
RECICLADO *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS BITUMINOSAS

20.1 DEFINICIÓN

Se define como reciclado *in situ* con emulsión de capas bituminosas a la mezcla homogénea, convenientemente extendida y compactada, del material resultante del fresado de una o más capas de mezcla bituminosa de un pavimento 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 en un espesor comprendido entre seis y doce centímetros (6 a 12 cm).

Aunque no es objeto de aplicación de este artículo, si el material procedente de la demolición o fresado de capas bituminosas se lleva a una instalación para su tratamiento, clasificación 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 el reciclado *in situ* de capas bituminosas con un betún asfáltico espumado en sustitución de la emulsión.

A efectos de aplicación de este artículo el material definido en este apartado sólo se considerará válido cuando al menos el noventa por ciento ($\geq 90\%$) de la masa de las capas a reciclar sean mezclas con ligantes hidrocarbonados.

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.
- Fresado de la parte del pavimento a reciclar.
- 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

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el tipo de emulsión bituminosa a emplear, que cumplirá las prescripciones del artículo 214 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3). La emulsión bituminosa a emplear, salvo justificación en contrario, será del tipo C60B5REC.

En caso de utilizar emulsiones con adiciones para controlar la rotura o mejorar sus propiedades, no incluidas en el artículo 214 del PG-3, éstas no deberán contener fluidificantes, y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el

Director de las Obras, establecerá el tipo de adición y las especificaciones que deberán cumplir, tanto la emulsión bituminosa y su ligante residual, como la unidad de obra terminada.

20.2.3 Material existente a reciclar

20.2.3.1 Características generales

El material a reciclar 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.

El Director de las Obras, de acuerdo con 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 tratará como un residuo de construcción y demolición, según la legislación ambiental vigente, y se sustituirá por un material aprobado por el Director de las Obras, quien podrá autorizar la reutilización de material fresado procedente de localizaciones distintas a la que se esté reciclando.

No podrán ser reciclados 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 sustancias procedentes de la destilación de productos carbonosos, asbesto-amianto, ni ningún otro que esté clasificado como peligroso, por no cumplir la legislación ambiental y de seguridad y salud vigente.

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 reciclar, que será uno de los indicados en la tabla 20.2. El análisis granulométrico se hará conforme a la norma UNE-EN 933-1.

Salvo justificación en contrario, el huso RE1 será de utilización para aplicaciones con espesores superiores a diez centímetros (> 10 cm) y el huso RE2 para espesores comprendidos entre seis y diez centímetros (6 a 10 cm).

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

TIPO DE RECICLADO	ABERTURA DE LOS TAMICES (norma UNE-EN 933-2) (mm)									
	40	32	22	16	8	4	2	0,500	0,250	0,063
RE1	100	78-100	69-95	52-82	40-70	25-53	15-40	2-20	0-10	0-3
RE2		100	80-100	62-89	49-77	31-58	19-42	2-20	0-10	0-3

20.2.4 Agua

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

20.2.5 Polvo mineral de aportación

En caso de utilizarse polvo mineral de aportación, éste cumplirá las exigencias establecidas para él en el artículo 542 del PG-3.

20.2.6 Aditivos

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará los 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.

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

20.3 TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

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

Para cada caso, la granulometría del material que se vaya a reciclar estará comprendida dentro de alguno de los husos indicados en la tabla 20.2 y, además, deberá cumplirse que el tamaño máximo nominal —primer tamiz que retiene más de un diez por ciento en masa ($> 10\%$)— del material a reciclar sea inferior a un tercio ($< 1/3$) del espesor del reciclado.

La dotación de ligante hidrocarbonado residual no será en ningún caso inferior al dos por ciento ($\nless 2\%$) en capas de base para la categoría de tráfico pesado T1, y al uno y medio por ciento ($\nless 1,5\%$) en el resto de los casos.

