultante según la legislación ambiental vigente.

En cada tramo homogéneo se tomarán muestras de material fresado en el espesor previsto en el Proyecto, empleando una fresadora de iguales o similares características o que produzca un fresado adecuado y semejante al de la máquina que se vaya a emplear en la ejecución de la obra. En el caso de las reutilizaciones de tipo I y II, además del fresado de la mezcla bituminosa a reutilizar se tomarán muestras del material granular en el espesor previsto para la reutilización

Sobre las muestras de cada tipo de material fresado en cada tramo homogéneo se comprobará la homogeneidad del material recuperado y se determinará:

- Análisis granulométrico (norma UNE-EN 933-1).
- Contenido de ligante residual (normas UNE-EN 12697-1 ó UNE-EN 12697-39).
- Penetración (norma UNE-EN 1426) y punto de reblandecimiento (norma UNE-EN 1427) del ligante recuperado (UNE-EN 12697-3).
- En las reutilizaciones del tipo I y II, equivalente de arena del material granular, según el Anejo A de la norma UNE-EN 933-8, y, en su caso, límite líquido e índice de plasticidad, según las normas UNE-EN 103103 y 103104.

Los resultados del reconocimiento y de los ensayos deberán servir para verificar que los tramos en que se ha dividido la obra sean suficientemente homogéneos de acuerdo con los criterios que se recogen en la Tabla 20.5.

TABLA 20.5 – VARIACIONES MÁXIMAS ADMISIBLES EN TRAMOS HOMOGÉNEOS

CARACTERÍSTICA		UNIDAD	VARIACIÓN MÁXIMA
Proporción de material bituminoso sobre el total de material a reutilizar		%	± 10
Material bituminoso a reutilizar	Tamaño máximo		0
	Proporción de ligante hidrocarbonado	%	± 0,5
Material granular a reutilizar	Tamaño máximo		0
	Pasa 4 mm	%	± 6
	Índice de plasticidad		± 3

20.5.1.3 Valores de referencia de las características

Una vez comprobado que el material a reutilizar cumple todas las condiciones establecidas en este artículo y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el Director de las Obras lo aprobará y fijará las características de referencia en cada tramo homogéneo.

Se tomarán como características de referencia, para cada tipo de material, la media de todos los resultados de cada tipo de ensayo prescrito. Los valores así obtenidos deberán diferir de los valores límite establecidos un margen suficiente para que sea razonable esperar que, con la heterogeneidad propia del material y la dispersión que introduce la ejecución en obra y su control, los valores obtenidos en el control de calidad de la ejecución de las obras cumplan los límites de tolerancia establecidos.

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES**20.5.2 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo**

La ejecución de la reutilización in situ con emulsión no se podrá iniciar hasta que el Director de las Obras haya aprobado la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en laboratorio y verificada en obra, la cual señalará, como mínimo:

- El espesor de la reutilización in situ. La elección del espesor se hará de manera que se reutilicen capas completas de materiales bituminosos del firme existente, permitiéndose penetrar entre 1 y 2 cm en la capa inferior si también fuera bituminosa. Si esto no fuera posible, se evitará que queden sin tratar espesores de mezcla bituminosa inferiores a tres centímetros (< 3 cm), especialmente si no están adecuadamente adheridos a la capa inferior.
- El tamaño máximo nominal de las partículas del material fresado y la granulometría de las partículas minerales por los tamices establecidos en la definición del huso granulométrico en la tabla 20.2.
- La proporción en masa respecto a la total del material a reutilizar en seco de:
 - o ligante residual de aportación, indicando el tipo de emulsión utilizada.
 - o agua de aportación.
 - o aditivos, con indicación de su tipo y características.
- La densidad de la mezcla (norma UNE-EN 12697-6) y la humedad óptima de compactación, obtenida sobre probetas fabricadas según lo indicado en el apartado 20.3.

