

## **40.65. MEZCLAS BITUMINOSAS PARA CAPAS DE RODADURA. MEZCLAS RENANTES Y DISCONTINUAS**

### **1.-DEFINICION**

01.- Se definen como mezclas bituminosas en caliente para capas de rotura, drenantes y discontinuas, aquellas cuyos materiales son la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos (en granulometría continua con bajas proporciones de árido fino o con discontinuidad granulométrica en algunos tamices), polvo mineral y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación obliga a calentar el ligante y los áridos (excepto, eventualmente, el polvo mineral de aportación) y su puesta en obras debe realizarse a una temperatura muy superior a la ambiente.

02.- Las mezclas bituminosas drenantes son aquellas que por su baja proporción de árido fino, presentan un contenido muy alto de huecos interconectados que le proporcionan características drenantes. A efectos de aplicación de este artículo se emplearán en capas de rodadura de cuatro a cinco centímetros (4 a 5 cm) de espesor.

03.- Las mezclas bituminosas discontinuas son aquellas cuyos áridos presenten una discontinuidad granulométrica muy acentuada en los tamices inferiores del árido grueso. A efectos de aplicación de este artículo, se distinguen dos tipos de mezclas bituminosas discontinuas con dos husos granulométricos con tamaño máximo nominales de ocho y once milímetro (8 y 11 mm) cada uno. Con cada huso granulométrico podrán fabricarse mezclas discontinuas en caliente, para capas de rodadura de dos a tres centímetros (2 a 3 cm) de espesor.

04.- La ejecución de cualquier tipo de mezcla bituminosa en caliente de las definidas anterior meten incluya las siguientes operaciones:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo
- Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo

- Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla
- Extensión y compactación de la mezcla.

## 2.- NORMATIVA TÉCNICA

01.- Artículo 543 "Mezclas bituminosas para capas de rodadura. Mezclas drenantes y discontinuas" del PG-3 aprobado por la Orden Circular 24/2008 de la Dirección General de Carreteras.

## 3 MATERIALES

### 3.1.- Ligante hidrocarbonato

01.- El PPTP fijará el tipo de ligante hidrocarbonato a emplear, que se será seleccionando en función de la categoría de tráfico, entre los que se indican en el cuadro 40.65.1 y salvo justificación en, contrario, deberá cumplir las especificaciones de los correspondientes artículos de este Pliego.

02.- Los betunes de penetración indicados en el cuadro 40.65.1, cuyas especificaciones se recogen en artículo 25.12 "Betunes asfálticos", podrán ser sustituidos por betunes de penetración que cumplan con los tipos, las especificaciones y las condiciones nacionales especiales de la norma europea UNE-EN 12591:2000, según se indica:

- B60/70 por 50/70
- B80/100 por 70/100

CUADRO 40.65.1.- TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO A EMPLEAR

(Artículos 25.12, 25.15 y 25.18)

TIPO DE MEZCLA	CATEGORÍA DE TRAFICO		
	PESADO	MEDIO	LIGERO
DISCONTINUA	BM-3c	BM-3b	B60/70
	BM-3b	B60/70	B80/100
DRENANTE	BM-3c	BM-3a	B60/70
	BM-3a	BM-3b	B80/100
	BM-3b	B60/70	BC50/70

Se podrán emplear también betunes modificados con caucho que sean equivalentes a los betunes modificados de este cuadro, siempre que cumplan las especialidades del artículo 25.18 de este Pliego. En caso, a la denominación del betún se le añadirá una letra C mayúscula, para indicar que el agente modificador es caucho procedente de neumáticos fuera de uso.

03.- En al caso de utilizar betunes con adiciones no influidos en los artículos 25.12 "Betunes asfálticos", 25.15 "Betunes asfálticos modificados con polímeros" ó 25.18 "Betunes con caucho" de este Pliego, el PPTP, o en su defecto el Director de las Obras, establecerá el tipo de adición y las especificaciones que deberán cumplir, tanto el ligante como las mezclas bituminosas resultantes. La dosificación y el modo de dispersión de la adición deberán ser aprobadas por el Director de las Obras.

04.- En el caso de incorporación de productos (fibras, materiales elastoméricos, etc.) como modificadores de la reología de la mezcla y para alcanzar una mayoración significativa de alguna característica referida a la resistencia a la fatiga y la figuración, se determinará su proporción, así como la del ligante utilizado , de tal manera que, además de proporcionar las propiedades adicionales que se pretendan obtener los dichos productos, se garantice un comportamiento en mezcla mínimo, semejante al que se obtuviera de emplear un ligante bituminoso se los especificados en el artículo 25.15 "Betunes asfálticos" de este Pliego.

05.- Según lo dispuesto en el apartado 2.3.f) del Plan de neumáticos fuera de uso, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros, de 5 de octubre de 2001, en las obras en las que al utilización del producto resultante de la trituración de los neumáticos sea técnica y económicamente viable se dará prioridad a estos materiales.

### **3.2.- Áridos**

#### *3.2.1.- Características generales*

01.- Los áridos a emplear en las mezclas bituminosas discontinuas y en las drenantes podrán ser naturales o artificiales siempre que cumplan las especiaciones recogidas en este artículo.

02.- El PPTP, o en sus defectos el Director de las Obras, podrá exigir propiedades o especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

03.- Los áridos se producirán o suministraran en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiaran y manejaran por separado hasta su introducción en las tolvas en frío.

04.- El PPTP, o en su defecto el Director de las Obras, podrá exigir que antes de pasar por el secador de la central de fabricación, el equivalente de arena, según el procedimiento general de la UNE-EN 933-8:2000, del árido obtenido combinando las distintas fracciones (incluido el polvo mineral), según las proporciones fijadas por la fórmula de trabajo, sea superior a cincuenta (50), o en su caso, de no cumplirse esta condición, su valor de azul de metileno, según la el anexo A de la UNE-EN 933-9:1999 sea inferior de diez (10) y, simultáneamente, el equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8:2000, sea superior a cuarenta (40).

05.- Los áridos no serán susceptibles a ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. Tampoco podrán ser origen, con el agua, a disoluciones que pueden causar daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar corrientes de agua.

06.- El PPTP, o en su defecto el Director de las Obras, deberá fijar los ensayos para determinar la inalterabilidad del material. Si se considera conveniente, para caracterizar los componentes solubles de los áridos de cualquier tipo, naturales o artificiales, que puedan ser lixiviados y que puedan significar un riesgo potencial para el medioambiente o para los elementos de construcción situados en sus proximidades, se emplearan la UNE-EN 1744-3:2003.

### 3.2.2.- Árido grueso

01.- Se define como árido grueso la parte del árido total retenida en el tamiz 2 mm de la UNE-EN 933-2:1996.

02.- Ningún tamaño del árido grueso a emplear en mezcla discontinua y denantes para categoría de tráfico pesado podrá fabricarse por trituración de graves procedentes de yacimientos granulares ni de canteras de naturaleza caliza.

03.- En el caso de que se emplee árido grueso precedente de la trituración de grava natural, el tamaño de las partículas, antes de su trituración, deberá ser superior a seis (6) veces el tamaño máximo del árido final.

04.- La proporción de partículas total y parcialmente trituradas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5:1999, deberá ser cumplir lo fijado en el cuadro 40.65.2.

CUADRO 40.65.2.- PROPORCIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES Y PARCIALMENTE TRITURADAS DE ÁRIDO GRUESO (% en masas)

TIPO DE MEZCLA	CATEGORÍA DE TRÁFICO		
	Pesado	Medio	Ligero
DISCONTINUA	100		$\geq 90$
DRENANTE			

05.- Adicionalmente, la proporción de partículas totalmente redondeadas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5:1999, deberá cumplir lo fijado en el cuadro 40.65.3.

CUADRO 40.65.3.- PROPORCIÓN DE PARTÍCULAS TOTALMENTE REDONDEADAS DEL ÁRIDO GRUESO (% en masa)

TIPO DE MEZCLA	CATEGORÍA DE TRÁFICO		
	Pesado	Medio	Ligero
DISCONTINUA	0		$\leq 1$
DRENANTE			

06.- El índice de las lajas de las distintas fracciones de árido grueso, según la UNE-EN 933-3:1997, deberá cumplir lo fijado en el cuadro 40.65.4.

