

SELLO DE ARENA - ASFALTO**ARTÍCULO 432 – 13****432.1 DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en la aplicación de un material bituminoso sobre la superficie de un pavimento existente, seguida por la extensión y compactación de una capa de arena, de acuerdo con lo que establece esta especificación, los documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

432.2 MATERIALES**432.2.1 Agregados pétreos**

Estarán constituidos por agregado fino que cumpla los requisitos generales del Artículo 400, numeral 400.2.1, y las exigencias particulares de calidad establecidas en la Tabla 432 - 1.

Tabla 432 - 1. Requisitos de los agregados para sellos de arena-asfalto

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	NIVEL DE TRÁNSITO	
		NT-1	NT-2
Durabilidad (O)			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, máximo (%)	E-220	18	
Limpieza (F)			
Índice de plasticidad	E-125 y E-126	NP	
Equivalente de arena, mínimo (%) (Nota 1)	E-133	50	
Valor de azul de metileno (si aplica), máximo (Nota 1)	E-235	10	
Geometría de las partículas (F)			
Angularidad de la fracción fina, mínimo (%)	E-239	45 %	
Adhesividad (O)			
Riedel Webber, mínimo	E-774	4	

Nota 1: En caso de que no se cumpla el valor mínimo de equivalente de arena señalado en la Tabla 432 - 1, el agregado se aceptará si el equivalente de arena es superior a 40 y, simultáneamente, el valor de azul de metileno, determinado mediante la norma de ensayo INV E-235, es inferior a diez (10).

Su gradación se deberá encontrar dentro de los límites indicados en la Tabla 432 - 2.

Tabla 432 - 2. Gradación para sellos de arena-asfalto

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)						
	9.5	4.75	2.36	1.15	0.600	0.300	0.150
	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100
% PASA							
SAA - 10	100	95-100	80-100	50-85	25-60	10-30	2-10

432.2.2 Material bituminoso

Será una emulsión catiónica de rotura rápida del tipo CRR-2 o una emulsión de rotura rápida modificada con polímeros del tipo CRR-2m, que cumpla los requisitos de calidad indicados en los Artículos 411 o 415, según corresponda.

432.3 EQUIPO

Se aplica lo que sea pertinente del numeral 400.3 del Artículo 400.

Para la ejecución de sellos de arena-asfalto se requieren, básicamente, equipo para la explotación, elaboración y clasificación de agregados, para la limpieza de la superficie, distribuidor autopropulsado del material bituminoso, esparcidor mecánico de agregado pétreo, compactadores y herramientas menores.

Para la compactación se emplearán rodillos neumáticos de un peso superior a cinco toneladas (5 t), cuya presión de inflado de las llantas deberá tener la aprobación del Interventor. Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y estar dotados de dispositivos para la limpieza de sus llantas durante la compactación, así como inversores de marcha suaves.

432.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

432.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Rige lo establecido en el Artículo 105, numeral 105.13.3.

432.4.2 Dosificación del sello

Las cantidades por aplicar de material bituminoso y arena se definirán en el sitio de los trabajos en función del estado de la superficie por proteger, las condiciones ambientales de la región, la intensidad y magnitud del tránsito circulante y los resultados de la fase de experimentación y previo el cumplimiento de los requisitos indicados en el numeral 400.4.2 del Artículo 400.

La Tabla 432 - 3 presenta una guía para la dosificación inicial del sello arena-asfalto.

Tabla 432 - 3. Dosificación guía para sellos arena-asfalto

TIPO DE GRADACIÓN	DOSIFICACIÓN (l/m ²)	
	AGREGADOS	LIGANTE RESIDUAL
SAA – 10	3.5 a 7.0	0.5 a 1.0

432.4.3 Preparación de la superficie existente

Antes de aplicar el riego del material bituminoso, la superficie se deberá encontrar seca y libre de polvo, tierra o cualquier otra sustancia objetable.

Las reparaciones previas que requiera el pavimento, se deberán efectuar conforme lo indiquen las especificaciones correspondientes.

