

542 MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

542.1 DEFINICION

Se define como mezcla bituminosa en caliente la combinación de áridos y un ligante bituminoso, para realizar la cual es preciso calentar previamente los áridos y el ligante. La mezcla se extenderá y compactará a temperatura superior a la del ambiente.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
- Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo propuesta.
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
- Extensión y compactación de la mezcla.

542.2 MATERIALES

542.2.1 Ligantes bituminosos

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el ligante bituminoso a emplear que, en general, estará incluido entre los que a continuación se indican:

BQ58, BQ62 y BQ66. Ver Artículo 210, «Alquitranes para carreteras».

B 20/30, B 40/50, B 60/70 y B 80/100. Ver Artículo 211, «Betunes asfálticos».

Podrá mejorarse el ligante elegido mediante la adición de activantes, caucho, asfalto natural o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá establecer las especificaciones que tendrán que cumplir dichas adiciones y los productos resultantes. La dosificación y homogeneización de la adición se realizará siguiendo las instrucciones del Director de las obras, basadas en los resultados de los ensayos previamente realizados.

542.2.2 Áridos

542.2.2.1 Árido grueso

Definición

Se define como árido grueso la fracción del mismo que queda retenida en el tamiz 2,5 UNE.

Condiciones generales

El árido grueso procederá del machaqueo y trituración de piedra de cantera o de grava natural, en cuyo caso el rechazo del tamiz 5 UNE deberá contener, como mínimo, un setenta y cinco por ciento (75 %), en peso, de elementos machacados que presenten dos (2) o más caras de fractura.

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Calidad

El coeficiente de desgaste medido por el ensayo de Los Angeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a treinta (30) en capas de base, y a veinticinco (25) en capas intermedias o de rodadura.

Coeficiente de pulido acelerado

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares señalará el valor mínimo del coeficiente de pulido acelerado del árido a emplear en capas de rodadura. Este valor será como mínimo de cuarenta y cinco centésimas (0,45) en carreteras para tráfico pesado, y de cuarenta centésimas (0,40) en los restantes casos. El coeficiente de pulido acelerado se determinará de acuerdo con las Normas NLT-174/72 y NLT-175/73.

Forma

El índice de lajas de las distintas fracciones, determinado según la Norma NLT-354/74, será inferior a los límites indicados a continuación:

Fracción	Índice de lajas
40 a 25 mm	inferior a 40
25 a 20 mm	inferior a 35
20 a 12,5 mm	inferior a 35
12,5 a 10 mm	inferior a 35
10 a 6,3 mm	inferior a 35

En firmes sometidos a tráfico pesado, el índice de lajas deberá ser inferior a treinta (30).

Adhesividad

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique otra cosa, se considerará que la adhesividad es suficiente cuando, en mezclas abiertas, del tipo A de la Tabla 542.1, el porcentaje ponderal del árido totalmente envuelto después del ensayo de inmersión en agua, según la Norma NLT-166/75, sea superior al noventa y cinco por ciento (95 %), o cuando, en los otros tipos de mezclas, la pérdida de resistencia de las mismas, en el ensayo de inmersión-compresión, realizado de acuerdo con la Norma NLT-162/75, no rebase el veinticinco por ciento (25 %).

Si la adhesividad no es suficiente, no se podrá utilizar el árido, salvo que el Director autorice el empleo de aditivos adecuados, especificando las condiciones de su utilización.

Podrá mejorarse la adhesividad del árido elegido mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director, establecerá las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y los productos resultantes.

542.2.2.2 Arido fino

Definición

Se define como árido fino la fracción de árido que pasa por el tamiz 2,5 UNE y queda retenido en el tamiz 0,080 UNE.

Condiciones generales

El árido fino será arena procedente de machaqueo o una mezcla de ésta y arena natural. En este último caso el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá señalar el porcentaje máximo de arena natural a emplear en la mezcla.

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Calidad

El árido fino procedente de machaqueo se obtendrá de material cuyo coeficiente de desgaste Los Angeles cumpla las condiciones exigidas para el árido grueso.

Adhesividad

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique otra cosa, se admitirá que la adhesividad, medida de acuerdo con la Norma NLT-355/74, es suficiente cuando el índice de adhesividad de dicho ensayo sea superior a cuatro (4) o cuando, en la mezcla, la pérdida de resistencia en el ensayo de inmersión-compresión, realizado de acuerdo con la Norma NLT-162/75, no pase del veinticinco por ciento (25 %).