La proporción necesaria de ligante residual aportado y la humedad de compactación y la densidad a alcanzar en la mezcla reutilizada se determinarán mediante el ensayo de resistencia a compresión estática y resistencia conservada (normas UNE EN 12697-56 y UNE EN 12697-12), de acuerdo con los valores mínimos especificados en la tabla 20.4, fabricándose las probetas de acuerdo con lo indicado en el apartado 20.3.

Se estudiará y aprobará una nueva fórmula de trabajo, de acuerdo con lo indicado en este apartado, cada vez que varíen las características del material a reutilizar o de alguno de los componentes de la mezcla, o las condiciones ambientales.

Las tolerancias admisibles respecto a la fórmula de trabajo serán las indicadas en la tabla 20.6, teniendo en cuenta que en ningún caso los valores podrán sobrepasar los límites establecidos.

TABLA 20.6 - TOLERANCIAS ADMISIBLES RESPECTO DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

CARACTERÍSTICA		NORMA	UNIDAD	TOLERANCIA	
				Tipo I	Tipo III
Granulometría cernido tamices (mm)	> 2	UNE-EN 933-2	% sobre masa total material a reutilizar en seco	± 7	± 6
	> 0,063 y ≤ 2			± 6	± 3
	0,063			± 2	± 1,5
Ligante residual aportado		UNE-EN 12697-1		± 0,3	± 0,3
Humedad de compactación (agua total)		UNE EN 1097-5		± 1,0	-1/+0,5

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

20.5.3 Fresado de las capas de firme a reutilizar

El fresado se realizará con el equipo y el método aprobados por el Director de las Obras después de la ejecución del tramo de prueba, de acuerdo con lo establecido en el apartado 20.4.

La velocidad de avance del equipo será constante en cada tramo homogéneo, a fin de asegurar una profundidad uniforme de fresado y la homogeneidad del material obtenido. Se evitarán en lo posible las paradas y cuando sean inevitables, se cortarán de forma inmediata las entradas de emulsión y de agua para evitar sobredosificaciones o encharcamientos. Deberá comprobarse, con la frecuencia que el Director de las Obras considere necesario, que la granulometría del material fresado corresponde a la obtenida en el tramo de prueba y, por tanto, a la utilizada para la elaboración de la fórmula de trabajo.

Donde resultase imposible el empleo de máquinas fresadoras, el material se demolerá con otros medios mecánicos y los productos así obtenidos se tratarán según la legislación ambiental vigente, pudiéndose utilizar en los términos previstos para ellos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3). Estas zonas se rellenarán con materiales que, en cualquier circunstancia, deberán cumplir las prescripciones establecidas para el conjunto de la unidad de obra.

20.5.4 Distribución de emulsión, agua y aditivos

La emulsión, el agua y, en su caso, los aditivos se distribuirán uniformemente mediante equipos mecánicos con la dosificación fijada en la fórmula de trabajo, garantizando su mezcla homogénea en todo el ancho efectivo de trabajo.

Antes de iniciarse los trabajos, y fuera del lugar de empleo, se purgarán y pondrán a punto las bombas y los difusores del ligante y del agua, para garantizar las dotaciones establecidas en la fórmula de trabajo de manera continua y uniforme. En cada parada del equipo se realizará la limpieza de los difusores y siempre como mínimo dos (2) veces al día.

Las operaciones para abastecer de emulsión y agua al equipo se realizarán sin afectar al tráfico que circule por los carriles que se mantengan en servicio.

20.5.5 Ejecución de la mezcla y extensión

El equipo de reutilización deberá contar con los dispositivos necesarios para asegurar una mezcla homogénea en toda la anchura y profundidad del tratamiento. Si se detectaran segregaciones, partículas sin mezclar, diferencias de contenido de ligante o de agua en partes del pavimento reutilizado, y siempre que se observe que no se cumplen las tolerancias admisibles citadas en la tabla 20.6 deberá detenerse el proceso y realizar las oportunas correcciones hasta solucionar favorablemente las deficiencias, a juicio del Director de las Obras.

