

ARTÍCULO 451 - 07

MEZCLA ABIERTA EN CALIENTE

451.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y compactación de una capa de mezcla asfáltica de tipo abierto, preparada y colocada en caliente, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o determinados por el Interventor.

451.2 MATERIALES

451.2.1 Agregados pétreos

Los agregados pétreos para la elaboración de una mezcla abierta en caliente deberán cumplir los requisitos de calidad establecidos para ellos en el numeral 400.2.1 del Artículo 400.

Los agregados pétreos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración fisico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que presumiblemente se puedan dar en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del pavimento, o contaminar corrientes de agua.

El Constructor, como responsable de los materiales que suministre para la ejecución de los trabajos, deberá realizar todos los ensayos necesarios para establecer la calidad e inalterabilidad de los agregados por utilizar, independiente y complementariamente de los que taxativamente se exigen en estas especificaciones. Los agregados pétreos para la ejecución de la mezcla abierta en caliente deberán poseer una naturaleza tal, que al aplicárseles una película de cemento asfáltico, ésta no se desprenda por la acción del agua. Sólo se podrá admitir el empleo de agregados con características hidrófilas, si se añade algún aditivo de comprobada eficacia para proporcionar una adhesividad satisfactoria con el asfalto en los términos que establece la Tabla 400.1 Los agregados se deberán ajustar a alguna de las gradaciones indicadas en la Tabla 451.1.

Tabla 451.1
Franjas granulométricas para mezclas abiertas en caliente

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA		
NORMAL	ALTERNO	MAC-1	MAC-2	MAC-3
75 mm	3"	100	-	-
63 mm	2 1/2"	95-100	100	-
50 mm	2"	-	-	100
37.5 mm	1 1/2"	30-70	35-70	75-90
19.0 mm	3/4"	3-20	5-20	50-70
9.5 mm	3/8"	0-5	-	-
4.75 mm	No.4	-	-	8-20
2.36 mm	No.8	-	0-5	-
150 µm	No.100	-	-	0-5

Salvo que los estudios del proyecto indiquen lo contrario, se empleará la gradación tipo MAC-3.

451.2.2 Material bituminoso

Será cemento asfáltico de penetración 60-70, que cumpla los requisitos de calidad indicados en la Tabla 400.3.

451.2.3 Aditivos mejoradores de adherencia entre los agregados y el asfalto

Cuando se requieran, se deberán ajustar a lo descrito en el numeral 400.2.7 del Artículo 400 y en el Artículo 412 de las presentes especificaciones. La dosificación y dispersión homogénea del aditivo, deberán tener la aprobación del Interventor.

451.3 EQUIPO

Al respecto, rigen las condiciones generales expuestas en el numeral 400.3 del Artículo 400.

En relación con los equipos necesarios para la elaboración, extensión y compactación de la mezcla abierta en caliente, resulta aplicable la totalidad de lo descrito en el numeral 450.3 del Artículo 450 de las presentes especificaciones, con las siguientes salvedades:

- La extensión de la mezcla se puede efectuar también con motoniveladora, si así lo aprueba el Interventor.
- El equipo de compactación consistirá tan sólo de rodillos metálicos lisos, preferiblemente entre ocho y diez toneladas (8 t - 10 t) de peso.

451.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

451.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Rige lo indicado en el numeral 400.4.1 del Artículo 400.

451.4.2 Diseño de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

Rige todo lo que resulte pertinente del numeral 400.4.2 del Artículo 400.

Considerando que no existen métodos idóneos para el diseño de estas mezclas, se elegirá un porcentaje preliminar de asfalto con respecto al peso de la mezcla, el cual se ajustará como resultado de las pruebas que se realicen durante la fase de experimentación. Dicho porcentaje suele oscilar entre uno y medio por ciento (1.5%) y tres por ciento (3.0%).

451.4.3 Preparación de la superficie existente

Antes de extender la mezcla, se limpiará y acondicionará debidamente la superficie que la va a recibir, con el fin de que no presente polvo u otros elementos extraños, ni queden fragmentos sueltos del pavimento sobre el cual se colocará la mezcla.

También, se deberán efectuar los bacheos y nivelaciones que, a juicio del Interventor, se requieran para mejorar la estructura y el perfil del pavimento existente.

Si la extensión de la mezcla requiere un riego de liga previo, éste se realizará conforme lo establece el Artículo 421 de estas especificaciones, con una emulsión asfáltica de los tipos CRR-1 o CRR-2 que cumpla los requisitos indicados en la Tabla 400.5 del Artículo 400.

Antes de extender la mezcla, se verificará que haya ocurrido el curado del riego de liga. Si hubiera transcurrido mucho tiempo desde la aplicación de éste, se comprobará que su capacidad de liga con la mezcla no se haya mermado en forma perjudicial; si ello ha sucedido, el Constructor deberá efectuar un riego de liga adicional, en la cuantía que fije el Interventor. Si la pérdida de efectividad del riego previo es imputable al Constructor, el nuevo riego deberá realizarlo a su costa.