Si la adhesividad no es suficiente, no se podrá utilizar el árido, salvo que el Director autorice el empleo de un aditivo adecuado, definiendo las condiciones de su utilización.

Podrá mejorarse la adhesividad del árido elegido mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director, deberán establecer las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y los productos resultantes.

542.2.2.3 Filler

Definición

Se define como filler la fracción mineral que pasa por el tamiz 0,080 UNE.

Condiciones generales

El filler procederá del machaqueo de los áridos o será de aportación como producto comercial o especialmente preparado para este fin.

Las proporciones del filler procedente de los áridos y comercial de aportación se fijarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. En carreteras con tráfico pesado el filler será totalmente de aportación en capas de rodadura y en capas intermedias, excluido el que quede inevitablemente adherido a los áridos.

Granulometría

La curva granulométrica del filler de recuperación o de aportación estará comprendida dentro de los siguientes límites:

Tamiz UNE	Cernido ponderal acumulado (%)
0,63	100
0,16	90 - 100
0,080	75 - 100

Finura y actividad

La densidad aparente del filler, determinada por medio del ensayo de sedimentación en tolueno según la Norma NLT-176/74, estará comprendida entre cinco décimas de gramo por centímetro cúbico ($0,5 \text{ g/cm}^3$) y ocho décimas de gramo por centímetro cúbico ($0,8 \text{ g/cm}^3$).

El coeficiente de emulsibilidad, determinado según la Norma NLT-180/74, será inferior a seis décimas (0,6).

542.2.2.4 Plasticidad de la mezcla de áridos en frío

La mezcla de los áridos en frío en las proporciones establecidas, y antes de la entrada en el secador, tendrá un equivalente de arena, determinado según la Norma NLT-113/72, superior a cuarenta (40) para capas de base, o superior a cuarenta y cinco (45) para capas intermedias o de rodadura.

542.3 TIPO Y COMPOSICION DE LA MEZCLA

El tipo y características de la mezcla bituminosa en caliente serán los definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La mezcla bituminosa será, en general, de uno de los tipos definidos en la Tabla 542.1.

El tamaño máximo del árido, y por tanto el tipo de mezcla a emplear, dependerá del espesor de la capa compactada, el cual, salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, cumplirá lo indicado en la Tabla 542.2.

Para tráfico pesado, salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se utilizarán mezclas densas D o semidensas S en capas de rodadura, mezclas densas D, semidensas S o gruesas G en capas intermedias, y gruesas G en capas de base.

La relación ponderal mínima entre los contenidos de filler y betún de la mezcla bituminosa, se fijará en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

TABLA 542.1
TIPOS DE MEZCLAS

CEDAZOS Y TAMICES UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)											
	Mezclas densas			Mezclas semidensas			Mezclas gruesas			Mezclas abiertas		
	D 12	D 20	D 25	S 12	S 20	S 25	G 12	G 20	G 25	A 12	A 20	A 25
40			100			100			100			100
25		100	80-95		100	80-95		100	75-95		100	65-90
20	100	80-95	75-90	100	80-95	75-88	100	75-95	65-85	100	65-90	55-80
12,5	80-95	65-80	62-77	80-95	65-80	60-75	75-95	55-75	47-67	65-90	45-70	30-55
10	72-87	60-75	57-72	71-86	60-75	55-70	62-82	47-67	40-60	50-75	35-60	23-48
5	50-65	47-62	45-60	47-62	43-58	40-55	30-48	28-46	26-44	20-40	15-35	10-30
2,5		35-50			30-45			20-35			5-20	
0,63		18-30			15-25			8-20				
0,32		13-23			10-18			5-14				
0,16		7-15			6-13			3-9				
0,080		4-8			3-7			2-5			2-4	
% ligante bituminoso en peso respecto al árido (*)		4,0-6,0			3,5-5,5			3,0-5,0			2,5-4,5	

(*) El contenido óptimo de ligante bituminoso se determinará mediante ensayos de laboratorio.