Se adoptarán las precauciones necesarias para evitar la ejecución de la reutilización en zonas en las que la superficie del pavimento presente encharcamientos, deteniendo el proceso cuando se observe tal circunstancia.

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

Cuando la anchura de la superficie a reutilizar sea superior a la del equipo de trabajo, la reutilización se realizará por franjas paralelas que se solaparán en una anchura mínima de quince centímetros (15 cm) para no dejar materiales sin mezclar en sus bordes, debiéndose adoptar las precauciones necesarias para evitar que se produzcan sobredosificaciones de emulsión o de agua en estas zonas de solape.

La anchura de las franjas longitudinales de extensión será la mayor posible con la maquinaria disponible, y se fijará de manera que se realice el menor número de solapes posible y se consiga la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta la anchura de la sección, el eventual mantenimiento y seguridad de la circulación viaria y las características del equipo empleado.

La ejecución por franjas se deberá planificar adecuadamente para permitir el paso alternativo del tráfico, si fuera necesario, dando la máxima relevancia a las condiciones de seguridad de la circulación viaria y del personal de las obras.

Se delimitarán cuidadosamente los arcones o zonas adyacentes a la calzada a fin de evitar que los materiales procedentes de aquéllos se mezclen con los de ésta durante el proceso de ejecución de la reutilización.

Donde resultase imposible el empleo del equipo de reutilización aprobado y haya de procederse a la utilización de otro distinto, se emplearán equipos de extensión aprobados por el Director de las Obras que proporcionen un producto acabado con unas características similares a las del resto de la unidad de obra.

20.5.6 Compactación

La compactación se realizará según el plan aprobado por el Director de las Obras, de acuerdo con los resultados del tramo de prueba.

La mezcla no podrá permanecer más de media hora ($\leq 0,5$ h) sin que se proceda a su compactación y terminación. La compactación se realizará longitudinalmente, de manera continua y sistemática, hasta alcanzar la densidad especificada en el epígrafe 20.7.1. La compactación se iniciará por el borde más bajo de la franja que se esté tratando y se continuará hacia el más alto, solapándose las sucesivas pasadas. Si la compactación 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. Si, como es recomendable, el extendido se realiza con dos máquinas en avance paralelo con un ligero solape, se compactarán las dos franjas a la vez.

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, sólo si fuera imprescindible, húmedos.

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.

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

20.5.7 Ejecución de juntas

Siempre que sea posible por motivos de seguridad viaria, la ejecución de los trabajos se realizará en la anchura completa del carril de modo que no se produzcan juntas longitudinales en el interior de la zona reutilizada, y únicamente sea necesaria una junta transversal al final de la jornada de trabajo. Para ello se utilizará una sola máquina de la anchura necesaria o bien dos trabajando en paralelo con el mínimo desfase posible, de modo que, después de haber ejecutado una franja, se realice la siguiente mientras el borde de la primera se encuentre en condiciones de ser compactado.

Preferentemente, las juntas longitudinales entre la zona reutilizada y el firme existente deberán situarse en los bordes del carril, pero nunca en las franjas de rodadura (rodadas) de paso del tráfico.

Las juntas transversales de trabajo se efectuarán fresando el material de una zona ya tratada en la longitud suficiente, en general no inferior al diámetro del rotor de fresado, bajando hasta la profundidad especificada sin avanzar, para que pueda regularse con precisión la incorporación del ligante en la zona no tratada.

20.5.8 Curado y protección superficial

Para acelerar el proceso de curado y conseguir que se alcancen las resistencias mecánicas de la reutilización *in situ* con emulsión lo más pronto posible, se someterá la capa reutilizada a la acción del tráfico durante un período, a fijar por el Director de las Obras, en general de entre siete y treinta días (7 a 30 d), en función de las condiciones climatológicas y de la intensidad de circulación. Durante este período de acción del tráfico se tendrá cuidado de controlar su distribución por carriles para que no se concentren las rodadas en una sola franja.