432.4.4 Aplicación del ligante bituminoso

Antes de la aplicación del ligante se marcará una línea guía en la calzada para controlar el paso del distribuidor y se señalará la longitud de la carretera que quedará cubierta, de acuerdo con la cantidad de emulsión asfáltica disponible en el distribuidor y la capacidad de extensión del esparcidor de agregados pétreos.

La dosificación elegida del ligante se aplicará de manera uniforme a una temperatura que corresponda a una viscosidad Saybolt-Furol comprendida entre veinticinco y cien segundos (25sSF a 100 sSF), evitando duplicaciones de dotación en las juntas transversales de trabajo, para lo cual se colocarán fajas de papel grueso, de ancho no menor a un

metro (1.0 m), bajo los difusores, en aquellas zonas donde comience o se interrumpa la aplicación.

Al comienzo de cada jornada de trabajo se deberá verificar la uniformidad del riego. Si fuere necesario, se calentarán las boquillas de irrigación antes de cada descarga. La bomba y la barra de distribución se deberán limpiar al final de la jornada.

Durante la aplicación del ligante se deberán proteger todos los elementos que señale el Interventor, tales como bordillos, vallas o árboles. En trabajos de prueba o de limpieza de los equipos, no se permitirá descargar el material bituminoso en zanjas o zonas próximas a la carretera.

No se permitirá ningún tipo de tránsito sobre el ligante aplicado.

432.4.5 Extensión del agregado pétreo

La extensión del agregado se realizará de manera uniforme, en la cantidad aprobada por el Interventor e inmediatamente después de la aplicación del ligante bituminoso. La distribución del agregado se hará de manera que se evite el tránsito del esparcidor sobre la capa del ligante sin cubrir. En el instante de la extensión, la humedad del agregado deberá ser tal, que no perjudique su adhesividad con el ligante bituminoso empleado.

Cuando el material bituminoso se aplique por franjas, el agregado se esparcirá de forma que quede sin cubrir una banda de quince a veinte centímetros (15 cm a 20 cm) de la zona tratada, aladaña a la zona que aún no ha recibido el riego, con el fin de completar en dicha banda la dosificación prevista del ligante al efectuar su aplicación en la franja adyacente.

Si el Interventor lo aprueba, el esparcimiento de la arena podrá ser manual con ayuda de palas.

432.4.6 Compactación

Las operaciones de compactación se realizarán con el compactador neumático y comenzarán inmediatamente después de la aplicación de la arena. En zonas en tangente, la compactación se iniciará por el borde exterior avanzado hacia el centro, traslapando cada pasada con la anterior. En curvas, se iniciará desde el borde inferior hacia el borde

superior, traslapando cada recorrido con el anterior de acuerdo con las instrucciones del Interventor.

432.4.7 Acabado, limpieza y eliminación de sobrantes

Una vez terminada la compactación y transcurrido el plazo necesario para que el ligante utilizado alcance la cohesión suficiente para resistir la acción normal del tránsito vehicular, se barrerá de manera enérgica la superficie del sello para eliminar todo exceso de arena que haya quedado suelto sobre la superficie, operación que deberá continuar aún después de que el tramo con el sello haya sido abierto al tránsito hasta eliminar completamente la arena suelta.

El material sobrante de esta operación deberá ser recogido por el Constructor, quien lo dispondrá en los sitios que autorice el Interventor.

432.4.8 Apertura al tránsito

Siempre que sea posible, se deberá evitar todo tipo de tránsito sobre el sello recién ejecutado durante las veinticuatro (24) horas siguientes a su terminación. Si ello no es factible, se deberán tomar medidas para que los vehículos no circulen a una velocidad superior a treinta kilómetros por hora (30 km/h).

432.4.9 Limitaciones en la ejecución

Por ningún motivo se permitirá la ejecución del tratamiento cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a cinco grados Celsius (5°C) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos de construcción del sello de arena-asfalto se deberán realizar 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 la operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. 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.