En el momento de la extensión de la mezcla, la superficie deberá estar seca.

451.4.4 Fase de experimentación

En relación con la fase de experimentación, rige lo establecido en el numeral 400.4.3 del Artículo 400.

451.4.5 Aprovechamiento de los agregados

Al respecto, se aplica el mismo procedimiento descrito en el numeral 450.4.5 del Artículo 450.

451.4.6 Fabricación de la mezcla asfáltica

Sobre el particular, rige lo descrito en el numeral 450.4.6 del Artículo 450, con excepción de la temperatura de elaboración de la mezcla. La temperatura se definirá durante la fase de experimentación y suele variar entre ciento diez y ciento veinte grados Celsius (110°C - 120°C). El tiempo de mezcla no deberá exceder de treinta (30) segundos.

451.4.7 Transporte de la mezcla

Se emplea el mismo procedimiento descrito en el numeral 450.4.7 del Artículo 450 de estas especificaciones.

451.4.8 Transferencia de la mezcla

Al respecto, tienen aplicación las instrucciones contenidas en el numeral 450.4.8 del Artículo 450.

451.4.9 Extensión de la mezcla

En lo que se refiere a este aspecto, tienen aplicación las instrucciones del numeral 450.4.9 del Artículo 450.

En adición a lo allí indicado, se permitirá la extensión de la mezcla con motoniveladora, en las circunstancias en que el Interventor considere aconsejable el empleo de este procedimiento.

451.4.10 Compactación de la mezcla

La compactación deberá comenzar, una vez extendida la mezcla, empleando rodillos metálicos lisos estáticos que no produzcan fracturación de las partículas del agregado pétreo. El número de pasadas deberá ser el establecido durante la fase de experimentación y será lo suficientemente bajo para prevenir sobrecompactaciones que reduzcan el volumen de aire en la mezcla.

La compactación deberá comenzar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado avanzará del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma fijada por el Interventor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Interventor, y sus cambios de dirección se harán sobre la mezcla ya compactada.

A causa de la aspereza de la mezcla, se deberán evitar al máximo las correcciones mediante procedimientos manuales.

451.4.11 Juntas de trabajo

Al respecto se aplica lo descrito en el numeral 440.4.11 del Artículo 440.

451.4.12 Bacheos

La mezcla abierta en caliente podrá ser utilizada en el relleno de excavaciones, únicamente para la reparación de pavimentos existentes que contengan capas inferiores asfálticas agrietadas y éstas vayan a constituir el fondo de la excavación.

El espesor que se podrá rellenar con mezcla abierta en caliente será el indicado en los documentos del proyecto o el establecido por el Interventor, de acuerdo con las circunstancias de la obra.

451.4.13 Apertura al tránsito

Debido a su bajo contenido de asfalto y a la posibilidad de desintegración bajo la acción de las cargas del tránsito, no se permitirá que la mezcla compactada sea sometida a la circulación de vehículos.

El Constructor deberá tomar las disposiciones necesarias para que se cumpla esta instrucción y organizará su plan de trabajo de manera que la capa superior, de gradación densa, semidensa o gruesa, según lo establezca el proyecto, se construya a la mayor brevedad.

451.4.14 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la extensión y compactación de mezclas abiertas en caliente cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie del pavimento sean inferiores a cinco grados Celsius (5°C) o haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra.

Los trabajos de construcción de la mezcla abierta en caliente se deberán efectuar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el

INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquél. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

451.4.15 Manejo ambiental

Al respecto, rige todo lo que sea aplicable del numeral 400.4.7 del Artículo 400 de estas especificaciones.

451.4.16 Reparaciones

Resulta aplicable lo especificado en el numeral 440.4.17 del Artículo 440.

451.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

451.5.1 Controles

Rige lo descrito en el numeral 400.5.1 del Artículo 400.

451.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

451.5.2.1 Calidad del cemento asfáltico

A la llegada de cada carrotanque con cemento asfáltico para mezcla abierta en caliente al sitio de los trabajos, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación original, expedida por el fabricante del producto, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo de asfalto, así como los resultados de los ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer las condiciones especificadas en el numeral 400.2.2 del Artículo 400 de las presentes especificaciones.

El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de cemento asfáltico que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Además, sobre muestras representativas de cada entrega efectuará las verificaciones exigidas en el numeral 410.5.2 del Artículo 410 de estas especificaciones. En todos los casos, guardará una muestra para ensayos ulteriores de contraste, cuando el Constructor o el fabricante manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en la Tabla 400.3 del Artículo 400 de las presentes especificaciones.

451.5.2.2 Calidad de los agregados pétreos

Deberá aplicarse lo indicado en el numeral 441.5.2.2 del Artículo 441.