Únicamente en el caso de que alguna zona presente riesgo de desprendimientos superficiales se deberá efectuar un riego de protección con árido de cobertura, de acuerdo a lo especificado en el artículo 532 del PG-3. La emulsión a aplicar tendrá un contenido de ligante entre el 35 y el 40% y el árido será una arena de machaqueo de tamaño máximo nominal de entre tres y cinco milímetros (3-5 mm). Las características de la arena serán las señaladas en el artículo 542 del PG-3 para un tráfico T3. La dotación de ligante residual estará comprendida entre doscientos y trescientos gramos por metro cuadrado (200-300 g/m²), y la del árido entre cuatro y siete litros por metro cuadrado (4-7 l/m²).

La extensión de una nueva capa sobre la reutilizada no se iniciará hasta que se puedan obtener testigos que no se disgreguen y permitan su transporte y manipulación para realizar en laboratorio las pruebas que se especifiquen.

20.6 TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse la reutilización *in situ* con emulsión será preceptiva la realización de un tramo de prueba para cada tramo homogéneo, con el espesor y la fórmula de trabajo prescritos, y empleando los mismos medios que vayan a utilizarse para la ejecución de las obras. Se

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

comprobará la fórmula de trabajo, el funcionamiento de los equipos previstos (especialmente, la forma de actuación del equipo de compactación) y se verificará, mediante toma de muestras, la conformidad del material reutilizado resultante con las condiciones especificadas sobre humedad, espesor de capa, densidad, granulometría, contenido de emulsión y demás requisitos exigidos.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, fijará la longitud del tramo de prueba, que no será inferior a cien metros (≥ 100 m). El Director de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la unidad de obra definitiva.

Al comienzo de cada tramo homogéneo:

- Se comprobará la profundidad de fresado.
- Se ajustará la velocidad de avance del equipo para obtener la profundidad de fresado, la granulometría dentro del huso especificado y una mezcla uniforme y homogénea.
- Se determinará la granulometría del material fresado que se vaya a reutilizar.
- Se comprobará y ajustará la fórmula de trabajo obtenida para ese tramo.

Durante la ejecución del tramo de prueba se analizarán también los siguientes aspectos:

- Correlación, en su caso, entre los métodos de control de la dosificación del ligante establecidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y otros métodos rápidos de control.
- Correlación, en su caso, entre los métodos de control de la densidad y humedad *in situ* establecidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y otros métodos rápidos de control.
- Se comprobará en la mezcla la precisión de los sistemas de dosificación de la emulsión y del agua y, en su caso, de las adiciones.
- Se establecerán las relaciones entre humedad y densidad alcanzada, así como entre ésta última y el orden y número de pasadas de los compactadores.
- Se evaluará el esponjamiento de la capa reutilizada, por diferencia de espesor antes del fresado y después de la compactación, al objeto de garantizar el espesor mínimo de reutilización necesario.

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

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo. En el primer caso se podrá iniciar la ejecución de la reutilización. En el segundo, deberá proponer al Contratista las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en las unidades de fresado, mezcla o dosificación, 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.

Los resultados obtenidos en el tramo de prueba definitivo servirán para fijar la fórmula de trabajo y los valores de referencia para los ensayos de control de calidad: granulometría, porcentaje de ligante aportado, humedad de compactación y densidad. Se fijará como densidad de referencia

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

la alcanzada en el tramo de prueba con los equipos propuestos y el plan de compactación empleado.