CUADRO 40.65.4.- ÍNDICE DE LAJAS DEL ÁRIDO GRUESO

TIPO DE MEZCLA	CATEGORÍA DE TRÁFICO		
	Pesado	Medio	Ligero
DISCONTINUA	$\leq 20$		$\leq 25$
DRENANTE			

07.- El coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2:1999, deberá cumplir lo fijado en el cuadro 40.65.5

CUADRO 40.65.5.- COEFICIENTE DE LOS ÁNGELES DEL ÁRIDO GRUESO

TIPO DE MEZCLA	CATEGORÍA DE TRÁFICO		
	Pesado	Medio	Ligero
DISCONTINUA	BBTM A	$\leq 20$	$\leq 25$
	BBTM B	$\leq 15$	
DRENANTE	PA	$\leq 20$	

08.- EL coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso a emplear en capas de rodadura, según la UNE-EN 1097-8:2000, deberá cumplir lo fijado en el cuadro 40.65.6.

CUADRO 40.65.6.- COEFICIENTE DE PULIMENTO ACELERADO DEL ÁRIDO

CATEGORÍA DE TRÁFICO		
Pesado	Medio	Ligero
$\geq 50$		$\geq 44$

09.- El árido deberá estar exento de terrones de arcilla, materiales vegetales, marga u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

10.- El contenido de finos del árido grueso, determinado conforme a la UNE-EN 933-1:1998 como el porcentaje que pasa por el tamiz 0,063 mm, será inferior a cinco mil (0,5%) en masa.

11.- Adicionalmente, PPTP, o en su defecto el Director de las Obras, podrá especificar de impurezas del árido grueso, según el anexo C de la UNE 146130:2000, al cinco por mil (0,5 %) en masa.

12.- En el caso de que no se cumplan las prescripciones establecidas respecto a la limpieza del árido grueso, el Director de las Obras podrá exigir su limpieza por lavado, aspiración u otros métodos previamente aprobados, y una nueva comprobación.

### *3.2.3.- Árido fino*

01.- Se define como árido fin la parte del árido total cernida por el tamiz 2 mm y retenida por el tamiz 0.063 mm de la UNE-EN 933-2:1996

02.- El árido fino deberá proceder de la trituración de piedra de cantera o grava natural en su totalidad, o en parte de yacimientos naturales.

03.- Únicamente en mezclas tipo BBTM A y para categoría de tráfico ligero, podrá emplearse arena natural, no triturada, y en ese caso, el PPTP, o en su defecto al Director de las Obras, deberá señalar la proporción máxima de arena natural, no triturada, a emplear en la mezcla, la cual no será superior a diez por ciento (10%) de la masa total del árido combinado y sin que supere el porcentaje de árido fino triturado en la mezcla.

04.- El árido fino deberá estar exento de terrones de arcilla, material vegetal, marga u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

05.- El material que se triture para obtener árido fino deberá cumplir las condiciones exigidas al árido grueso en el apartado 3.2.2 sobre el coeficiente de los Ángeles.

06.- Se pondrá emplear árido fino de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la adhesividad, pero en cualquier caso procederá del árido grueso con coeficiente de Los Ángeles inferior a veinticinco (25).

### *3.2.4.- Polvo mineral*

01.- Se define como polvo mineral la parte del árido total cernida por el tamiz 0.063 mm de la UNE-EN 933-2:1996.

02.- El polvo mineral podrá proceder de los áridos, separándose de ellos por extracción en la central de fabricación, o bien aportarse a la mezcla de aquellos, como un producto comercial o especialmente preparado.

03.- La proporción de polvo mineral de aportación a emplear en la mezcla se deberá cumplir lo fijado en el cuadro 40.65.7.

CUADRO 40.65.7.- PROPORCIÓN DE POLVO MINERAL DE APORTACIÓN (% en masa del resto del polvo mineral, excluido el inevitable adhesivo a los áridos)

CATEGORÍA DE TRÁFICO		
Pesado	Medio	Ligero
100		$\geq 50$

03.-El polvo que queda inevitablemente adhesivo a los áridos, tras su paso por el secador, en ningún caso podrá rebasar el dos por ciento (2%) de la masa de la mezcla. Sólo si se asegurase que el polvo mineral procedente de los áridos cumple las condiciones exigidas al de aportación, el Director de las Obras podrá modificar la proporción mínima de este.

04.- La granulometría del polvo mineral se determinará según UNE-EN 933-10:2001. El cien por cien (100%) de los resultados de análisis granulométricos deben quedar dentro del huso granulométrico general definido en el cuadro 40.65.8.

05.- Adicionalmente el noventa por cien (90%) de los resultados de análisis granulométricos basados en los últimos veinte (20) valores obtenidos, deben quedar incluidos dentro de un huso granulométrico mas estrecho, cuyo ancho máximo en los tamices corresponden a 0,125 y 0,063 mm no supere el diez por ciento (10%).

CUADRO 40.65.8.- ESPECIFICACIÓN PARA LA GRANULOMETRÍA DEL POLVO MINERAL

ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	Huso granulométrico general para resultados individuales Cernido acumulado (% en masa)	Ancho máximo del huso restringido (% en masa)
2	100	--
0,125	85 a 100	10
0.063	70 a 100	10

06.-La densidad aparente del polvo mineral, según el anexo A de la norma UNE-EN 1097-3:1997, deberá

comprender entre cinco y ocho decigramos por centímetro cúbico (0,5 a 0,8 g/cm<sup>3</sup>)

### 3.3.- Aditivos

01.- El PPTP, o en su defecto el Director de las Obras, fijara los aditivos que pueden utilizarse, estableciendo las especificaciones que tendrán que cumplir tanto el aditivo como las mezclas bituminosas resultantes. El método de incorporación, que deberá asegurar una dosificación y dispersión homogéneas del aditivo, será aprobado por el Director de las Obras.

### 4.- TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

01.- La designación de las mezclas bituminosas discontinuas se hará según la nomenclatura en la UNE-EN 13108-2:2007, siguiendo el siguiente esquema:

BBTM	D	Clase	Ligante
------	---	-------	---------

Donde:

- BBTM Indica que la mezcla bituminosa es de tipo discontinuo.
- D Es el tamaño máximo del árido, expresado como la abertura del tamiz que deja pasar entre un noventa y un cien por ciento (90% y 100%) del total del árido.
- Clase Indica se la base es A, B, C o D.
- Ligante Se debe incluir la designación del tipo de ligante hidrocarbonado utilizado.

02.- A efectos de este Pliego, las mezclas bituminosas discontinuas a emplear son las que se indican en el cuadro 40.65.9.

CUADRO 40.65.9.- TIPOS DE MEZCLAS DSICONTINUAS A EMPLEAR

DENOMINACIÓN UNE-EN 13108-2:2007 (*)	DENOMINACIÓN ANTERIOR
BBTM 8A	F8
BBTM 11 <sup>a</sup>	F10
BBTM 8B	M8
BBTM 11B	M10

(\*) Se ha omitido en la denominación de la mezcla la indicación del tipo de gigante por no ser relevante a efectos de este cuadro.

03.- La designación de las mezclas bituminosas drenantes se hará según la nomenclatura establecida en UNE-EN 13108-7:2007, siguiendo el siguiente esquema:

PA	D	Ligante
----	---	---------

Donde:

- PA Indica que la mezcla bituminosa es drenante  
 D Es el tamaño máximo del árido, expresado como la abertura del tamiz que deja pasar entre un noventa y un cien por cien (90% y 100%) del total del árido.  
 Ligante Se debe incluir la designación del tipo de ligante hidrocarbonado utilizado.

04.- La granulación de árido obtenido combinando las distintas fracciones de los árido (incluido el polvo mineral), según el tipo de mezcla, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos fijados en el cuadro 40.65.10. El análisis granulométrico se hará según la UNE-EN 933-1:1998.

CUADRO 40.65.10.- HUSOS GRANULOMETRICOS. CERNIDOS ACUMULADO (% en masa)

TIPO DE MEZCLA (**)	ABERTURA DE LOS TAMICES (mm)								
	22	16	11,2	8	5,6	4	2	0,5	0,063
BBTM 8B (*)		-	100	90-100	42-62	17-27	15-25	8-16	4-6
B8TM 11B (*)		100	90-100	60-80		17-27	15-25	8-16	4-6
BBTM 8 <sup>a</sup> (*)		-	100	90-100	50-70	28-38	25-35	12-22	7-9
BBTM11 A (*)		100	90-100	62-82		28-38	25-35	12-22	7-9
PA 16	100	90-100		40-60		13-27	10-17	5-12	3-6
PA 11		100	90-100	50-70		13-27	10-17	5-12	3-6

(\*) La fracción del árido grueso que pasa por el tamiz 4 mm de la UNE-EN 933-2:1996, será inferior al ocho por ciento (8%)

(\*\*) Se ha omitido en la denominación de la mezcla la indicación del tipo de gigante por no ser relevante a efectos de este cuadro.