TABLA 542.2

ESPESOR EN CM DE LA CAPA COMPACTADA	TIPOS DE MEZCLAS A EMPLEAR
Menor o igual que 4	D, S, G, A 12
Entre 4 y 6	D, S, G, A 20
Mayor que 6	D, S, G, A 25

542.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS

542.4.1 Instalación de fabricación

Las mezclas bituminosas en caliente se fabricarán por medio de instalaciones de tipo continuo o discontinuo, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de áridos que exija la fórmula de trabajo adoptada. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares señalará la producción horaria mínima en función de las características de la obra.

Los silos de áridos en frío deberán estar provistos de dispositivos de salida, que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier ajuste. El número mínimo de silos será función del número de fracciones de árido a emplear.

La instalación estará dotada de un secador que permita el secado correcto de los áridos y su calentamiento a la temperatura adecuada para la fabricación de la mezcla.

La instalación estará dotada asimismo de un sistema de clasificación de los áridos en caliente, de capacidad adecuada a la producción del mezclador, en un número de fracciones no inferior a tres (3), salvo autorización del Director, y de silos de almacenamiento de las mismas, cuyas paredes serán resistentes, estancas y de altura suficiente para evitar intercontaminaciones. Dichos silos en caliente estarán dotados de un rebosadero, para evitar que el exceso de contenido se vierta en los contiguos o afecte al funcionamiento del sistema de clasificación; de un dispositivo de alarma, claramente perceptible por el operador, que avise cuando el nivel del silo baje del que proporcione el caudal calibrado, y de un dispositivo para la toma de muestras de las fracciones almacenadas. El sistema de cierre será rápido y estanco.

La instalación deberá estar provista de indicadores de la temperatura de los áridos, situados en los silos de árido caliente y a la salida del secador.

El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del ligante deberá poder permitir su calentamiento a la temperatura de empleo y la recirculación de éste. En la calefacción del ligante se emplearán, preferentemente, serpentines de aceite o vapor, evitándose en todo caso el contacto del ligante con elementos metálicos de la caldera a temperatura muy superior a la de empleo. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc, deberán estar provistos de dispositivos calefactores o aislamientos, para evitar pérdidas de temperatura. La descarga de retorno del ligante a los tanques de almacenamiento será siempre sumergida. Se dispondrán termómetros en lugares convenientes, para asegurar el control de la temperatura del ligante, especialmente en la boca de salida de éste al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de una toma para el muestreo y comprobación del calibrado del dispositivo de dosificación.

En el caso de que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación exacta de los mismos.

La instalación estará dotada de sistemas independientes de almacenamiento y alimentación del filler de recuperación y de adición, los cuales deberán estar protegidos de la humedad.

Las instalaciones de tipo discontinuo deberán estar provistas de dispositivos de dosificación por peso, cuya exactitud sea superior al medio por ciento ($\pm 0,5\%$). Los dispositivos de dosificación del filler y ligante tendrán, como mínimo, una sensibilidad de medio kilogramo (0,5 kg). El ligante deberá ser distribuido uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no deberán permitir fugas ni goteos.

En las instalaciones de tipo continuo, los silos de áridos clasificados calientes deberán estar provistos de dispositivos de salida, que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier ajuste. Estos dispositivos deberán ser calibrados antes de iniciar la fabricación de un tipo de mezcla, en condiciones reales de funcionamiento.

El dosificador del ligante deberá estar sincronizado con los de alimentación de áridos y filler, y deberá disponer de dispositivos para su calibrado a la temperatura y/o presión de trabajo, así como para la toma de muestras.

El mezclador en las instalaciones de tipo continuo será de ejes gemelos.

Podrán utilizarse otros tipos de instalaciones de diferente concepción siempre que sean aprobados por el Director, previos los ensayos que demuestren la bondad de la mezcla con ellos fabricada.

542.4.2 Elementos de transporte

Consistirán en camiones de caja lisa y estanca, perfectamente limpia, y que deberá tratarse con un producto para evitar que la mezcla se adhiera a ella, cuya composición y dotación deberán haber sido aprobadas por el Director.

La forma de la caja será tal que durante el vertido en la extendedora no toque a la misma.

Los camiones deberán estar provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla caliente durante su transporte.

542.4.3 Extendedoras

Las extendedoras serán autopropulsadas, dotadas de los dispositivos necesarios para extender la mezcla con la configuración deseada y un mínimo de precompactación.

El ancho de extendido mínimo y máximo se fijará en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La capacidad de la tolva será la adecuada para el tamaño de la máquina, así como la potencia de tracción.