Se fabricarán probetas compactadas mediante compactador giratorio (norma UNE-EN 12697-31) a temperatura ambiente y curadas desmoldadas durante tres días (3 d) a cincuenta grados Celsius (50°C). El número de giros aplicado será de ciento sesenta (160) giros para la mezcla tipo RE1, con molde de diámetro interior de ciento cincuenta milímetros (150 mm), y de cien (100) giros para mezclas tipo RE2 con molde de diámetro interior de cien milímetros (100 mm).

Sobre dichas probetas se determinará la densidad de la mezcla (norma UNE-EN 12697-6) y se realizarán ensayos de tracción indirecta a quince grados Celsius (15°C) (norma UNE-EN 12697-12) de las probetas secas y húmedas (acondicionadas en agua), que deberán cumplir los valores mínimos especificados en la tabla 20.3.

TABLA 20.3 - VALORES MINIMOS DE RESISTENCIA EN EL ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA
(norma UNE-EN 12697-12)

CATEGORIA DEL TRAFICO PESADO	RESISTENCIA MEDIA (MPa) (**)		RELACIÓN DE RESISTENCIA (ITSR) (%)
	SECA (ITS _d)	HÚMEDA (ITS _w)	
T1 (CAPAS DE BASE) T2 y (*)	1,7	1,3	75
T3, T4 y ARCENES	1,2	0,9	70

(*) Vías de servicio no agrícolas de autopistas y autovías interurbanas.

(**) Sobre un número de probetas no inferior a tres (≥ 3) para cada tipo de resistencia.

En caso necesario, y para mejorar la adhesividad y la relación de resistencia, se podrá utilizar algún tipo de polvo mineral de aportación, como la cal o el cemento, en una proporción máxima del uno por ciento (1%) de la masa total en seco del material que se vaya a reciclar.

20.4. EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

20.4.1 Consideraciones generales

No se podrá utilizar en la ejecución del reciclado *in situ* con emulsión de capas bituminosas ningún equipo que no haya sido previamente empleado en el tramo de prueba y aprobado por el Director 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.

20.4.2 Equipo de ejecución

La ejecución se llevará a cabo con equipos mecánicos que integren en una sola unidad las operaciones de fresado, dosificación y distribución de la emulsión y del agua y, en su caso, del polvo mineral de aportación y los aditivos, mezclado y extensión.

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 en carreteras en servicio a su seguridad viaria.

Se dispondrán los medios y la mano de obra necesarios para que las zonas entre franjas de reciclado cumplan todas las condiciones de dosificación, compactación y regularidad superficial especificadas en este artículo.

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, del agua, los aditivos y, eventualmente, del polvo mineral de aportación, 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 20.4 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 del reciclado.

La cámara de mezclado dispondrá 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, e incorporará también un elemento enrasador o maestra de extendido que mejore el acabado, proporcione una precompactación homogénea y permita obtener el perfil deseado.

20.4.2.4 Compactación

Se cumplirán las prescripciones indicadas al respecto en el artículo 542 del PG-3.

Para espesores de reciclado 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, mediante el ensayo de resistencia conservada de tracción indirecta con inmersión (norma UNE-EN 12697-12). El resultado obtenido deberá cumplir los valores mínimos especificados en la tabla 20.3, fabricándose las probetas de acuerdo con el procedimiento indicado en el apartado 20.3.

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

Previamente a la formulación de la mezcla se realizará una inspección de la superficie a reciclar comprobando los datos del reconocimiento de proyecto y la tramificación propuesta. Se tomarán muestras representativas 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) sondeos 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 significativas, o contengan sustancias potencialmente peligrosas, deberán demolerse y el material resultante tratarse como un residuo de construcción y demolición, 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.

Sobre las muestras de cada tipo de material fresado en cada tramo homogéneo 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 (norma UNE-EN 12697-1 ó UNE-EN 12697-3).
- Identificación del tipo de árido recuperado.

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 en relación con los objetivos pretendidos por el procedimiento de reciclado.

20.5.1.3 Valores de referencia de las características

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.

Una vez comprobado que el material a reciclar 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.