05.- El PPTP fijara el tipo, composición y dotación de la mezcla que deberá cumplir lo indicado en el cuadro 40.65.11.

**CUADRO 40.65.11.- TIPO, COMPOSICIÓN Y DOTACIÓN DE LA MEZCLA**

CARACTERÍSTICA	TIPO DE MEZCLA							
	PA11	PA16	BBTM8B	BBTM11B	BBTM8A	BBTM11A		
DOTACIÓN MEDIA DE MEZCLA (kg/m <sup>2</sup> )	75-90	95-110	35-50	55-70	40-55	65-80		
DOTACIÓN MÍNIMA, (*) DE LIGANTE (% en masa sobre el total de la mezcla)	4,30		4,75		5,20			
LIGANTE RESIDUAL EN RIEGO DE ADHERENCIA (kg/m <sup>2</sup> )	Firme nuevo	>0,30			>0,25			
	Firme antiguo	>0,40			>0,35			

(\*) Incluidas las tolerancias especificadas en el apartado 10.3.1. Se tendrán en cuenta las correcciones por peso específico y absorción de los áridos, si son necesarias.

06.- En el caso de que la densidad de los áridos sea diferente de dos gramos y sesenta y cinco centésimas de gramo por centímetro cúbico (2.65 g/cm<sup>3</sup>), los contenidos mínimos de ligante del cuadro 40.65.11 se deben corregir multiplicando por el factor:

$$\alpha = 2,65/\rho_d; \text{ donde } \rho_d \text{ es la densidad de las partículas del árido}$$

07.- Salvo justificante en contrario, la relación ponderal recomendable entre los contenidos de polvo mineral y ligante hidrocarbonato (expresado ambos respecto de la masa total de árido seco, incluido el polvo mineral) determinada en la fórmula de trabajo,

según el tipo de mezcla, deberá estar comprendida en los siguientes intervalos:

- Entre doce y dieciséis décimas (1,2 a 1,6) para al mezcla tipo BBTM A.
- Entre diez y doce décimas (1,0 a 1,2) para las mezclas BBTM B.
- Entre nueve y once décimas (0,9 a 1,1) para las mezclas tipo PA.

## 5.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS

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

### 5.1.- Central de fabricación

01.- Lo dispuesto en esta apartado se entenderá sin perjuicio de lo establecido en las normas UNE-EN 13108-2:2007 y UNE-EN 13108-7:2007 para el mercado CE. No obstante, el PPTP, o en su defecto el Director de las Obras, podrá establecer prescripciones adicionales, especialmente en el supuesto de no ser obligatorio o no disponer de marcado CE.

02.- Las mezclas bituminosas en caliente se fabricaran mediante centrales capaces de manejar, simultánea en frío, el número de fracciones del árido que exija la fórmula de trabajo adoptada. El PPTP especificará la producción horaria mínimo, de la central, en función de las características y necesidades mínimas de consumo de las obras.

03.- El número mínimo de tolvas para áridos en frío será función del número de fracciones de árido que exija la fórmula de trabajo adoptada, pero, en todo caso, no será inferior a tres (3).

04.- En centrales de mezcla continua con tambor secador-mezclador, el sistema de dosificación será ponderal, al menos para la arena y para el conjunto de los áridos y tendrá en cuenta la humedad de estos para corregir la dosificación de en función de ella; en los demás tipos de central para la fabricación de mezclas para las

categorías de tráfico pesado y medio también será preceptivo disponer de sistemas ponderales de dosificación en frío.

05.- La central tendrá sistemas separados de almacenamiento y dosificación del polvo mineral recuperado y de aportación, los cuales serán independientes de los correspondientes el resto de los áridos y estarán protegidos de la humedad.

06.- Las centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador, estarán provistas de un sistema de clasificación de los áridos en caliente -de capacidad acorde con su producción- en un número de fracciones no inferior a tres (3), y de silos para almacenarlas.

07.- Las centrales de mezcla discontinuas estarán provistas en cualquier circunstancia de dosificadores ponderares independientes: al menos uno (1) para los áridos calientes, cuya precisión sea superior al medio por ciento ( $\pm 0,5\%$ ), y al menos uno (1) para el polvo mineral y uno (1) para el ligante hidrocarbonatado, cuya precisión sea superior al tres por mil ( $\pm 0,3\%$ ).

08.- Si se previera la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlos con homogeneidad y precisión suficiente, a juicio del Director de las Obras.

09.- Si la central estuviese dotada de tolvas de almacenamiento de las mezclas fabricadas, deberá garantizar que en las cuarenta y ocho horas (48h) siguientes al a fabricación, el material acopiado no ha perdido ninguna de sus características, en especial la homogeneidad del conjunto y las propiedades del ligante.

#### **5.2.- Elementos de transporte**

01.- Consistirán en camiones de caja lisa y estanca, perfectamente limpia y que se tratará, para evitar que la mezcla bituminosa se adhiera a ella, con un producto cuya composición y dotación deberán ser aprobadas por el Director de las Obras.

02.- La forma y altura de la caja deberá ser tal que, durante el vertido en la extendedora, el camión sólo

toque a éste a través de los rodillos provistos al efecto.

03.- Los camiones deberán estar siempre provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla bituminosa durante su transporte.

### **5.3. Equipos de extendido**

01.- Las extendedoras serán autopropulsadas y estarán dotadas de los dispositivos disponibles necesarios para extender la mezcla bituminosa en caliente con la configuración deseada y un mínimo de precompactación, que deberá ser fijado por el Director de las Obras. La capacidad de sus elementos, así con su potencia, serán adecuadas al trabajo a realizar.

02.- La extendedora deberá estar dotada de un dispositivo automático de nivelación y de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal.

03.- Para la extensión de mezclas bituminosas, en obras de carreteras con intensidades medias diarias superiores a diez mil (10.000) vehículos/día o cuando la extensión de la aplicación sea superior a sesenta mil metros cuadrados ( $70.000m^2$ ), en las categorías de tráfico pesado y medio, las extendedoras irán provistas de un sistema de riesgo de adherencia incorporado al mismo que garantice una dotación, continua y uniforme.

04.- Se comprobará, en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienden a la tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han sido afectados por le desgaste u otras causas.

05.- Será preceptivo disponer, delante de la extendedora, de un equipo de trasferencia autopropulsado de tipo silo móvil, que esencialmente garantice la homogeneización granulométrica y además permita la uniformidad térmica y de las características superficiales.

06.- La anchura extendida y compacta será siempre igual o superior a la teoría, y comprenderá las anchuras teóricas de la calzada o arcenes más los sobre anchos mínimos fijados en los Planos. El PPTP fijara las

anchuras máximas y mínimas de la extensión y la situación de las juntas longitudinales necesarias. Si a la extendedora se pueden acoplar elementos para aumentar su anchura, estos deberán quedar perfectamente alineados con los de aquella y conseguir una mezcla continua y uniforme.

#### **5.4.- Equipos de compactación**

01.- Se utilizara preferentemente compactadores de rodillos metálicos que deberán ser autopropulsados, tener inversos de sentido de marcha de acción suave, y estar dotados de dispositivos para a limpieza de sus llantas durante la compactación y mantenerlos húmedos en casa necesario. Las llantas metálicas de los compactadores no presentaran surcos ni irregularidades en ellas.

02.- Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas de los compactadores serán aprobados por el Director de las Obras, y deberán ser las necesarias para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, sin producir roturas del árido, ni arrollamientos de la mezcla a la temperatura de compactación.

03.- En zonas poco accesibles para los compactadores se podrán utilizas planchas o rodillos vibrantes de características apropiadas para lograr en dichas zonas una terminación superficial y compacidad semejante al resto de la obra.

### **6.- EJECUCIÓN**

#### **6.1.- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo**

##### **6.1.1.- Principios generales**

01.- La fabricación y puesta en obra de la mezcla no se indicara hasta que se haya aprobado por el Directores de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en el laboratorio y verificada en la central de fabricación.