432.4.10 Manejo ambiental

Al respecto, regirá todo lo que resulte aplicable del numeral 400.4.7 del Artículo 400.

432.4.11 Reparaciones

Todos los defectos que se presenten durante la ejecución del sello, tales como juntas irregulares, defectos transversales en la aplicación del ligante o el agregado, irregularidades del alineamiento, etc., así como los que se deriven de un incorrecto control del tránsito recién terminados los trabajos, deberán ser corregidos por el Constructor, de acuerdo con las instrucciones del Interventor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

432.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

432.5.1 Controles

Rige todo lo que resulte aplicable del numeral 400.5.1 del Artículo 400.

432.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**432.5.2.1 Calidad de la emulsión**

Los requisitos de calidad, controles y criterios de aceptación para la emulsión serán los establecidos en los Artículos 411 y 415, según corresponda.

432.5.2.2 Calidad del agregado

De cada procedencia del agregado y para cualquier volumen previsto se tomarán dos (2) muestras de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma INV E-201 y para cada fracción de ellas se realizarán los ensayos indicados en la Tabla 432 - 1, cuyos resultados deberán satisfacer, en su totalidad, las exigencias allí indicadas. Además, durante la etapa de producción, se efectuarán las verificaciones de calidad del agregado indicadas en la Tabla 432 - 4.

Tabla 432 - 4. Ensayos de verificación sobre el agregado para sellos de arena-asfalto

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Composición (F)		
Granulometría	E-123	1 por jornada
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio	E-220	1 por mes
Limpieza (F)		
Índice de plasticidad	E-125 y E-126	1 por jornada
Equivalente de arena	E-133	1 por semana
Valor de azul de metileno (Nota 1)	E-235	1 por semana
Geometría de las partículas (F)		
Angularidad de la fracción fina	E-239	1 por jornada
Adhesividad (O)		
Riedel Webber	E-774	1 por semana

Nota 1: En caso de que no se cumpla el valor mínimo de equivalente de arena señalado en la Tabla 432 - 1.

El Interventor podrá autorizar la reducción de la frecuencia de los ensayos a la mitad de lo indicado en la Tabla 432 - 4, siempre que considere que los materiales son suficientemente homogéneos o si en el control de recibo de la obra terminada hubiese aceptado sin objeción diez (10) lotes consecutivos.

En ningún caso se permitirá el empleo de agregados pétreos que no satisfagan los requisitos pertinentes del numeral 432.2.1. En la eventualidad de que alguna prueba dé lugar a un resultado insatisfactorio, se tomarán dos muestras adicionales del material y se repetirá la prueba. Los resultados de ambos ensayos de comprobación deberán ser satisfactorios o, de lo contrario, el Interventor no autorizará la utilización del material al cual representen dichos ensayos.

432.5.2.3 Calidad del producto terminado

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

- Quinientos metros lineales (500 m) de calzada con sello de arena-asfalto;

- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m²) de sello de arena-asfalto;
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.

En dicho lote, se efectuarán los controles indicados a continuación:

432.5.2.3.1 Tasa de aplicación

Las dosificaciones del asfalto y del agregado se comprobarán mediante las normas INV E-818 y 819 respectivamente, en no menos de cinco (5) puntos del área considerada como lote, ubicados al azar según la norma de ensayo INV E-730, pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro.

Las tasas medias de aplicación de ligante residual (TML) y de agregados (TMA) por lote, no podrán variar en más de veinte por ciento (20%) de las autorizadas por el Interventor (TEL y TEA).

$0.8 \text{ TEL} \leq \text{TML} \leq 1.2 \text{ TEL}$	[432.1]
$0.8 \text{ TEA} \leq \text{TMA} \leq 1.2 \text{ TEA}$	[432.2]

Así mismo, ningún ensayo individual podrá presentar un resultado que varíe en más de veinte por ciento (20%) de la tasa de aplicación de ligante o agregados autorizada por el Interventor (TEL o TEA).