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

Si a la extendedora pueden acoplarse piezas para aumentar su ancho, éstas deberán quedar perfectamente alineadas con las correspondientes de la máquina.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director, podrá exigir que la extendedora esté equipada de dispositivo automático de nivelación.

542.4.4 Equipo de compactación

Deberán utilizarse compactadores autopropulsados de cilindros metálicos, estáticos o vibrantes, triciclos o tándem, de neumáticos o mixtos. El equipo de compactación será aprobado por el Director, a la vista de los resultados obtenidos en el tramo de prueba.

Todos los tipos de compactadores estarán dotados de dispositivos para la limpieza de las llantas o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario, así como de inversores de marcha suaves.

Los compactadores de llanta metálica no deberán presentar surcos ni irregularidades en las mismas. Los compactadores vibrantes dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras, y, en caso necesario, faldones de lona protectores contra el enfriamiento de los neumáticos.

Las presiones lineales, estáticas o dinámicas, y las presiones de contacto de los diversos tipos de compactadores, serán las necesarias para conseguir la compacidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, pero sin producir roturas del árido ni arrollamientos de la mezcla a las temperaturas de compactación.

542.5 EJECUCION DE LAS OBRAS

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

La ejecución de la mezcla no deberá iniciarse hasta que se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo.

Dicha fórmula señalará:

- La granulometría de los áridos combinados, por los cedazos y tamices: 40; 25; 20; 12,5; 10; 5; 2,5; 0,63; 0,32; 0,16; y 0,080 UNE.
- El tanto por ciento (%), en peso del total de la mezcla de áridos, de ligante bituminoso a emplear.

También deberán señalarse:

- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante.
- Las temperaturas máxima y mínima de la mezcla al salir del mezclador.
- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga de los elementos de transporte.
- La temperatura mínima de la mezcla al iniciarse la compactación.

También deberán señalarse, para el caso en que la fabricación de la mezcla se realice en instalaciones de tipo discontinuo, los tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante; y para el caso en que la fabricación de la mezcla se realice en instalaciones de tipo continuo, el tiempo teórico de mezcla.

El contenido de ligante en las mezclas abiertas, tipo A, deberá fijarse a la vista de los materiales a emplear, basándose principalmente en la experiencia obtenida en casos análogos, en la superficie específica del árido, o por medio del ensayo del equivalente centrífugo de keroseno, según la Norma NLT-169/72.

El contenido de ligante de las mezclas densas, semidensas y gruesas, tipos D, S y G, se dosificará, salvo justificación en contrario, siguiendo el método Marshall de acuerdo con los criterios indicados en la Tabla 542.3 y la Norma NLT-159/75.

TABLA 542.3
CRITERIOS DE PROYECTO DE MEZCLAS POR EL METODO MARSHALL
(NLT-159/75)

CARACTERISTICAS	UNIDAD	T R A F I C O					
		PESADO		MEDIO		LIGERO	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Número de golpes en cada cara		75		75		50	
Estabilidad	kgf	1.000 *		750		500	
Deformación	mm	2	3,5	2	3,5	2	4
Huecos en mezcla	%						
Capas de rodadura		3 **	5	3	5	3	5
Capa intermedia		3 **	6	3	8	3	8
Capa de base		3	8	3	8	3	8
Huecos en áridos	%						
Mezclas D. S. G. 12		15		15		15	
Mezclas D. S. G. 20		14		14		14	
Mezclas D. S. G. 25		13		13		13	

(*) En el caso de capas de base este valor será 750 kgf.

(**) Valor mínimo deseable, 4 %.

Las tolerancias admisibles, respecto de la fórmula de trabajo, serán las siguientes:

Aridos y filler

Tamices superiores al 2,5 UNE	± 4 % del peso total de áridos
Tamices comprendidos entre 2,5 UNE y 0,16 UNE, ambos inclusive	± 3 % del peso total de áridos
Tamiz 0,080 UNE	± 1 % del peso total de áridos

Ligante

Ligante	± 0,3 % del peso total de áridos
---------------	----------------------------------

Cuando el resultado de un ensayo de control sobrepase las tolerancias, se intensificará el control para constatar el resultado o rectificarlo. En el primer caso, si existe una desviación sistemática, se procederá a reajustar la dosificación de los materiales para encajar la producción dentro de la fórmula de trabajo.