02.- Dicha fórmula fijara como mínimo las siguientes características:

- Identificación y proporción de cada fracción del árido en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente.
- Granulométrica de los árido combinados, incluso el polvo mineral, por los tamices 22; 16; 11,2; 8; 5,6; 4; 2; 0,5 y 0,063 mm de la UNE-EN 933-2:1996 que corresponde para cada tipo de mezcla según el cuadro 40.65.10, expresada en porcentajes del árido total con una aproximación del uno por ciento (1%), con excepción del tamiz 0,063 que se expresa con aproximación del uno por mil (0.1%).
- Dosificación, en su caso, de polvo mineral de aportación, expresas en porcentaje del árido total con aproximación del uno por mil (0,1%).
- Identificación y dosificación de ligante hidrocarbonado referida a la masa total de la mezcla, y la de aditivos al ligante, referida a la masa del ligante hidrocarbonado.
- En su caso, tipo y dotación de las adiciones a la mezcla bituminosa, referida a la masa de la mezcla total.
- Densidad mínima a alcanzar en las mezclas bituminosas tipo BBTM A, y el contenido de huecos en las mezclas tipo BBTM B y drenantes.

También se señalaran:

- Los tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante.
- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante. En ningún caso se introducirá en el mezclador árido a una temperatura superior a la del ligante en más de quince grados Celsius (15° C).
- La temperatura de mezclado se fijará dentro del rango correspondiente a un visibilidad del betún de doscientos cincuenta a cuatrocientos cincuenta centistokes (250-450 cst) en el caso de la mezclas bituminosas drenantes con betunes asfálticos de cuatrocientos a setecientos centistokes (400 a 700 cst) en el caso de mezclas bituminosas drenantes con betunes asfálticos, y dentro del rango recomendado por el fabricante, en el caso de

mezclas con betunes modificados con polímeros o con betunes mejorados con caucho.

- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga desde los elementos de transporte y a la salida de la extendedora, que en ningún caso será inferior a ciento treinta y cinco grados Celsius (135° C).
- La temperatura mínima de la mezcla al iniciar y terminar la compactación.
- En el caso de que se empleen adiciones se incluirán las prescripciones necesarias sobre su forma de incorporación y tiempo de mezclado.

03.- La temperatura máxima de la mezcla al salir del mezclador no será superior a ciento ochenta grados Celsius (180° C), salvo en centrales de tambor secador-mezclador, en las que no excederá de los ciento sesenta y cinco grados Celsius (165°C). Para las mezclas discontinuas tipo BBTM B y para las mezclas denantes, dicha temperatura máxima deberá disminuirse en diez grados Celsius (10°C) para evitar posibles escurrimientos del ligante. En todos los casos, la temperatura mínima de la mezcla al salir del mezclador será aprobado por el Director de las Obras de forma que la temperatura de la mezcla en la descarga de los camiones sea superior la mínimo fijado.

04.- La dosificación de ligante hidrocarbonado en la fórmula de trabajo se fijará teniendo en cuenta los materiales disponibles, la experiencia obtenida en casos análogos y siguiendo los criterios establecidos en los apartados 6.1.2 y 6.1.6.

05.- Para todo tipo de mezcla, en el caso de categorías de tráfico pesado y medio, el PPTP, o en su defecto el Director de las Obras, podrá exigir un estudio de sensibilidad de las propiedades de la mezcla a variaciones de granulometría de ligante hidrocarbonato que no exceda de las admitidas en el apartado 10.3.

06.-La fórmula de trabajo de la mezcla bituminosa deberá asegurar el cumplimiento de las características de la unidad terminada en lo referente a la macrotextura superficial y la resistencia al deslizamiento, según lo indicado en apartado 8.4.

07.-Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director de la Obras podrá exigir la corrección de la fórmula de trabajo, que se justificará mediante ensayos. Se estudiará y aprobará una nueva fórmula de trabajo si varía la procedencia de alguno de los componentes o si, durante la producción, se rebasan las tolerancias granulométricas establecidas en el apartado 10.3.1.

#### 6.1.2.- *Contenido de huecos*

01.-El contenido de huecos en mezcla, determinado según el método de ensayo de la UNE-EN 12697-8:2003 indicado en el anexo B de la UNE-EN 13108-20:2007. Para la realización del ensayo se emplearán probetas compactas según la UNE-EN 12697-30:2006, aplicando cincuenta (50) golpes por cara.

CUADRO 40.65.12.- CONTENIDO DE HUECOS EN MEZCLA (UNE-EN 12697-8:2003) EN PROBETAS SEGÚN UNE-EN 12697-30:2006  
(50 golpes por cara)

TIPO DE MEZCLA	% DE HUECOS
BBTM A	≥4
BBTMB	≥12
Drenante (PA)	≥20

#### 6.1.3.- *Resistencia a la deformación permanente*

01.- En mezclas discontinuas, el PPTP, o en su caso el Director de las Obras, podrá exigir que la resistencia a deformaciones plásticas determinada mediante el ensayo de pista de laboratorio, cumpla lo establecido en el cuadro 40.65.13. Este ensayo se hará según la UNE-EN 12697-22:2008, empleando el dispositivo pequeño, el procedimiento B en aire, a una temperatura de sesenta grados Celsius (60° C) y con una duración de diez mil (10.000) ciclos. Las probetas se prepararán mediante compactador de placa, con el dispositivo de rodillo de acero, según la UNE-EN 12697-33:2006, con una densidad superior al noventa y ocho por ciento (98%) de la obtenida en cilíndricas preparadas según la UNE-EN 12697-30:2006 aplicando cincuenta (50) golpes por cara (estas probetas equivalen a las preparadas para el empleo del método Marshall, según NLT-159:2000 aplicando cincuenta (50) golpes por cara).

CUADRO 40.65.13.- PENDIENTE MEDIA DE DEFORMACIÓN EN  
PISTA EN EL INTERVALO DE 5.000 A 10 000 CICLOS SEGÚN  
UNE-EN 12697-22:2008 (mm para  $10^3$  ciclos de carga)

CATEGORÍA DE TRÁFICO		
Pesado	Medio	Ligero
0,07		0,10

#### 6.1.4.- *Sensibilidad al agua*

01.- En cualquier circunstancia se comprobará la adhesividad árido-ligante mediante la caracterización de la acción del agua. Para ello, la resistencia conservada en el ensayo de tracción indirecta tras inmersión, realizando a quince grados Celsius ( $15^\circ C$ ), según la UNE-EN 12697-2:2003, tendrá un valor mínimo del noventa por ciento (90%) para la mezcla discontinua y del ochenta y cinco por ciento (85%) para mezclas drenantes. Las probetas se compactarán según la UNE-EN 12697-30:2006, aplicando cincuenta (50) golpes por cara.

02.- Se podrá mejorar la adhesividad entre el árido y el ligante hidrocarbonato mediante activantes directamente incorporados al ligante. En todo caso, la dotación mínima de ligante hidrocarbonato no será inferior a la indicada en el cuadro 40.65.10

#### 6.1.5.- *Perdida de partículas*

01.- En mezclas drenantes, la pérdida de partículas a veinticinco grados Celsius ( $25^\circ C$ ), según la UNE-EN 12697-17:2006, en probetas compactadas según la UNE-EN 12697-30:2006 son cincuenta (50) golpes por cara, no deberá rebasar el veinte por ciento (20%) en masa para las categorías de tráfico pesado y medio y el veinticinco por ciento (25%) en masa en los demás casos.

#### 6.1.6.- *Escurrimiento de ligante*

01.- Para las mezclas drenantes deberá comprobarse que no se produce escurrimiento del ligante, realizando en ensayo según la UNE-EN 12967-18:2006. El PPTP, o en su defecto el Director de Obras podrá exigir también la comprobación sobre el escurrimiento de ligante para las mezclas discontinuas tipo BBTM B.

### **6.2.- Preparación de la superficie existente**

01.- Se comprobará la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la mezcla bituminosa en caliente. El PPTP, o en su defecto el Director de las Obras, indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad aceptable antes de proceder a la extensión de la mezcla y, en su caso, a reparar las zonas con algún tipo de deterioro.

02.- La superficie existente, deberá cumplir lo indicado en el apartado 8.3; si está constituida por un pavimento heterogéneo se deberán, además, eliminar mediante fresado los excesos de ligante y sellar las zonas demasiado permeables, según las instrucciones del Director de la Obras.