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

La ejecución del reciclado *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 del reciclado *in situ*. La elección del espesor se hará de manera que se reciclen capas completas del firme existente, permitiéndose que se penetre un

centímetro (1 cm) en la capa inferior si ésta fuese también una mezcla 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.

- La granulometría del material fresado 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 reciclar en seco de:
 - ligante residual de aportación, indicando el tipo de emulsión utilizada.
 - agua de aportación.
 - aditivos, con indicación de su tipo y características.
 - polvo mineral de aportación, en su caso, indicando el tipo utilizado.
- 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 en la mezcla reciclada se determinará mediante el ensayo de sensibilidad al agua (norma UNE-EN 12697-12), de acuerdo con los valores mínimos especificados en la tabla 20.3, fabricándose las probetas de acuerdo con lo indicado en el apartado 20.3.

La humedad de compactación se determinará mediante el ensayo Proctor modificado (norma UNE-EN 13286-2), realizado sobre el material a reciclar. La humedad de compactación será, salvo justificación en contrario, la correspondiente a la humedad óptima Proctor modificado menos un cinco por mil (5 ‰), y menos el porcentaje de ligante residual de la emulsión bituminosa a incorporar a la mezcla, y se ajustará, si fuera preciso, durante la ejecución del tramo de prueba.

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 reciclar 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 20.4, teniendo en cuenta que en ningún caso los valores podrán sobrepasar los límites establecidos.

TABLA 20.4 - TOLERANCIAS ADMISIBLES RESPECTO DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

CARACTERÍSTICA		NORMA	UNIDAD	TOLERANCIA
GRANULOMETRÍA CERNIDO TAMICES (mm)	> 2	UNE-EN 933-2	% sobre masa total material a reciclar en seco	± 6
	> 0,063 y ≤ 2			± 3
	0,063			± 1,5
LIGANTE RESIDUAL APORTADO		UNE-EN 12697-12		± 0,3
HUMEDAD COMPACTACIÓN (AGUA TOTAL)		UNE-EN 13286-2		-1 / + 0,5

20.5.3 Fresado del espesor del pavimento a reciclar

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 como un residuo de construcción y demolición, 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, el polvo mineral de aportación y 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 reciclado 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 reciclado, y siempre que se observe que no se cumplen las tolerancias admisibles citadas en la tabla 20.4, 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 del reciclado en zonas en las que la superficie del pavimento presente encharcamientos, deteniendo el proceso cuando se observe tal circunstancia.

Cuando la anchura de la superficie a reciclar sea superior a la del equipo de trabajo el reciclado se realizará por franjas paralelas, que se solaparán en una anchura comprendida entre quince y treinta centímetros (15 a 30 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 de aquéllos se mezclen con los de ésta durante el proceso de ejecución del reciclado.

Donde resultase imposible el empleo del equipo de reciclado 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 ($\neq 1/2$ 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 extensión 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 la extensión se realiza con dos máquinas en paralelo con un ligero desfase, 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, si fuera preciso, 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.

20.5.7 Ejecución de juntas

La ejecución de los trabajos se realizará en toda la anchura completa del carril de modo que no se produzcan juntas longitudinales en el interior de la zona reciclada, 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 reciclada 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

Cuando, por necesidades del desarrollo de las obras, se precise facilitar y acelerar la eliminación de humedad de la mezcla compactada, se podrá someter la capa a la acción del tráfico durante un período a fijar por el Director de las Obras, en general entre quince y treinta días (15 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.

En las zonas con riesgo de presentar desprendimientos superficiales deberá ejecutarse un riego de protección con árido de cobertura, de acuerdo con lo especificado en el

artículo 532 del PG-3. La dotación de ligante residual estará comprendida entre doscientos y trescientos gramos por metro cuadrado (200 a 300 g/m²).

La extensión de una nueva capa sobre la reciclada no se iniciará hasta que la humedad a mitad del espesor de la capa reciclada sea constante e inferior al uno y medio por ciento (< 1,5 %), comprobándose que se mantiene por debajo de ese valor durante al menos siete días (7 d) y, además, que los testigos extraídos (norma UNE-EN 12697-27) a partir de ese momento no se disgregan y permiten su transporte y manipulación para realizar en laboratorio las pruebas que se especifiquen.