Esta densidad deberá ser igual o superior a la obtenida en laboratorio con la fórmula de trabajo propuesta con probetas fabricadas, compactadas y curadas según lo indicado en el apartado 20.3. Cuando no se alcance la densidad de laboratorio, pero, al menos, se alcance el noventa y cinco ($\geq 95\%$) por ciento de la densidad obtenida en laboratorio, se podrá aceptar el equipo de compactación siempre que se compruebe que, con la densidad realmente obtenida, se alcanzan las resistencias mecánicas recogidas en la tabla 20.4. De no alcanzarse el noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad, no se considerará aceptable el equipo de compactación utilizado. El Contratista deberá optar por proponer una mejora del equipo de compactación o modificar la fórmula de trabajo propuesta.

20.7 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

20.7.1 Densidad

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará la densidad mínima de la capa tras el proceso de compactación y curado, expresada como porcentaje de la densidad de referencia alcanzada en el tramo de prueba definitivo con la fórmula de trabajo, la cual no será inferior al noventa y ocho por ciento ($\geq 98\%$).

La diferencia de densidades entre la zona más superficial y la más profunda de la capa compactada no superará los tres puntos porcentuales ($\leq 3\%$).

20.7.2 Terminación, rasante, anchura y espesor

La superficie de la capa reutilizada terminada deberá presentar una textura uniforme, exenta de segregaciones y de ondulaciones y con las pendientes adecuadas. La rasante no superará a la teórica en ningún punto, ni quedará 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 reutilizada, que en ningún caso será inferior ni superará en más de diez centímetros (≤ 10 cm) a la establecida en los planos del Proyecto.

El espesor de la capa reutilizada no deberá ser inferior en ningún punto al previsto en los planos de secciones tipo del Proyecto.

20.7.3. Regularidad superficial

El índice de regularidad internacional (IRI) (norma NLT -330) de la capa terminada deberá cumplir los valores indicados en la tabla 20.7

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

TABLA 20.7 - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	IRI (dm/hm)	
	RFE tipo III y categoría de tráfico pesado T2 o superior	Resto de los casos
50	< 1,5	< 2,5
80	< 2,0	< 3,0
100	< 2,5	< 3,5

20.8 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

Salvo autorización expresa del Director de las Obras, no se iniciará o se detendrá el proceso de reutilización en cualquiera de las dos situaciones siguientes:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a diez grados Celsius (< 10 °C).
- Cuando se produzca o haya una previsión de comienzo de precipitación en los siguientes sesenta minutos (60 min), independientemente de su intensidad.

20.9. CONTROL DE CALIDAD

20.9.1. Consideraciones generales

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará, para cada caso, el método de control, tamaño del lote, y tipo y número de ensayos a realizar. También se establecerán los métodos rápidos de control que pueden utilizarse y las condiciones básicas de empleo.

La realización de los ensayos in situ y la toma de muestras se realizará en puntos previamente seleccionados mediante muestreo aleatorio, tanto en sentido longitudinal como transversal, de tal forma que haya al menos una (1) toma o un (1) ensayo por cada hectómetro (hm).

20.9.2 Control de procedencia de los materiales

20.9.2.1 Emulsión bituminosa

La emulsión bituminosa deberá cumplir las especificaciones establecidas en el artículo 214 del PG-3.

20.9.2.2 Árido de aportación

En su caso, el árido de aportación deberá cumplir lo indicado en el artículo 542 de PG-3

20.9.2.3 Aditivos

En el caso de emplear cal o cemento, deberán cumplir las especificaciones establecidas en los artículos 200 y 202 del PG-3, respectivamente.

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

20.9.3 Control de ejecución

20.9.3.1 Dosificación de la emulsión y agua de aporte

Se controlará el funcionamiento de las boquillas de inyección al menos dos (2) veces al día (mañana y tarde) y, en cualquier caso, antes del inicio de los trabajos. En cada camión de suministro se controlará, además, el consumo efectivo de ligante y agua, que se contrastará con la información proporcionada por el equipo para el control del volumen de emulsión y agua añadidos.