03.- Sobre la superficie de asiento se ejecutará un riego de adherencia, según el artículo 40.52 de este Pliego y las instrucciones adicionales que establezca el PPTP, teniendo especial cuidado de que dicho riego no se degrade antes de la extensión de la mezcla.

04.- Se comprobará especialmente que transcurrido el plazo de rotura del ligante de los tratamientos aplicados, no quedan restos de agua en la superficie; asimismo, si ha transcurrido mucho tiempo desde su aplicación, se comprobará que su capacidad de unión con la mezcla bituminosa no ha disminuido en forma perjudicial, en caso contrario, el Director de las Obras podrá ordenar la ejecución de un riego de adherencia adicional.

### **6.3.- Aprovisionamiento de áridos**

01.-Los áridos se producirán o suministraran en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Cada fracción será suficientemente homogénea y se pondrá acopiar y manejar sin peligro de segregación. El número mínimo de fracciones será de tres (3).

02- Cada fracción del árido se acopiará separada de las demás para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm) inferiores, a o ser que

esté pavimentado. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

03.- Cuando se detectan anomalías en la producción o suministro de los áridos, se acopiarán por separado hasta su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicara cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de un árido.

04.- En el caso de obras con volumen total del árido inferior a cinco mil metros cúbicos (5.000 m<sup>3</sup>), antes de empezar la fabricación deberá haberse acopiado la totalidad de los áridos. En otro caso, el volumen mínimo a exigir será el treinta por ciento (30%) o el correspondiente a un (1) mes de producción máxima el equipo.

#### **6.4.- Fabricación de la mezcla**

01.-Lo dispuesto en esta apartado se entenderá sin perjuicio de lo establecido en las normas UNE-EN 13108-2:207 y UNE-EN 13108-7:2007 para el marcado CE. No obstante, el PPTP, o en su caso el Director de las Obras, podrá establecer prescripciones adicionales, especialmente en el supuesto de no ser obligatorio o no disponer de marcado CE.

02.- La carga de cada una de las tolvas de árido en frío se realizará de forma que su contenido esté siempre comprendido entre cincuenta y el cien por cien (50% a 100%) de su capacidad, sin rebosar.

03.- A la descarga de mezclador todos los tamaños del árido deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla, y todas sus partículas total y homogéneamente cubiertas de ligante. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada en la fórmula de trabajo.

04.-En el caso de utilizar adiciones al ligante o a la mezcla, se cuidará su correcta dosificación, la distribución homogénea, así como que no pierda las características previas durante todo el proceso de fabricación.

#### **6.5.- Transporte de la mezcla**

0.1- La mezcla bituminosa en caliente se transportará en camiones desde la central de fabricación a la extendedora. Para evitar su enfriamiento superficial, deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados. En el momento de descargarla en la extendedora o en el equipo de transferencia, su temperatura no podrá ser inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.

#### **6.6.- Extensión de la mezcla**

01.- A menos que el Director de las Obras justifique otra directriz, la extensión comenzará por el borde inferior y se realizará por franjas longitudinales. La anchura de estas franjas se fijará de manera que se realice el menor número de juntas posibles y se consigna la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta la anchura de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características de la extendedora y a la producción de la central.

02.- En obras sin mantenimiento de la circulación, para las categorías de tráfico pesado y medio o con superficies a extender en calzada superiores a setenta mil metros cuadrados ( $70.000\text{ m}^2$ ), realizará la extensión a ancho completo, trabajando se fuera necesario con dos (2) o mas extendedoras ligeramente desfasadas, evitando juntas longitudinales. En los demás casos, después de haber extendido y compactado una franja, se extenderá la siguiente mientras el borde de la primera se encuentra en caliente en condiciones de ser compactado; en caso contrario, se ejecutará una junta longitudinal.

03.- En capas de rodadura con mezclas bituminosas denantes se evitarán siempre las juntas longitudinales. Únicamente para las categorías de tráfico pesado y medio o pavimentación en zonas en las que no sea posible cortar el tráfico, dichas juntas deberán coincidir en una límatea del pavimento.

04.- La mezcla bituminosa se extenderá siempre en una tongada. La extendedora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal

que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección trasversal indicadas en los Planos del Proyectó, con las tolerancias establecidas en el apartado 8.2.

05.- La extensión se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la extendedora a la producción de la central de fabricación, de modo que aquella no se detenga. En caso de parada, se comprobará que la temperatura de la mezcla que queda sin extender, en la tolva de entendedora y debajo de ésta, no baje de la prescrita en la fórmula de trabajo para le inicio de la compactación; de lo contrario, se ejecutará una junta transversal.

06.- Donde no resulte posible, a juicio del Director de la Obras, el empleo de máquinas extendedoras, la puesta en obra de la mezcla bituminosa podrá realizarse por otros procedimientos aprobados por aquél. Para ello se descargará fuera de la zona en que se vaya a extender y se distribución en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos del Proyecto, con las tolerancias establecidas en el apartado 8.2.

#### **6.7.- Compactación de la mezcla**

01.- La compactación se realizará según el plan aprobado por el Director de las Obras en función de los resultados del tramo de prueba, aunque el número de pasadas del compactador, sin vibración, será siempre superior a seis (6); se deberá hacer a la mayor temperatura posible, sin rebasar la máxima prescrita en la fórmula de trabajo y sin que se produzca desplazamiento de la mezcla extendida, y se continuará, mientras la temperatura de la mezcla no sea inferior a la mínima prescrita en la fórmula de trabajo y la mezcla se halle en condiciones de ser compactada, hasta que se cumpla el plan aprobado.

02.- En mezclas bituminosas fabricadas con betunes mejorados o modificados con caucho y en mezclas bituminosas con adición de caucho, con el fin de mantener la densidad de la tongada hasta que el aumento de viscosidad del betún contrarreste una eventual tendencia del caucho a recuperar su forma, se continuará obligatoriamente el proceso de compactación hasta que la

temperatura de la mezcla baje de la mínima establecida en la fórmula de trabajo, aunque se hubiera alcanzado previamente la densidad especificada en el apartado 8.1.

03.- La compactación se realizará longitudinalmente, de manera continua y sistemática. Si la extensión de la mezcla bituminosa se realizara 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.

04.- Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado más cercano a la extendedora; los cambios de dirección se realizaran sobre mezcla ya apisonada, y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

#### **6.8.- Juntas transversales y longitudinales**

01.- Cuando con anterioridad a la extensión de la mezcla en capa de pequeño espesor se ejecute otra capa asfáltica, se procurará que las juntas transversales de a capa superpuesta guarden una separación mínima de cinco metros (5 m), y de quince centímetros (15 cm) para las longitudinales.

02.- Al extender franjas longitudinales contiguas, cuando la temperatura de la extendida en primer lugar no sea superior al mínimo fijado en la fórmula de trabajo para terminar la compactación, el borde de esta franja se cortará verticalmente, cejando al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor. A continuación, se calentará la junta y se extenderá la siguiente franja contra ella.

03.- Las juntas transversales de la mezcla en capa de pequeño espesor se completarán transversalmente, disponiendo los apoyos precisos para el rodillo y se distanciarán en más de cinco metros (5 m) las juntas transversales de franjas de extensión adyacentes.

#### **7.- TRAMO DE PRUEBA**

01.- Antes de iniciarse la puesta en obra de cada tipo de mezcla bituminosa en caliente, será preceptiva la

realización del correspondiente tramo de prueba para comprobar la fórmula de trabajo, la forma de actuación de los equipos de extensión y compactación y, especialmente, el plan de compactación.

02.- A efectos de verificar que la fórmula de trabajo puede cumplir después de la puesta en obra, las prescripciones relativas a la textura superficial y al coeficiente de rozamiento transversal, se comprobará expresamente la macrotextura superficial obtenida, mediante el método del círculo de arena según la UNE-EN 13036-1:2002, que deberá cumplir los valores establecidos en el apartado 8.4.

03.- El tramo de prueba tendrá una longitud no inferior a la definida en el PPTP, y el Director de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

04.- Se tomarán muestras de la mezcla bituminosa, que se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas, y se extraerán testigos. A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las Obras decidirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo. En el primer caso, se podrá iniciar la fabricación de la mezcla bituminosa. En el segundo, el Contratista deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, conexión parcial de la ensayada, correcciones en la central de fabricación o sistemas de extendido, etc.).
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, el Contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios.