Debe prestarse especial atención al plan general de control de calidad y al de toma de muestras para evitar errores sistemáticos que falsearían los resultados de control.

Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director podrá corregir la fórmula de trabajo, con objeto de mejorar la calidad de la mezcla bituminosa, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

542.5.2 Fabricación de la mezcla

Los áridos se suministrarán fraccionados. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible, con la instalación que se utilice, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, si se observan las precauciones que se detallan a continuación.

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 los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos. 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.

Cuando se detecten anomalías en el suministro de los áridos, se acopiarán por separado, hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un árido.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director, fijará el volumen mínimo de acopios exigibles, de acuerdo con las características de la obra y el volumen de mezclas a fabricar.

La carga de los silos en frío se realizará de forma que éstos estén siempre llenos entre el cincuenta por ciento (50 %) y el cien por ciento (100 %) de su capacidad, sin rebozar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones.

Las aberturas de las salidas de los silos se regularán de forma que la mezcla de todos los áridos se ajuste a la fórmula de obra de la alimentación en frío. El caudal total de esta mezcla de áridos en frío se regulará de acuerdo con la producción prevista, no debiendo ser ni superior ni inferior, lo que permitirá mantener el nivel de llenado de los silos en caliente a la altura de calibrado.

Los áridos se calentarán antes de su mezcla con el ligante bituminoso. El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, indicada por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea. Si el polvo recogido en los colectores cumple las condiciones exigidas al filler, y está prevista su utilización en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se podrá introducir en la mezcla; en caso contrario deberá eliminarse. El tiro de aire en el secador deberá regularse de forma adecuada, para que la cantidad y la granulometría del filler recuperado sean uniformes. La dosificación del filler de recuperación y/o el de aportación se hará de forma independiente de los áridos y entre sí.

Deberá comprobarse que la unidad clasificadora en caliente proporciona a los silos en caliente áridos homogéneos; en caso contrario, se tomarán las medidas oportunas para corregir la heterogeneidad. Los silos en caliente de las plantas continuas deberán mantenerse por encima de su nivel mínimo de calibrado, sin rebosar.

Los áridos preparados como se ha indicado anteriormente, y eventualmente el filler seco, se pesarán o medirán exactamente y se transportarán al mezclador en las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo.

Si la instalación de fabricación de la mezcla es de tipo continuo, se introducirá en el mezclador, al mismo tiempo, la cantidad de ligante requerida, manteniendo la compuerta de salida a la altura que proporcione el tiempo teórico de mezcla especificado. La tolva de descarga se abrirá intermitentemente para evitar segregaciones en la caída de la mezcla al camión.

Si la instalación es de tipo discontinuo, después de haber introducido en el mezclador los áridos y el filler, se agregará automáticamente el material bituminoso calculado para cada amasijo, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

En ningún caso se introducirá en el mezclador el árido caliente a una temperatura superior en quince grados centígrados (15° C) a la temperatura del ligante.

En mezcladores de ejes gemelos, el volumen de los áridos, del filler y del ligante no será tan grande que sobrepase los extremos de las paletas, cuando éstas se encuentren en posición vertical.

La capacidad del mezclador, la buena envuelta y temperatura adecuada de la mezcla, condicionarán la alimentación en frío y el funcionamiento del secador.

Se rechazarán todas las mezclas heterogéneas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma, o las que presenten indicios de humedad. En este último caso, se retirarán los áridos de los correspondientes silos en caliente. También se rechazarán aquellas en que la envuelta no sea perfecta.

En el caso de que se utilicen procedimientos de fabricación especiales, el Director deberá aprobar previamente las normas y especificaciones correspondientes.

542.5.3 Transporte de la mezcla

La mezcla se transportará al lugar de empleo en camiones, de modo que, en el momento de descargar aquélla en la extendedora, su temperatura no sea inferior a la especificada en el estudio de la mezcla. En condiciones meteorológicas adversas, o cuando exista riesgo de un enfriamiento excesivo de la mezcla, ésta deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados.

542.5.4 Preparación de la superficie existente

La mezcla no se extenderá hasta que no se haya comprobado que la superficie sobre la que se ha de asentar tiene la densidad debida y las rasantes indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Pliego.