20.9.3.2 Dosificación de aditivos

La dosificación, en su caso, de aditivos específicos se controlará como se indique en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Para el control de la dosificación de cemento o cal, que se realizará al menos dos (2) veces al día (mañana y tarde), se emplearán bandejas de superficie y masa conocidas que se colocarán antes de la extensión del material y se pesarán con posterioridad.

20.9.3.3 Fresado y mezcla reutilizada

Por cada lote definido en el epígrafe 20.9.4, y al menos dos (2) veces al día (mañana y tarde), se efectuarán las siguientes determinaciones:

- Granulometría (norma UNE-EN 933-1) del material a reutilizar, previo a la extracción del ligante.
- Contenido de ligante (normas UNE-EN 12697-1 o UNE-EN 12697-39) del material a reutilizar.
- Contenido de humedad de la mezcla reutilizada (norma UNE EN 1097-5).
- Dosificación de ligante (normas UNE-EN 12697-1 o UNE-EN 12697-39) de la mezcla bituminosa reutilizada.
- Fabricación y curado de dos (2) series de cuatro (4) probetas, para la determinación de la resistencia a compresión estática y resistencia conservada, según lo especificado en el apartado 20.3.

Tanto el número de series como el de probetas por serie podrán ser incrementados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o bien por el Director de las Obras, si así lo aconsejase el desarrollo de las obras.

La adición de agua y de emulsión se controlará por medio del caudalímetro del equipo de reutilización, que dispondrá de un sistema automático de registro, de forma que se obtenga en cada tramo la humedad especificada.

Se comprobará con la frecuencia necesaria, a juicio del Director de las Obras:

- Que la profundidad y anchura de reutilización, y la velocidad del rotor y de avance del equipo son las aprobadas de acuerdo con el apartado 20.6.
- El aspecto de la mezcla reutilizada, especialmente la cobertura del ligante, la homogeneidad de la superficie y la ausencia de segregaciones.

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

- El espesor extendido, mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por el Director de las Obras, teniendo en cuenta la disminución que experimentará el material al ser compactado.

Si la reutilización se realiza con dos equipos trabajando en paralelo los controles especificados en este epígrafe se efectuarán para cada uno de ellos.

20.9.3.4 Compactación

Se comprobará que la composición y forma de actuación del equipo de compactación es acorde con la aprobada por el Director de las Obras tras el tramo de prueba, verificando:

- Que el número y tipo de compactadores es el aprobado.
- El funcionamiento de los dispositivos de humectación y limpieza.
- El lastre y 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.

En el caso de usar equipo nuclear u otros métodos rápidos de control de la compactación, éstos habrán sido convenientemente contrastados en la realización del tramo de prueba. En el primer caso, para la determinación de la densidad media la varilla con la fuente radiactiva deberá introducirse hasta el fondo de la capa reutilizada.

20.9.3.5 Curado y protección superficial

Mientras se someta la capa a la acción del tráfico para acelerar la eliminación de humedad de la mezcla compactada, se comprobará diariamente que no se han producido deformaciones ni pérdida de partículas por la acción de dicho tráfico y se llevará a cabo el control de la distribución transversal del tráfico para que la acción de este no se concentre en una sola franja.

En caso de que el Director de las Obras ordene la ejecución de un riego de protección con árido de cobertura, este se controlará de acuerdo con lo indicado en 20.5.8.

20.9.4 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 (3) criterios siguientes, dentro de cada tramo homogéneo, según lo establecido en el epígrafe 520.5.1:

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

El espesor, la densidad y la humedad, de acuerdo con lo especificado en el epígrafe 20.5.2, se comprobarán mediante la extracción de testigos cilíndricos (norma UNE-EN 12697-27) en emplazamientos aleatorios, después de finalizado el curado y antes de ejecutar otra capa sobre la reutilizada. Los testigos obtenidos deberán presentar un aspecto homogéneo y compacto en todo su espesor, no admitiéndose aquellos que presenten coqueas, resulten disgregados, rotos

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

o troceados durante su extracción. El número de testigos por lote será de tres (3), aumentándose hasta un máximo de cinco (5), en casos de detección de anomalías en espesores o densidades, a criterio del Director de las Obras. Las cavidades producidas por la extracción de testigos se rellenarán con material de la misma calidad que el utilizado en el resto de la capa, y será correctamente compactado y enrasado.