05.- Asimismo, durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia entre los métodos de control de la dosificación del ligante hidrocarbonado y de la densidad in situ establecidos en el PPTP, y otros métodos rápidos de control. También se estudiarán el equipo y el método de realización de juntas, así como la relación entre la dotación media de mezcla y el espesor de la capa aplicada con la que se alcance una densidad superior a la especificada en el PPTP.

06.- En el caso de mezclas tipo BBTM B con espesores superior a dos centímetros y medio (2,5 cm) y de mezclas drenantes, se analizará, además, la correspondencia entre el contenido de huecos en mezcla y la permeabilidad de la capa según la NLT-327:2000.

## 8.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

### 8.1.- **Densidad**

01.- En el caso de mezclas tipo BBTM A, la densidad alcanzada deberá ser superior al noventa y ocho por ciento (98%) dé la densidad de referencia obtenida, según lo indicado en el apartado 10.3.2.1.

02.- En el caso de mezclas tipo BBTM B, con espesores iguales o superiores a dos centímetros y medio (2,5 cm), el porcentaje de huecos en mezcla no podrá diferir en más de dos ( $\pm 2$ ) puntos porcentuales del obtenido como porcentaje de referencia según lo indicado en el apartado 10.3.2.1.

03.- En el caso de mezclas tipo BBTM B, con espesores inferiores a dos centímetros y medio (2,5 cm), como forma simplificada de determinar la compacidad alcanzada en la unidad de obra terminada, se podrá utilizar la relación obtenida en el preceptivo tramo de ensayo entre la dotación media de mezcla y el espesor de la capa.

04.- En mezclas drenantes, el porcentaje de huecos de la mezcla no podrá diferir en más de dos ( $\pm 2$ ) puntos porcentuales del obtenido como porcentaje de referencia según lo indicado en el apartado 10.3.2.1.

### 8.2.- **Rasante, espesor y anchura**

01- La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de diez milímetros (10 mm), y el espesor de la capa no deberá ser inferior, al cien por cien (100%) del previsto en la sección-tipo de los Planos de Proyecto, o en su defecto al que resulte de la aplicación de la dotación media de mezcla que figure en el PPTP.

02.- En todos los semiperfiles se comprobará la anchura de extensión, que en ningún caso será inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los Planos de Proyecto.

### **8.3- Regularidad superficial**

El índice de Regularidad Internacional (IRI), según la NLT-330:1998, y obtenido de acuerdo a lo indicado en 9.4, deberá cumplir los valores en el cuadro 40.65.14 ó 40.65.15, según corresponda.

**CUADRO 40.65.14 - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm) PARA FIRMES DE NUEVA CONSTRUCCIÓN**

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE VÍA	
	RED VIARIA METROPOLITANA	RESTO DE VIAS
50	<1,5	<1,5
80	<1,8	<2,0
100	<2,0	<2,5

**CUADRO 40.65.15 - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm) PARA FIRMES REHABILITADOS ESTRUCTURALMENTE**

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE VIA			
	RED VIARIA METROPOLITANA		RESTO DE VIAS	
	ESPESOR DE RECRECIMIENTO (cm)			
	>10	≤10	<10	≤10
50	<1,5	<1,5	<1,5	<2,0
80	<1,8	<2,0	<2,0	<2,5
100	<2,0	<2,5	<2,5	<3,0

### **8.4.- Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento**

01.- La superficie de la capa deberá presentar una textura homogénea, uniforme y exenta de segregaciones.

02.- La macrotextura superficial, obtenida mediante el método del círculo de arena según la UNE-EN 13036-1:2002, y la resistencia al deslizamiento, según la NLT-336:1992, deberán cumplir los límites establecidos en el cuadro 40.65.16.

CUADRO 40.65.16- MACROTEXTURA SUPERFICIAL (UNE-EN 13036-1 Y RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (NLT-336) DE LAS MEZCLAS

CARACTERÍSTICA	TIPO DE MEZCLA	
	BBTM B y PA	BBTM A
MACROTEXTURA SUPERFICIAL (*) Valor mínimo (mm)	1,5	1,1
RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (** GRT mínimo (%)	60	65

(\*) Medida antes de la puesta en servicio de la capa.

(\*\*) Medida una vez transcurridas dos meses de la puesta en servicio de la capa.

## 9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

01.- Salvo autorización expresa del Director de las Obras, no se permitirá la puesta en obra de la mezcla bituminosa en caliente:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra, sea inferior a ocho grados Celsius ( $8^{\circ}\text{C}$ ), con tendencia a disminuir. Con viento intenso, después de heladas, y especialmente sobre tableros de puentes y estructuras, el Director de las Obras podrá aumentar el valor mínimo de la temperatura.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

02.- Se podrá abrir a la circulación la capa ejecutada tan pronto como alcance una temperatura de sesenta grados Celsius ( $60^{\circ}\text{C}$ ), evitando las paradas y cambios de dirección sobre la mezcla recién extendida hasta que ésta alcance la temperatura ambiente.

## 10.- CONTROL DE CALIDAD

### 10.1.- Control de procedencia de los materiales

#### 10.1.1.- Control de procedencia del ligante hidrocarbonado

01.- El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en los artículos 25.12, 25.15 y 25.18 de este Pliego, según el tipo dé ligante hidrocarbonado a emplear.

#### *10.1.2.- Control de procedencia de los áridos*

01.- Si con los áridos se aportara certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo o estuviese en posesión de una marca, sello o distintivo de calidad reconocido por la Administración Pública competente, los criterios descritos a continuación para realizar el control de procedencia de los áridos no serán de aplicación obligatoria, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras.

02.- En el supuesto de no cumplirse las condiciones indicadas en el párrafo anterior, de cada procedencia del árido, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán cuatro (4) muestras, según la UNE-EN 932-1:1997, y de cada fracción de días se determinará:

- El coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2:1999.
- El coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso, según la UNE-EN 1097-8:2000.
- La densidad relativa y absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE-EN 1097-6:2001.
- La granulometría de cada fracción, según la UNE-EN 933-1:1998.
- El equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8:2000 y, en su caso, el índice de azul de metileno, según el anexo A de la UNE-EN 933-9:1999.
- La proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5:1999.
- La proporción de Impurezas del árido grueso, según el anexo C de la UNE 146130:2000.
- El índice de lajas del árido grueso, según la UNE-EN 933-3:1997.

#### *10.1.3 - Control de procedencia del polvo mineral de aportación*

02.- De cada procedencia del polvo mineral de aportación, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y con ellas se determinará la densidad aparente, según el Anexo A de la UNE-EN 1097-3:1999, y la granulometría, según la UNE-EN 933-10:2001.

#### **10.2.- Control de calidad de los materiales**

##### **10.2.1.- Control de calidad de los ligantes hidrocarbonatos**

01.- El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en los artículos 25.12, 25.15 y 25.18 de este Pliego, según el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear.

##### **10.2.2.- Control de calidad de los áridos**

01.- Examinará la descarga al acopio o alimentación de tolvas en frío, desechando los áridos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo. Se acopiarán aparte aquéllos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lajas, plasticidad, etc. y se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus separadores y de los accesos a los mismos.

02.- Con cada fracción de árido que se produzca o reciba, se realizarán los siguientes ensayos:

Con la misma frecuencia de ensayo qua la indicada en el cuadro 40.65.17:

- Análisis granulométrico de cada fracción, según la UNE-EN 933-1:1998.
- Según lo que establezca el PPTP, en su defecto el Director de las Obras, equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8:2000 y, en su caso, el índice de azul de metiteno, según el anexo de la UNE-EN 933-9:1999.

Al menos una (1) vez a la semana, o cuando se cambie de procedencia:

- Índice de lajas del árido grueso, según la UNE-EN 933-3:1997.

- Proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5:1999.
- Proporción de impurezas del árido grueso, según el anexo C de la UNE 146130:2000.

Al menos una (1) vez al mes, o cuando se cambie de procedencia:

- Coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2:1999.
- Coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso, según la UNE-EN 1097-8:2000.
- Densidad relativa y absorción del árido grueso y del árido fino, según la UNE-EN 1097-6:2001.

