

534 MACADAM BITUMINOSO POR PENETRACION CON LIGANTES FLUIDOS

534.1 DEFINICION

Se define como macadam bituminoso por penetración con ligantes fluidos la doble aplicación de un ligante bituminoso fluido sobre una capa compactada de árido grueso de granulometría relativamente uniforme, cuyos huecos superficiales se rellenan con árido fino antes de la segunda aplicación del ligante. El ligante se introduce en los áridos por gravedad; el tratamiento se termina mediante la extensión y compactación de una segunda capa con otro árido más fino.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie existente.
- Extensión y compactación del árido grueso.
- Primera aplicación de ligante bituminoso.
- Primera extensión y compactación del árido fino.
- Segunda aplicación de ligante bituminoso.
- Segunda extensión y compactación del árido fino.

534.2 MATERIALES

534.2.1 Ligante bituminoso

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

BQ30, BQ38. Ver Artículo 210, «Alquitranes para carreteras».

RC1, RC2. Ver Artículo 212, «Betunes asfálticos fluidificados».

EAR1, EAR2, ECR1, ECR2. Ver Artículo 213, «Emulsiones asfálticas».

534.2.2 Aridos

534.2.2.1 Condiciones generales

Los áridos a emplear en macadam bituminoso por penetración procederán del machaqueo y trituración de piedra de cantera o 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.

Los áridos se compondrán de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas. Si el ligante empleado es una emulsión asfáltica y los áridos contienen polvo, se regarán con agua, en acopio o sobre camión, previamente a su utilización.

En el momento de su extensión, el árido no deberá contener más de un dos por ciento (2 %) de agua libre; este límite podrá elevarse al cuatro por ciento (4 %) si se emplea emulsión asfáltica.

534.2.2.2 Composición granulométrica

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el huso, entre los de la Tabla 534.1, a que deberá ajustarse la curva granulométrica del árido grueso. Para la primera y segunda aplicaciones del árido fino se utilizarán áridos cuyas curvas granulométricas queden comprendidas dentro de los husos M22 y M23 de la Tabla 534.2, respectivamente.

TABLA 534.1
HUSOS GRANULOMETRICOS DEL ARIDO GRUESO

CEDAZO Y TAMIZ UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)			
	M 11	M 12	M 13	M 14
63	100			
50	70-90	100		
40	50-70	65-85	100	
25	25-45	35-55	55-75	100
20	15-35	15-35	35-55	60-80
12,5	0-15	0-15	10-30	20-40
10	—	—	0-15	—
5	0-5	0-5	—	0-10
2,5	—	—	0-5	—
1,25	—	—	—	0-5

TABLA 534.2
HUSOS GRANULOMETRICOS DEL ARIDO FINO

CEDAZO Y TAMIZ UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)	
	M 22	M 23
20	100	
12,5	90-100	
10	40-75	100
5	5-25	85-100
2,5	0-10	10-40
1,25	0-5	0-10
0,32	—	0-5

534.2.2.3 Calidad

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Angeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a treinta y cinco (35).

534.2.2.4 Adhesividad

La adhesividad con los ligantes bituminosos será suficiente, a juicio del Director de las obras.

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique lo contrario, se estimará que la adhesividad es suficiente cuando el porcentaje ponderal del árido totalmente envuelto, después del ensayo de inmersión en agua, según la Norma NLT-166/73, sea superior al setenta y cinco por ciento (75 %), siempre que, en el veinticinco por ciento (25 %) restante, no haya más del quince por ciento (15 %) del total que presente caras totalmente descubiertas.

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

534.3 DOSIFICACION DE LOS MATERIALES

La dosificación de los materiales a utilizar será la definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. No obstante, el Director podrá modificar tal dosificación, cuando las circunstancias de la obra lo aconsejen, y se justifique debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

Salvo justificación en contrario, la dosificación de los materiales estará comprendida entre los límites que se marcan en la Tabla 534.3.