451.5.2.3 Composición de la mezcla

A la salida del mezclador o del silo de almacenamiento, sobre cada vehículo de transporte, el Interventor controlará el aspecto de la mezcla y medirá su temperatura. Rechazará todas las mezclas segregadas, carbonizadas o sobrecalentadas, así como las mezclas con espuma, aquellas cuya envuelta no sea homogénea y las que presenten indicios de humedad o de contaminación por combustible. En este último caso y cuando la planta no sea del tipo tambor-mezclador, se deberán retirar los agregados de las correspondientes tolvas en caliente.

Cuantitativamente, el Interventor realizará los siguientes controles:

a. Contenido de asfalto

Rige lo establecido en el inciso “a” del numeral 441.5.2.3 del Artículo 441.

Para efectos del control, se considerará como lote el volumen de material que resulte de aplicar los criterios del numeral 451.5.2.4.

b. Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados, de acuerdo con la norma de ensayo INV E-782.

Para cada ensayo individual, la curva granulométrica deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la gradación de trabajo aprobada por el Interventor, con las tolerancias que se indican en la Tabla 451.2, pero sin permitir que la curva se salga de los límites de la franja.

Tabla 451.2
Tolerancias granulométricas de los agregados para mezclas abiertas en caliente

TAMIZ	TOLERANCIA EN PUNTOS DE % SOBRE EL PESO SECO DE LOS AGREGADOS
4.75 mm (No. 4) y mayores.	± 5%
Menores que 4.75 mm (No. 4)	± 3%

Si la curva granulométrica queda dentro de la franja, pero los valores incumplen los requisitos recién indicados, el Interventor rechazará el lote representado por dicha curva. En subsidio, podrá aceptarlo provisionalmente bajo el compromiso escrito del Constructor de que, a su costa, realizará todas las reparaciones que se requieran a satisfacción del Instituto Nacional de Vías, si en la capa que se colocará sobre la mezcla abierta en caliente se producen, dentro del término del contrato y de la garantía de estabilidad de las obras, reflejos de fallas de capas inferiores, atribuibles a las deficiencias granulométricas de la mezcla abierta en caliente.

451.5.2.4 Calidad del producto terminado

Se considerará como "lote" que se aceptará o rechazará en bloque, la menor área construida que resulte de los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500m) de mezcla abierta en caliente colocada en todo el ancho de la vía.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m²) de mezcla abierta en caliente colocada.
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y se ajustará a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se esté construyendo, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en los planos o determinada por el Interventor. La cota de cualquier punto de la mezcla abierta en caliente compactada, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Además, el Interventor deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

a. Espesor

Las determinaciones de espesor de la capa compactada se realizarán en una proporción de cuando menos cinco (5) por lote. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar de acuerdo con la norma INV E-730, pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro. El espesor promedio de estas medidas (e_m) deberá ser, como mínimo, igual al de diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d$$

Además, el espesor obtenido en cada muestra individual (e_i) deberá ser, cuando menos, igual al ochenta por ciento (80%) del espesor de diseño (e_d), admitiéndose tan sólo una medida por debajo de dicho límite.

$$e_i \geq 0.8 e_d$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del lote. En tal caso, la capa de mezcla abierta en caliente correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y repuesta a satisfacción del Interventor, todo ello a cargo y costa del Constructor.

b. Lisura

La superficie compactada no deberá presentar irregularidades de más de quince milímetros (15 mm), cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja el Interventor, los cuales no deberán estar afectados por cambios de pendiente. Las zonas que presentes deficiencias de este tipo deberán ser reparadas por el Constructor, a su costa, a satisfacción del Interventor.

c. Medidas de deflexión

El Interventor verificará la solidez de la estructura construida al nivel de la capa de mezcla abierta en caliente, realizando medidas de deflexión con la viga Benkelman, de acuerdo con la norma de ensayo INV E-795. Los resultados de las medidas, que se realizarán en tresbolillo cada 20 metros, no constituirán base para aceptación o rechazo de la capa construida, sino que servirán al Instituto Nacional de Vías para verificar la homogeneidad de la estructura que se construye y realizar los ajustes que pudieran resultar necesarios al diseño estructural del pavimento.

Todas las áreas de mezcla abierta en caliente colocada y compactada, donde los defectos de calidad y de terminación excedan las tolerancias indicadas en esta especificación, deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

451.6 MEDIDA

Rige lo descrito en el numeral 400.6.2 del Artículo 400.

451.7 FORMA DE PAGO

Rige lo establecido en el numeral 400.7.2 del Artículo 400.

ÍTEM DE PAGO

451.1 Mezcla abierta en caliente tipo MAC-1	Metro cúbico (m ³)
451.2 Mezcla abierta en caliente tipo MAC-2	Metro cúbico (m ³)
451.3 Mezcla abierta en caliente tipo MAC-3	Metro cúbico (m ³)
451.4 Mezcla abierta en caliente tipo MAC-3 para bacheo	Metro cúbico (m ³)