#### 10.2.3 Control de calidad del polvo mineral

01.- En el caso de polvo mineral de aportación, sobre cada partida que se reciba se realizarán los siguientes ensayos:

- Densidad aparente, según el Anexo A de la UNE-EN 1097-3:1999.
- Análisis granulométrico del polvo mineral, según la UNE-EN 933-10:2004.

02.- Para el polvo mineral que no sea de aportación se realizarán los siguientes ensayos: Al menos una (1) vez al día, o cuando cambie de procedencia:

- Densidad aparente, según el Anexo A de la UNE-EN 1097-3:1999.

Al menos una (1) vez la semana, o cuando se cambie de procedencia:

- Análisis granulométrico del polvo mineral, según la UNE-EN 933-10:2004.

#### 10.3.- Control de ejecución

##### 10.3.1.- Fabricación

02.- Se tomará diariamente un mínimo de dos (2) muestras, según la UNE-EN 932-1:1997, una por la mañana y otra por la tarde, de la mezcla de áridos en frío antes de su entrada en el secador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico del árido combinado, según la UNE-EN 933-1:1998.
- Equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8:2000 y, en su caso, el índice de azul de metileno. Según el anexo A de la UNE-EN 933-9:1999, del árido combinado.

03.- En centrales de mezcla continua se calibrará diariamente el flujo de la cinta suministradora de áridos, deteniéndola cargada de áridos, y recogiendo y pesando el material existente en una longitud elegida.

04.- Se tomará diariamente al menos una (1) muestra de la mezcla de áridos en caliente y se determinará su granulometría, según la UNE-EN 933-1:1998, que cumplirá las tolerancias indicadas en este apartado. Al menos semanalmente, se verificará la precisión de las básculas de dosificación y el correcto funcionamiento de los indicadores de temperatura de los áridos y del ligante hidrocarbonado.

05.- Para todas las mezclas, se tomarán muestras a la descarga del mezclador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

A la salida del mezclador ó silo de almacenamiento, sobre cada elemento de transporte:

- Control del aspecto de la mezcla y medición de su temperatura. Se rechazarán todas las mezclas segregadas, carbonizadas o sobre calentadas, las mezclas con espuma y aquéllas cuya envuelta no fuera homogénea; en centrales cuyo tambor no fuera a la vez mezclador, también las mezclas que presenten indicios de humedad; y en las demás centrales, las mezclas cuya humedad sea superior al uno por ciento (1%) en masa del total. En estos casos de humedad excesiva, se retirarán los áridos de los correspondientes silos en caliente.
- Se tomarán muestras de la mezcla fabricada y se determinará sobre sillas la dosificación de ligante, según UNE-EN 12697-1:2006 y la granulometría de los áridos extraídos, según la UNE-EN 12697-2:2003, con la frecuencia de ensayo indicada en el cuadro 40.65.17, correspondiente al nivel de control X definido en el anexo A de la norma UNE-EN 13108-21:2007 y al nivel de

conformidad (NCF) determinado por el método del valor medio de cuatro (4) resultados definido en ese mismo anexo.

**CUADRO 40.65.17.- FRECUENCIA MÍNIMA DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE GRANULOMETRÍA DE ÁRIDOS EXTRAÍDOS Y CONTENIDO DE LIGANTE (toneladas/ensayos)**

Nivel de frecuencia	NCF A	NCF B	NCFC
X	600	300	150

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

- Tamices superiores al 2 mm de la UNE-EN 933-2:1996:  $\pm 4\%$
- Tamiz 2 mm de la UNE-EN 933-2:1996:  $\pm 3\%$
- Tamices comprendidos entre el 2 mm y el 0,063 mm de la UNE-EN 933-2:1996:  $\pm 2\%$
- Tamiz 0,063 Mm. de la UNE-EN 933-2:1996:  $\pm 1\%$

La tolerancia admisible, en más o en menos, respecto de la dotación dé gigante hidrocarbonado de la fórmula de trabajo, será del tres por mil ( $\pm 0,3\%$ ) en masa del total de mezcla bituminosa (incluido el polvo mineral), al bajar del mínimo especificado en el cuadro 45.60.11.

07.- Se deberán llevar a cabo los ensayos adicionales de las características de la mezcla que se indican a continuación, con las mismas probetas y condiciones de ensayo que las establecidas en el apartado 6.1 y con la frecuencia de ensayo que se indica en el cuadro 40.65.18:

- En mezclas discontinuas, según lo que establezca el PPTP, o en su defecto el Director de las Obras, resistencia a las deformaciones plásticas mediante el ensayo de pista de laboratorio según UNE-EN 12697-22:2008, y en las de tipo BBTM B, además, escurrimiento del ligante, según la UNE-EN 12697-18:2006.

- En mezclas drenantes, pérdida de partículas, según la UNE-EN 12697-17:2006, y escurrimiento del ligante, según la UNE-EN 12697-18:2006.

CUADRO 40.65.18.- FRECUENCIA MÍNIMA DE ENSAYO PARA ENSAYOS ADICIONALES DE CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA

Nivel de conformidad	Frecuencia de ensayo
NCF A	Cada 8 000 t
NCF B	Cada 4 000 t
NCF C	Cada 2 000 t

08.- Cuando se cambien el suministro o la procedencia, o cuando el Director de la Obras lo considere oportuno para asegurar alguna característica relacionada con la adhesividad y cohesión de la mezcla, se determinará la resistencia conservada a tracción indirecta tras inmersión, según la UNE-EN 12697-12:2009.

#### 10.3.2.- Puesta en obra

##### 10.3.2.1.- Extensión

01.- Antes de verter la mezcla del elemento de transporte en la tolva de la extendedora o en el equipo de transferencia, se comprobará su aspecto y se medirá su temperatura, así como la temperatura ambiente para tener en cuenta las limitaciones que se fijan en el apartado 9 del Pliego.

02.- Al menos una (1) vez al día, y al menos una (1) vez por lote, se tomarán muestras y se prepararán probetas según UNE-EN 12697-30:2006 aplicando cincuenta (50) golpes por cara. Sobre esas probetas se determinará el contenido de huecos, según UNE-EN 12697-8:2003, y la densidad aparente, según UNE-EN 12697-6:2003 con el método de ensayo indicado en el anexo B de la UNE-EN 13108-20:2007.

03.- Se considerará como lote el volumen de material que resulte de aplicar los criterios del apartado 10.4.

04.- En el caso de mezclas discontinuas tipo BBTM A, para cada uno de los lotes, se determinará la densidad

de referencia para la compactación, definida por (4) valores de densidad aparente obtenidos en las probetas mencionadas anteriormente.

05- En el caso de mezclas discontinuas tipo BBTM B y de mezclas drenantes, para cada uno de los lotes, se determinará el porcentaje de huecos de referencia para la compactación, definido por el valor medio de los últimos cuatro (4) valores de contenido de huecos obtenidos en las probetas mencionadas.

06- A juicio del Director dé las Obras se podrán llevar a cabo sobre algunas de estas muestras, ensayos de Comprobación de la dosificación de ligante, según UNE-EN 12697-1:2006, y de la granulometría de los áridos extraídos, según UNE-EN 12697-2:2003.

07- Se comprobará con la frecuencia que establezca el Director de las Obras, el espesor extendido, mediante un punzón graduado.

#### **10.3.2.2.- Compactación**

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

- Que el número y tipo de compactadores son los aprobados.
- El funcionamiento de los dispositivos de humectación, limpieza y protección.
- El lastre, y peso total de los compactadores.
- El número de pasadas de cada comparador.

02.- En mezclas tipo BBTM B y en mezclas drenantes, se comprobará con la frecuencia que sea precisa la permeabilidad de la capa durante su compactación, según la NLT-327:2000.

03.- Al terminar la compactación se medirá la temperatura en la superficie de la capa.

#### **10.4.- Control de recepción de la unidad terminada**

01.- Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres (3) criterios siguientes:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m<sup>2</sup>) de calzada.
- La fracción construida diariamente.

02.- En el caso de las mezclas tipo BBTM A se extraerán testigos en puntos aleatoriamente elegidos, en número no inferior a cinco (5) y se determinará la densidad aparente de la probeta y el espesor de la capa.

03.- En mezclas tipo BBTM B, con espesores iguales o superiores a dos centímetros y medio (2,5cm) se extraerán testigos en puntos aleatoriamente elegidos, en número no inferior a cinco (5) y se determinará su densidad y porcentaje de huecos.