Si en dicha superficie existen irregularidades que excedan de las mencionadas tolerancias, se corregirán de acuerdo con lo previsto en la unidad de obra correspondiente de este Pliego.

Si la extensión de la mezcla requiere la previa ejecución de riegos de imprimación o de adherencia, éstos se realizarán de acuerdo con los capítulos correspondientes del presente Pliego.

Se comprobará que ha transcurrido el plazo de curado de estos riegos, no debiendo quedar vestigios de fluidificante o agua en la superficie; asimismo, si ha transcurrido mucho tiempo desde la aplicación de los riegos, se comprobará que la capacidad de unión de éstos con la mezcla no haya disminuido en forma perjudicial; en caso contrario, el Director podrá ordenar la ejecución de un riego adicional de adherencia.

542.5.5 Extensión de la mezcla

La extendedora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida quede lisa y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la sección transversal, rasante y perfiles indicados en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Artículo. A menos que se ordene otra cosa, la colocación comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas a pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones con pendiente en un solo sentido. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales, y para conseguir la mayor continuidad de la operación de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades de tráfico, las características de la extendedora y la producción de la planta.

Cuando sea posible, se realizará la extensión en todo el ancho a pavimentar, trabajando si es necesario con dos o más extendedoras ligeramente desfasadas. En caso contrario, después de haber extendido y compactado la primera franja, se extenderá la segunda y siguientes y se ampliará la zona de compactación para que incluya quince centímetros (15 cm) de la primera franja. Las franjas sucesivas se colocarán mientras el borde de la franja contigua se encuentre aún caliente y en condiciones de ser compactado fácilmente. De no ser así, se ejecutará una junta longitudinal.

La colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, vigilando que la extendedora deje la superficie a las cotas previstas con objeto de no tener que corregir la capa extendida. En caso de trabajo intermitente se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendedora y debajo de ésta, no baja de la prescrita.

Tras la extendedora deberá disponerse un número suficiente de obreros especializados, añadiendo mezcla caliente y enrasándola, según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en este Artículo.

Donde no resulte factible, a juicio del Director, el empleo de máquinas extendedoras, la mezcla podrá extenderse a mano. La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar, y se distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos calientes, en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los Planos con las tolerancias establecidas.

542.5.6 Compactación de la mezcla

La compactación deberá comenzar a la temperatura más alta posible tan pronto como se observe que la mezcla puede soportar la carga a que se somete sin que se produzcan desplazamientos indebidos.

Una vez compactadas las juntas transversales, las juntas longitudinales y el borde exterior, la compactación se realizará de acuerdo con un plan propuesto por el Contratista y aprobado por el Director de acuerdo con los resultados obtenidos en los tramos de prueba realizados previamente al comienzo de la operación. Los rodillos llevarán su rueda motriz del lado cercano a la extendidora; sus cambios de dirección se harán sobre mezcla ya apisonada, y sus cambios de sentido se efectuarán con suavidad.

La compactación se continuará mientras la mezcla se mantenga caliente y en condiciones de ser compactada, hasta que se alcance la densidad especificada. Esta compactación irá seguida de un apisonado final, que borre las huellas dejadas por los compactadores precedentes. En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación normales, la compactación se efectuará mediante máquinas de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretende realizar.

La compactación deberá realizarse de manera continua durante la jornada de trabajo, y se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las irregularidades que se puedan presentar. Se cuidará de que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si es preciso, húmedos.

La densidad a obtener vendrá fijada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y, en todo caso, deberá ser por lo menos el noventa y siete por ciento (97 %) de la obtenida aplicando a la fórmula de trabajo la compactación prevista en el método Marshall, según la Norma NLT-159/75, o, en su defecto, la que indique el Director, debidamente justificada basándose en los resultados conseguidos en los tramos de prueba.

542.5.7 Juntas transversales y longitudinales

Las juntas presentarán la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa. Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, deberán cuidarse especialmente, a fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad se aplicará una capa uniforme y ligera de ligante de adherencia antes de colocar la mezcla nueva, dejándolo curar suficientemente.

Excepto en el caso que se utilicen juntas especiales, el borde de la capa extendida con anterioridad se cortará verticalmente, con objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, que se pintará como se ha indicado en el párrafo anterior. La nueva mezcla se extenderá contra la junta y se compactará y alisará con elementos adecuados, calientes, antes de permitir el paso sobre ella del equipo de compactación. Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente.