Los pesos del árido que figuran en la Tabla 534.3 están basados en áridos con peso específico de dos con sesenta y cinco gramos por centímetro cúbico ($2,65 \text{ g/cm}^3$) y densidades compactadas de dos con diez a uno con noventa gramos por centímetro cúbico ($2,10-1,90 \text{ g/cm}^3$). Si se emplean áridos cuyos pesos específicos difieran en más de una décima de gramo por centímetro cúbico ($\pm 0,1 \text{ g/cm}^3$) habrá que multiplicar los pesos por el factor obtenido al dividir el peso específico del árido por el tomado como base del cálculo de la Tabla ($2,65 \text{ g/cm}^3$).

TABLA 534.3

ESPESOR DE LA CAPA COMPACTADA		cm	10	7,5	5	3,5
ARIDO GRUESO	Tipo		M 11	M 12	M 13	M 14
	kg/m ²		190-230	145-175	95-115	70-85
ARIDO FINO	1° EXTENSION	Tipo	M 22	M 22	M 22	M 22
		kg/m ²	10-12	10-12	10-12	10-12
	2° EXTENSION	Tipo	M 23	M 23	M 23	M 23
		kg/m ²	5-7	5-7	5-7	5-7
LIGANTE BITUMINOSO	1° APLICACION	kg/m ²	7-8	4,5-5,5	3-4	2,5-3,5
	2° APLICACION	kg/m ²	5,5-7	5,5-7	3,5-4,5	2,0-3,0
TOTAL		kg/m ²	12,5-15	10-12,5	6,5-8,5	4,5-6,5

534.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS

534.4.1 Equipo para la aplicación del ligante

Irá montado sobre neumáticos; y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente; y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante.

El equipo estará provisto de un velocímetro, calibrado en metros por segundo (m/s), directamente visible por el conductor, a fin de que éste pueda mantener la velocidad constante necesaria para conseguir una dotación longitudinalmente uniforme.

Para puntos inaccesibles al equipo, y retoques, se empleará una caldera regadora portátil, provista de una lanza de mano; que, si el ligante empleado hace necesario el calentamiento, deberá estar dotada de un sistema de calefacción por quemador de combustible líquido.

En ambos casos, la bomba de impulsión del ligante deberá ser accionada por motor y estar provista de un indicador de presión, calibrado en kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (kgf/cm²). También deberá estar provisto el equipo de un termómetro para el ligante, calibrado en grados centígrados (°C), cuyo elemento sensible no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calentador.

534.4.2 Equipo para la extensión de los áridos

Se utilizarán extendedoras mecánicas incorporadas a un camión o autopropulsadas.

Las rastras de cepillos estarán proyectadas de tal modo que, cuando se las remolque a velocidad uniforme, distribuyan el árido fino uniformemente sobre la superficie sin dejar ondulaciones ni estrías longitudinales.

534.4.3 Equipo de compactación

Los elementos compactadores que se empleen deberán tener un peso superior a cinco toneladas (5 t). Si tienen llanta metálica, su peso no deberá producir el machaqueo de los áridos, y deberán estar provistos de dispositivos para mantener los rodillos limpios y húmedos durante la compactación.

534.5 EJECUCION DE LAS OBRAS

534.5.1 Preparación de la superficie existente

Se comprobará que la superficie sobre la que se va a efectuar el macadam bituminoso cumple las condiciones de calidad y compactación especificadas para la unidad de obra correspondiente, y no se halla reblandecida por un exceso de humedad. En caso contrario, antes de que el Director pueda autorizar la iniciación de la extensión del árido grueso, deberá ser corregida, de acuerdo con el presente Pliego y el de Prescripciones Técnicas Particulares.

534.5.2 Extensión y compactación del árido grueso

La extensión del árido grueso elegido se realizará de manera uniforme, con la dotación aprobada por el Director, tomando las precauciones necesarias para evitar su segregación o contaminación.

Inmediatamente después de la extensión del árido, se procederá a su compactación. Esta se ejecutará longitudinalmente, comenzando por el borde exterior y progresando hacia el centro; solapándose cada recorrido con el anterior, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director, a la vista del equipo de compactación empleado. La compactación se continuará hasta que el árido grueso haya quedado perfectamente trabado.

En los lugares inaccesibles para los equipos normales, la compactación se efectuará mediante pisones mecánicos u otros medios aprobados, hasta lograr resultados análogos a los obtenidos por los procedimientos normales.