04.- En el caso de las mezclas tipo BBTM B, con espesores inferiores a dos centímetros y medio (2,5 cm), se comprobará la dotación media de mezcla por división de la masa total de los materiales correspondientes a cada carga, medida por diferencia de peso del camión antes y después de cargar por la superficie realmente tratada, medida sobre el terreno. Para ello se deberá disponer de una báscula convenientemente contrastada.

05.- En mezclas drenantes, se extraerán testigos en puntos aleatoriamente situados, en número no inferior a cinco (5), y se determinarán su espesor, contenido de huecas según la UNE-EN 12697-8:2003, y densidad según la UNE-EN 12697-6:2003 considerando las condiciones de ensayo que figuran en el anexo B de la UNE-EN 13108-20:2007.

06.- Se controlará la regularidad superficial del lote a partir de las veinticuatro horas (24 h) de su ejecución mediante la determinación del índice de regularidad Internacional (IRI), según la NLT-330:1998, calculando un solo valor del IRI para cada hectómetro del perfil auscultado, que se asignará a dicho hectómetro, y así sucesivamente hasta completar el tramo medido que deberá cumplir lo especificado en el apartado 8.3. La comprobación de la regularidad superficial de toda la longitud de la obra tendrá lugar además antes de la recepción definitiva de las obras.

07.- Se realizarán los ensayos siguientes, que deberán cumplir lo establecido en el cuadro 40.65.16:

- Medida de la macrotextura superficial, según la UNE-EN 13036-1:2002, antes de la puesta en servicio de la capa, en cinco (5) puntos del lote aleatoriamente elegidos de forma que haya al menos uno por hectómetro (1/hm).
- Determinación de la resistencia al deslizamiento, según la NLT-336:1992, una vez transcurridos dos (2) meses de la puesta en servicio de la capa, en toda la longitud del tote.

## 11.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

### 11.1.- **Densidad**

#### *En mezclas discontinuas BBTM A*

01.- La densidad media obtenida en el lote, según lo indicado en el apartado 10.4, no podrá ser inferior a la especificada en el apartado 8.1 y además, no más de dos (2) muestras podrán presentar resultados individuales inferiores al noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad de referencia.

02.- Si la densidad media de mezcla obtenida es inferior a la especificada en el apartado 8.1, se procederá de la siguiente manera:

- Si la densidad media de mezcla obtenida es inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la especificada, se levantará la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado mediante fresado y se repondrá por cuenta del Contratista.
- Si la densidad media de mezcla obtenida no es inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la especificada, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%) a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.

#### *En mezclas discontinuas BBTM B*

03.- En mezclas tipo BBTM B, con espesores iguales o superiores a dos centímetros y medio (2,5 cm), la media del porcentaje de huecos en mezcla no deberá diferir en

más de dos (2) puntos porcentuales de los valores establecidos en el apartado 8.1; no más de tres (3) individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que difieran de los establecidos en más de tres (3) puntos porcentuales.

04.- En mezclas tipo BBTM B. si la media del porcentaje de huecos en mezcla diferente de los valores establecidos en el apartado 8.1, se procederá de la siguiente manera:

- Si la media del porcentaje de huecos en mezcla difiere en más de cuatro (4) puntos porcentuales, se levantará la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado mediante fresado y se repondrá por cuenta del Contratista.
- Si la media del porcentaje de huecos en mezcla difiere en menos de cuatro (4) puntos porcentuales, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%) a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.

05.- En mezclas tipo BBTM B, con espesores inferiores a dos centímetros y medio (2,5 cm), la dotación media de mezcla obtenida en el lote, según lo indicado en el apartado 10.4, no podrá ser inferior a la especificada en el apartado 8.1 y además, no más de dos (2) muestras podrán presentar resultados individuales inferiores al noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad de referencia.

06.- Si la dotación media de mezcla obtenida es inferior a la especificada en el apartado 8.1. se procederá de la siguiente manera:

- Si la dotación media de mezcla obtenida es inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la especificada, se levantará la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado mediante fresado y se repondrá por cuenta del Contratista.
- Si la dotación media de mezcla obtenida no es inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la especificada, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%) a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlando.

*En mezclas bituminosas drenantes*

07.- En mezclas drenantes, la media de los huecos de la mezcla no deberá diferir en más de dos (2) puntos porcentuales de los valores prescritos en el apartado 8.1; no más de tres (3) individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que difieran de los prescritos en más de tres (3) puntos porcentuales.

08.- En mezclas drenantes, si la media de los huecos de la mezcla difiere de los valores especificados en el apartado 8.1, se procederá de la siguiente manera:

- Si la media de los huecos de la mezcla difiere en más de cuatro (4) puntos porcentuales, se levantará la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado mediante fresado y se repondrá por cuenta del Contratista.
- Si la media de los huecos de la mezcla difiere en menos de cuatro (4) puntos porcentuales, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%) a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.

**11.2.- Espesor**

01.- El espesor medio por lote no deberá ser en ningún caso inferior al previsto en los Planos del Proyecto, y, además, no más de dos (2) muestras podrán presentar resultados individuales inferiores al noventa y cinco por ciento (95%) del espesor especificado.

02.- Si el espesor medio obtenido en la capa fuera inferior al especificado en el apartado 8.2, se rechazará la capa debiendo el Contratista por su cuenta levantar la capa mediante fresado y reponerla.

**11.3.- Regularidad superficial**

01.- Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el apartado 8.3, se demolerá el lote, se retirará a vertedero y se extenderá una nueva capa por cuenta del Contratista.

#### **11.4.- Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento**

01.- El resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial no deberá resultar inferior al valor previsto en el cuadro 40.65.16. No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más del veinticinco por ciento (25%) del mismo.

02.- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al valor previsto en el cuadro 40.65.16 se procederá de la siguiente manera:

- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta superior al noventa por ciento (90%) del valor previsto en el cuadro 40.65.16, se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%).
- Si el resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial resulta inferior al noventa por ciento (90%) del valor previsto en el cuadro 40.65.16, en el caso de mezclas discontinuas se extenderá una nueva capa de rodadura por cuenta del Contratista y en el caso de mezclas denantes se demolerá el lote, se retirará a vertedero y se repondrá la capa por cuenta del Contratista.

03.- El resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento no deberá ser en ningún caso inferior al valor previsto en el cuadro 40.65.16. No más de un cinco por ciento (5%) de la longitud total medida de cada tote, podrá presentar un resultado inferior a dicho valor en más de cinco unidades (5).

04.- Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al valor previsto en el cuadro 40.65.16, se procederá de la siguiente manera:

- -Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia del deslizamiento resulta superior al noventa y cinco por ciento (95%) de valor previsto en el cuadro 40.65.16, se aplicara una penalización económica del diez por ciento (10%).
- -Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior

al noventa y cinco por ciento (95%) del valor previsto en el cuadro 40.65.16. en el caso de mezclas discontinuas se extenderá una nueva capa de rodadura por cuenta del Contratista y en el caso de mezclas drenantes se demolerá el lote, se retirará a vertedero y se repondrá la capa por cuenta del Contratista.

## 12.- MEDICIÓN Y ABONO

01.- Únicamente cuando la capa de asiento construida no esté incluida en el mismo Contrato, se podrá abonar la comprobación y, en su caso, reparación de la superficie existente, por metros cuadrados ( $m^2$ ) ejecutados.

02.- En el resto de los casos la preparación de la superficie existente no será objeto de abono, ni se incluirá en esta unidad de obra. El riego de adherencia se abonara según lo prescrito en el artículo 40.52, "Riegos de adherencia", de este Pliego.

03.- La fabricación y puesta en obra de una capa de rodadura de mezcla bituminosa discontinua o drenante, con el espesor mínimo previsto en los Planos de Proyecto, se abonará por toneladas (t) obtenidos multiplicando la anchura señalada para la capa en los Planos del Proyecto, por los espesores medios y densidades medias deducidas de los ensayos de control de cada lote. Este abono incluirá los áridos, el polvo mineral, el ligante hidrocarbonado, las adiciones y todas las operaciones de acopio, preparación, fabricación, puesta en Obra y terminación. No serán de abono las creces laterales no previstas en los Planos del Proyecto.

04.- El PPTP podrá establecer el abono por unidad de superficie ( $m^2$ ), previa fijación de unos umbrales de dotaciones y espesores, de acuerdo con lo indicado en este artículo.

05.- En ningún caso será de abono el empleo de activantes o aditivos al ligante.