Si lo anterior no se cumple, se rechazará el lote, salvo que se demuestre que el área con dosificación por fuera de la tolerancia presentará un comportamiento satisfactorio y se garantice, en cualquier punto, un coeficiente de resistencia al deslizamiento igual o superior al especificado en el inciso siguiente.

En caso de que no se pueda demostrar que el área construida con dosificación por fuera de la tolerancia presentará un comportamiento satisfactorio, e independientemente de que se cumplan los requisitos de resistencia al deslizamiento, el sello de arena-asfalto correspondiente al lote controlado deberá ser levantado mediante fresado y repuesto a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías. Si durante el proceso de remoción del sello se causa algún deterioro a la capa subyacente, ésta deberá ser reparada a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, antes de reponer el sello.

El material fresado será de propiedad del Constructor.

432.5.2.3.2 Resistencia al deslizamiento

Antes de la puesta en servicio del sello de arena-asfalto, se harán las determinaciones de la resistencia al deslizamiento. Debido a que ésta se encuentra relacionada directamente con la seguridad de los usuarios, los puntos para su determinación en cada lote no se elegirán al azar, sino que serán ubicados por el Interventor en los lugares que considere más sensibles al deslizamiento vehicular en condición de superficie húmeda.

Las medidas se realizarán con el péndulo británico, en acuerdo con la norma de ensayo INV E-792, en tres (3) puntos por lote en zonas en tangente y en uno (1) por cada curva horizontal y por cada zona singular (glorieta, intersección, zona de frenado, etc.) incluida dentro del lote y ninguna de ellas podrá presentar un valor inferior al límite indicado en la Tabla 432 - 5, de acuerdo con el tránsito de diseño y el tipo de sección.

Tabla 432 - 5. Valores mínimos admisibles del coeficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo británico

TIPO DE SECCIÓN	COEFICIENTE DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO, MÍNIMO	
	NT1	NT2
Secciones críticas: - Glorietas - Intersecciones - Zonas de frenado frecuente - Curvas con radio de curvatura < 200 m - Tramos con pendiente > 5 % y longitud ≥ 100 m	0.50	0.55
Otras secciones	0.45	0.50

La resistencia al deslizamiento se puede verificar también con dispositivos de rueda parcialmente bloqueada (norma de ensayo INV E-815). En tal caso, la especificación particular indicará el equipo autorizado, así como los valores mínimos por alcanzar, los cuales deberán ser, cuando menos, equivalentes a los señalados en la Tabla 432 - 5 para el péndulo británico

En caso de que se presenten valores menores, el Interventor realizará medidas adicionales para delimitar perfectamente el área deficiente, la cual deberá ser levantada mediante fresado y repuesta a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías. El material fresado será de propiedad del Constructor.

432.5.2.3.3 Regularidad superficial

Debido a sus características y limitado espesor, los sellos de arena-asfalto no pueden corregir defectos asociados con la falta de regularidad del perfil longitudinal de la calzada. Por tal razón, no se permitirá la colocación del sello, mientras no se garantice que la superficie de la capa sobre la cual se va a construir, cumpla los requisitos que se exigen

sobre IRI en la especificación general o particular referente a dicha capa.

432.5.2.4 Modificación eventual de la extensión del lote

Si el Interventor considera que las deficiencias de calidad del producto terminado no son generalizadas en toda el área correspondiente a un lote, sino que se restringen a la superficie tratada por una sola carga del equipo empleado en la aplicación del ligante o del agregado, podrá modificar la extensión del “lote”, limitándola al área construida con dicha carga.

432.6 MEDIDA

Rige lo pertinente del numeral 400.6 del Artículo 400, y en particular lo indicado en el numeral 400.6.1.

432.7 FORMA DE PAGO

Rige lo pertinente del numeral 400.7 del Artículo 400, y en particular lo indicado en el numeral 400.7.2.

432.8 ÍTEM DE PAGO

432.1 Sello de arena-asfalto con emulsión CRR-2	Metro cuadrado(m ²)
432.2 Sello de arena-asfalto con emulsión CRR-2m	Metro cuadrado(m ²)