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. En perfiles transversales cada veinte metros (20 m) se comprobará que la superficie extendida y compactada presenta un aspecto uniforme, así como ausencia de segregaciones. Se verificará también que la anchura de la capa cumple lo establecido en el epígrafe 20.7.2.

La regularidad superficial de la capa ejecutada se comprobará, en tramos de mil metros (1 000 m) de longitud, a partir de las veinticuatro horas (24 h) de su ejecución y siempre antes de la extensión de la siguiente capa, mediante la determinación del índice de regularidad internacional (IRI) (norma NLT-330), calculando un solo valor de IRI para cada hectómetro (hm) del perfil auscultado y así sucesivamente hasta completar el tramo medido, que deberá cumplir lo especificado en el epígrafe 20.7.3. En el caso de que se ausculte más de un perfil longitudinal (rodada derecha e izquierda) se deberá verificar el cumplimiento de las condiciones descritas en cada uno de ellos.

20.10 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo de la unidad terminada se aplicarán sobre los lotes definidos en el epígrafe 20.9.4, según lo indicado a continuación:

20.10.1 Densidad

Por cada lote, la densidad media obtenida no deberá ser inferior a la especificada en el epígrafe 20.7.1. Si fuera inferior, se procederá de la siguiente manera:

- Si es superior o igual al noventa y cinco por ciento ($\geq 95\%$) de la densidad especificada, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%) a la capa de material reutilizado correspondiente al lote controlado.
- Si es inferior al noventa y cinco por ciento ($< 95\%$) de la densidad especificada, se demolerá mediante fresado la capa de material reutilizado correspondiente al lote controlado y se repondrá, con un material aceptado por el Director de las Obras, por cuenta del Contratista. El producto resultante de la demolición se tratará conforme a la legislación ambiental vigente siguiendo las indicaciones del Director de las Obras.

Adicionalmente, no se admitirá que más de un (≤ 1) individuo de la muestra ensayada del lote presente un valor inferior al prescrito (20.7.1) en más de cinco (5) puntos porcentuales. De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en dos (2) partes iguales y se tomarán testigos de cada una de ellas, aplicando a cada uno los criterios descritos en este epígrafe.

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

20.10.2 Espesor

El espesor medio obtenido no será inferior al especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en los planos del Proyecto.

Si el espesor medio obtenido es inferior al especificado, se compensará la diferencia con un espesor adicional equivalente de la capa superior prevista, aplicado en toda la anchura de la sección tipo, por cuenta del Contratista.

Adicionalmente, no se admitirá que más de un (≤ 1) individuo de la muestra ensayada del lote presente un valor inferior al prescrito en más de un diez por ciento ($\leq 10\%$). De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en dos (2) partes iguales y se tomarán testigos de cada una de ellas, aplicando a cada uno los criterios descritos en este epígrafe.

20.10.3 Rasante

Las diferencias de cota entre la superficie obtenida y la teórica establecida en los Planos del Proyecto no excederán de las tolerancias especificadas, ni existirán zonas que retengan agua. Si se rebasan dichas tolerancias se procederá de la siguiente manera:

- Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existan problemas de encharcamiento, el Director de las Obras podrá aceptar la rasante siempre que se compense la merma producida con el espesor adicional necesario de la capa superior prevista, en toda la anchura de la sección tipo y por cuenta del Contratista.
- Cuando la tolerancia sea rebasada por exceso, 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 el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en los planos del Proyecto. El producto resultante será tratado según la legislación ambiental vigente.