Cuando los bordes de las juntas longitudinales sean irregulares, presenten huecos, o estén deficientemente compactados, deberán cortarse para dejar al descubierto una superficie lisa y vertical en todo el espesor de la capa. Donde se considere necesario, se añadirá mezcla, que, después de colocada y compactada con pisonos calientes, se compactará mecánicamente.

Se procurará que las juntas transversales de capas superpuestas queden a un mínimo de cinco metros (5 m) una de otra, y que las longitudinales queden a un mínimo de quince centímetros (15 cm) una de otra.

542.6 TRAMOS DE PRUEBA

Al iniciarse los trabajos, el Contratista de las obras construirá una o varias secciones de ensayo, del ancho y longitud adecuados, de acuerdo con las condiciones establecidas anteriormente, y en ellas se probará el equipo y el plan de compactación.

Se tomarán muestras de la mezcla y se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, granulometría, contenido de ligante y demás requisitos. En el caso de que los ensayos indicasen que la mezcla no se ajusta a dichas condiciones, deberán hacerse inmediatamente las necesarias correcciones en la instalación de fabricación y sistemas de extensión y compactación o, si ello es necesario, se modificará la fórmula de trabajo, repitiendo la ejecución de las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones.

542.7 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA

En el caso de carreteras de nueva construcción, dispuestos clavos de referencia, nivelados hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por la cabeza de dichos clavos.

La superficie acabada no diferirá de la teórica en más de diez milímetros (10 mm) en las capas de rodadura, o quince milímetros (15 mm) en el resto de las capas

La superficie acabada no presentará irregularidades de más de cinco milímetros (5 mm) en las capas de rodadura, u ocho milímetros (8 mm) en el resto de las capas, cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la zona pavimentada.

Las zonas en las que las irregularidades excedan de las tolerancias antedichas, o que retengan agua sobre la superficie, o en las que el espesor no alcance al noventa por ciento (90%) del previsto en los Planos, deberán corregirse, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director.

En el caso de refuerzo de firmes, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director, fijará las tolerancias sobre las anteriores prescripciones, teniendo en cuenta el estado de la carretera antigua y el objeto e importancia del trabajo ejecutado.

En todo caso, la superficie de la capa deberá presentar una textura uniforme, exenta de segregaciones y con la pendiente adecuada.

542.8 LIMITACIONES DE LA EJECUCION

La fabricación y extensión de mezclas bituminosas en caliente se efectuará cuando las condiciones climatológicas sean adecuadas. Salvo autorización expresa del Director, no se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea inferior a cinco grados centígrados (5° C), con tendencia a disminuir, o se produzcan precipitaciones atmosféricas. Con viento intenso, el Director podrá aumentar el valor mínimo antes citado de la temperatura ambiente, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.

En caso necesario, se podrá trabajar en condiciones climatológicas desfavorables, siempre que lo autorice el Director, y se cumplan las precauciones que ordene en cuanto a temperatura de la mezcla, protección durante el transporte y aumento del equipo de compactación para realizar un apisonado inmediato y rápido.

Terminada la compactación y alcanzada la densidad adecuada, podrá darse al tráfico la zona ejecutada, tan pronto como haya alcanzado la capa la temperatura ambiente.

542.9 MEDICION Y ABONO

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, y, por tanto, no habrá lugar a su abono por separado. Sin embargo, cuando dicha construcción no se haya realizado bajo el mismo Contrato, la preparación de la superficie existente se abonará por metros cuadrados (m²) realmente preparados, medidos en el terreno.

El ligante bituminoso empleado en la fabricación de mezclas bituminosas en caliente, se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, deduciendo la dotación mediante ensayos de extracción realizados diariamente, o por pesada directa en báscula debidamente contrastada.

La fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas en caliente se abonará por toneladas (t) realmente fabricadas y puestas en obra, deducidas de las secciones tipo señaladas en los Planos, y de las densidades medias de las probetas extraídas en obra.

El abono de los áridos, filler de recuperación y eventuales adiciones, empleadas en la fabricación de las mezclas bituminosas en caliente, se considerará incluido en el de la fabricación y puesta en obra de las mismas, a no ser que en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se especifique otra cosa.

El filler de aportación se abonará por toneladas (t) realmente empleadas.