20.6 TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse el reciclado *in situ* con emulsión será preceptiva la realización de un tramo de prueba para cada tramo homogéneo, según lo establecido en el epígrafe 20.5.1, 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 comprobará la fórmula de trabajo, el funcionamiento de los equipos previstos (especialmente, la forma de actuación del de compactación) y se verificará, mediante toma de muestras, la conformidad del material reciclado 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 ($\nless 100$ 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 reciclar.
- 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, del polvo mineral de aportación y 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 reciclada, por diferencia de espesor antes del fresado y después de la compactación, al objeto de garantizar el espesor mínimo de reciclado 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 del reciclado. 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.

Se fijará como densidad de referencia 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. En caso contrario, y siempre que dicha densidad obtenida no sea inferior al noventa y cinco por ciento ($\neq 95\%$) de la de laboratorio, se comprobará que con los valores alcanzados se siguen cumpliendo los valores mínimos de resistencia establecidos en la tabla 20.3.

De no ser así, o 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 de la capa tras el proceso de compactación, 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 ($\leq 98\%$).

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

20.7.2 Terminación, rasante, anchura y espesor

La superficie de la capa reciclada 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 ($\neq 15$ mm).

En perfiles transversales cada veinte metros (20 m) se comprobará la anchura de la capa reciclada, que en ningún caso será inferior ni superará en más de diez centímetros ($\neq 10$ cm) a la establecida en los planos del Proyecto.

El espesor de la capa reciclada 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 20.5.

TABLA 20.5 - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	IRI (dm/hm)
50	< 2,0
80	< 2,5
100	< 3,0

20.8 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

Salvo autorización expresa del Director de las Obras, no se permitirá la ejecución del reciclado *in situ* con emulsión cuando:

- La temperatura ambiente a la sombra sea inferior a cinco grados Celsius (< 5 °C). El Director de las Obras podrá variar este límite, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.
- Se produzcan precipitaciones atmosféricas constantes o precipitaciones puntuales con una intensidad significativa, a juicio del Director de las Obras.

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 Polvo mineral de aportación

El polvo mineral de aportación deberá cumplir las especificaciones establecidas en el artículo 542 del PG-3.

20.9.3 Control de ejecución

20.9.3.1 Dosificación de la emulsión

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, que se contrastará con la información proporcionada por el equipo para el control del volumen de emulsión añadido.

20.9.3.2 Fresado y mezcla reciclada

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 la salida de la unidad de mezclado.
- Contenido de humedad de la mezcla (norma UNE-EN ISO 17892-1).
- Dosificación de ligante (normas UNE-EN 12697-1 o UNE-EN 12697-39) de la mezcla bituminosa reciclada.
- Fabricación (norma UNE-EN 12697-31) y curado de dos (2) series de tres (3) probetas, según lo especificado en el apartado 20.3, para la determinación de la sensibilidad al agua (método A norma UNE EN 12697-12) de la mezcla bituminosa reciclada.

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 reciclado, 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 reciclado, 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 bituminosa reciclada, especialmente la cubrición del ligante, la homogeneidad de la superficie y la ausencia de segregaciones.
- 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 el reciclado se realiza con dos equipos trabajando en paralelo los controles especificados en este epígrafe se efectuarán para cada uno de ellos.

20.9.3.3 Compactación

Se comprobará la composición y forma de actuación del equipo de compactación 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 cada una de las franjas de reciclado se realizarán determinaciones de humedad y de densidad en emplazamientos aleatorios, con una frecuencia mínima de siete (7) por cada lote de los definidos en el epígrafe 20.9.4. En caso de que las densidades obtenidas fuesen inferiores a las especificadas se proseguirá el proceso de compactación hasta alcanzar los valores prescritos.

En el caso de usar equipo nuclear u otros métodos rápidos de control, 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 reciclada.