20.10.4 Regularidad superficial

Los resultados de la medida de la regularidad superficial de la capa acabada no excederán de los límites establecidos en el epígrafe 20.7.3. Si se sobrepasaran dichos límites, se procederá de la siguiente manera:

- Si es inferior al diez por ciento ($< 10\%$) de la longitud del tramo controlado se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%).
- Si es igual o superior al 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 los epígrafes 20.10.3 y 20.10.4.

20.11 MEDICIÓN Y ABONO

La emulsión bituminosa se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, obtenidas multiplicando la medición abonable de material reutilizado por la dosificación media deducida del control de dosificación de cada lote.

20 REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

Los conglomerantes hidráulicos, cal o cemento, y los aditivos específicos sólo se abonarán separadamente si así estuviera recogido explícitamente en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y su precio incluido en el Cuadro de Precios. Su abono se hará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, obtenidas multiplicando la medición abonable de material reutilizado por la dosificación media deducida del control de dosificación de cada lote.

La ejecución de la reutilización *in situ* de firmes se abonará por metros cúbicos (m³) de material reutilizado, los cuales se obtendrán como producto de la superficie reutilizada, obtenida multiplicando las anchuras de las secciones tipo señaladas en los Planos por la longitud realmente ejecutada, y el espesor medio de reutilización deducido de los ensayos de control.

En dicho abono se considerará incluido el fresado de las capas del firme existente, la mezcla y homogeneización del material fresado, el agua y, los aditivos, salvo que se abonen de forma separada según lo indicado anteriormente, la extensión y la compactación de la mezcla.

No se tendrá derecho a un incremento de abono por las zonas solapadas o las superficies que, por sus defectos, haya sido necesario reutilizar en más de una aplicación. Tampoco serán de abono las creces laterales, ni la limpieza de la superficie existente.

La aplicación del ligante bituminoso para la protección superficial de la mezcla reutilizada se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo. El árido de cobertura superficial, incluida su extensión, apisonado y barrido posterior, se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra.

En los artículos del anexo de esta Orden Circular se establecen una serie de comprobaciones de la conformidad de los productos y los procesos incluidos en su ámbito que, en muchos casos, están referidos a normativa NLT, UNE, UNE-EN y UNE-EN ISO. A los efectos de esta Orden Circular debe entenderse que las mencionadas normas se refieren siempre a la última versión aprobada oficialmente por el organismo competente.

Las normas aquí recogidas podrán ser sustituidas por otras de las utilizadas en cualquiera de los 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 especificaciones técnicas idénticas.

ARTÍCULO 20.- REUTILIZACIÓN *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS DE FIRMES

NLT-314	Toma de muestras de testigos de pavimentos.
NLT-330	Cálculo del índice de regularidad internacional (IRI) en pavimentos de carreteras.
UNE 41215	Determinación de la sensibilidad al agua de mezclas bituminosas recicladas en frío con emulsión bituminosa.
UNE 103501	Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor modificado.
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 2: Determinación de la granulometría de las partículas. Método del tamizado
UNE-EN 933-2	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo, tamaño nominal de las aberturas
UNE-EN 933-2/1M	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: 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 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 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 1431	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación por destilación del ligante residual y de los fluidificantes en las emulsiones bituminosas.
UNE-EN 12697-1	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 1: Contenido de ligante soluble.
UNE-EN 12697-3	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 3: Recuperación de betún: Evaporador rotatorio.
UNE-EN 12697-6	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 6: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas.
UNE-EN 12697-27	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 27: Toma de muestras.
UNE-EN 12697-31	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 39: Contenido en ligante por ignición
UNE-EN 12697-56	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 56: Preparación de probetas mediante compactación estática
UNE-EN 13043	Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas
UNE-EN 13043/AC	Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas
UNE-EN 13808-2M	Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de las emulsiones bituminosas catiónicas
UNE-EN ISO 17892-12	Investigación y ensayos geotécnicos, Ensayos de laboratorio de suelos. Determinación del límite líquido y del límite plástico.