Todo el material que se haya mezclado con polvo u otra materia extraña deberá reemplazarse por material limpio, volviéndose a compactar la zona afectada.

534.5.3 Primera aplicación del ligante

La primera aplicación del ligante elegido se hará con la dotación y a la temperatura aprobadas por el Director, de manera uniforme, y evitando la duplicación de la dotación en las juntas de trabajo transversales. Para ello se colocarán tiras de papel, u otro material, bajo los difusores, en aquellas zonas de la superficie donde comience o se interrumpa el trabajo, con objeto de que el riego pueda iniciarse o terminarse sobre ellas, y los difusores funcionen con normalidad sobre la zona a tratar.

La temperatura de aplicación del ligante será tal, que su viscosidad esté comprendida entre veinte y cien segundos Saybolt Furol (20-100 sSF).

Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos constructivos o accesorios, tales como bordillos, vallas, árboles, etc, puedan sufrir este efecto.

534.5.4 Primera extensión y compactación de árido fino

La primera extensión de árido fino se realizará de manera uniforme, con la dotación aprobada por el Director, no dejando transcurrir más de cinco minutos (5 min) desde la aplicación del ligante bituminoso, mejorando su reparto mediante la acción de rastras de cepillos. La distribución del árido se efectuará de manera que se evite el contacto de las ruedas con el ligante sin cubrir.

Cuando la aplicación del ligante se realice por franjas, el árido se extenderá de forma que quede sin cubrir una banda de unos veinte centímetros (20 cm) de la zona tratada, junto a la superficie que todavía no lo haya sido, con objeto de que en dicha banda se complete la dotación de ligante prevista al efectuar su aplicación en la franja adyacente.

Inmediatamente después de la extensión del árido fino se procederá a su compactación, que se simultaneará con el paso de rastras de cepillos distribuidores, comenzando por el borde exterior y progresando hacia el centro, solapándose cada recorrido con el anterior, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director, a la vista del equipo de compactación empleado. La compactación se continuará hasta obtener una superficie lisa y estable, sin que se produzcan movimientos perceptibles bajo el compactador, debiendo quedar terminada antes de media hora (1/2 h) de iniciada la extensión.

534.5.5 Segunda aplicación del ligante

La segunda aplicación del ligante elegido se realizará, con la dotación y a la temperatura aprobadas por el Director, de la misma forma que la primera, anteriormente descrita.

534.5.6 Segunda extensión y compactación de árido fino

La segunda extensión y compactación de árido fino se realizará, con la dotación aprobada por el Director, de la misma forma que la primera, anteriormente descrita.

Deberá eliminarse todo el exceso de árido que haya quedado suelto sobre la superficie.

534.6 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA

Dispuestas estacas de referencia, niveladas 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 las cabezas de dichas estacas.

La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de quince milímetros (15 mm) en ningún punto.

La superficie acabada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera.

Las zonas en que las irregularidades excedan de las tolerancias antedichas o que tengan agua sobre la superficie, se reconstruirán, de acuerdo con las instrucciones del Director, a no ser que éste autorice que se disponga una capa de regularización adecuada.

534.7 LIMITACIONES DE LA EJECUCION

La aplicación del ligante bituminoso fluido tendrá lugar cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los diez grados centígrados (10° C), y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. No obstante, si la temperatura ambiente tiene tendencia a aumentar, podrá fijarse en cinco grados centígrados (5° C) la temperatura límite inferior.

Siempre que sea posible, deberá evitarse la acción de todo tipo de tráfico sobre las capas recién ejecutadas, por lo menos durante las veinticuatro horas (24 h) que sigan a su terminación. Si ello no es factible, la velocidad de los vehículos deberá reducirse a treinta kilómetros por hora (30 km/h).

534.8 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 haya sido realizada bajo el mismo Contrato, la preparación de la superficie existente constituirá una unidad independiente del macadam bituminoso.

El ligante bituminoso, incluida su extensión, se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo por pesada directa en báscula debidamente contrastada. Si la deducción tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados (25° C), por medio de las tablas de corrección correspondientes a su naturaleza.

Los áridos, incluida su extensión y compactación, se abonarán por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo por pesada directa en báscula debidamente contrastada.