20.9.3.4 Curado y protección superficial

Cuando, durante el tiempo que el Director de las Obras haya establecido, 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 por la acción de dicho tráfico y se llevará a cabo el control de la distribución transversal de su paso para que la acción de éste no se concentre en una sola franja.

En caso de ser necesaria la ejecución de un riego de protección con árido de cobertura, éste se controlará de acuerdo con lo especificado en el artículo 532 del PG-3.

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 reciclada. Los testigos obtenidos deberán presentar un aspecto homogéneo y compacto en todo su espesor, no admitiéndose aquellos que presenten coqueas, resulten disgregados, rotos 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 reciclado 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 reciclado 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 empleará como indique el Director de las Obras, a cargo del Contratista o, en su

defecto, se tratará como residuo de construcción y demolición, según la legislación ambiental vigente.

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.

20.10.2 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 ($\geq 10\%$). 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 como residuo de construcción y demolición, 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 20.7.4. 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 reciclado por la dosificación media deducida del control de dosificación de cada lote.

La ejecución del reciclado *in situ* de capas bituminosas se abonará por metros cúbicos (m^3) de material reciclado, los cuales se obtendrán como producto de la superficie reciclada, obtenida multiplicando las anchuras de las secciones tipo señaladas en los Planos por la longitud realmente ejecutada, y el espesor medio de reciclado 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, en su caso, el polvo mineral de aportación, los aditivos, 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 reciclar 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 bituminosa reciclada 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.

Artículo derogado por la O.C. 2/2023

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 normas mencionadas se refieren siempre a las versiones que se relacionan en este anejo, salvo en el caso de normas UNE-EN que sean transposición de normas EN cuya referencia haya sido publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea, en el marco de aplicación del Reglamento Europeo de Productos de la Construcción UE 305/2011, en cuyo caso la cita se deberá relacionar con la última Comunicación de la Comisión que incluya dicha referencia.

Las normas aquí recogidas 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 especificaciones técnicas idénticas.

La relación de las versiones correspondientes a las normas referidas, aplicables en cada caso, con referencia a su fecha de aprobación, es la que se indica a continuación.

ART. 20.- RECICLADO *IN SITU* CON EMULSIÓN DE CAPAS BITUMINOSAS

NLT-314	Toma de muestras de testigos de pavimentos.
NLT-330	Cálculo del índice de regularidad internacional (IRI) en pavimentos de carreteras.
UNE-EN 932-1: 1997	Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 1: Métodos de muestreo.
UNE-EN 933-1: 2012	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Método del tamizado.
UNE-EN 933-2: 1996	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 933-2/1M: 1999	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 1426: 2015	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la penetración con aguja.
UNE-EN 1427: 2015	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del punto de reblandecimiento. Método del anillo y bola.
UNE-EN 12697-1: 2013	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 1: Contenido de ligante soluble.
UNE-EN 12697-3: 2013	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 3: Recuperación de betún. Evaporador rotatorio.
UNE-EN 12697-6: 2012	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 6: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas.
UNE-EN 12697-12: 2009	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 12: Determinación de la sensibilidad al agua de las probetas de mezcla bituminosa.
UNE-EN 12697-27: 2001	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 27: Toma de muestras.
UNE-EN 12697-30: 2013	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 30: Preparación de probetas mediante compactador de impactos.
UNE-EN 12697-31: 2008	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 31: Preparación de la muestra mediante compactador giratorio.
UNE-EN 12697-39: 2013	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 39: Contenido en ligante por ignición.
UNE-EN 12697-42: 2013	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 42: Cantidad de materia extraña en asfalto reciclado.
UNE-EN 13043: 2003	Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas.

UNE-EN 13043/AC: 2004	Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas.
UNE-EN 13286-2: 2011	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 13286-2: 2011/AC: 2012	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 13614: 2011	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la adhesividad de las emulsiones bituminosas por inmersión en agua.
UNE-EN ISO 17892-1: 2015	Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 1: Determinación de la humedad