

Tratamientos superficiales

Artículo 430 – 22

430.1 Descripción

Este trabajo consiste en la aplicación de sucesivas aplicaciones de material bituminoso sobre una superficie preparada, seguido por la extensión y la compactación de sendas capas de agregado pétreo, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, las cotas y las secciones indicados en los documentos del proyecto. Dichos trabajos solo se pueden ejecutar en vías, con niveles de tránsito NT1 y NT2.

De acuerdo con el número de aplicaciones de riegos de material bituminoso y agregado pétreo, estos reciben el nombre de simple (una aplicación) y doble (dos aplicaciones). Los

tratamientos superficiales simples se deben denotar - TSS y los tratamientos superficiales dobles - TSD.

Si los documentos del proyecto establecen la necesidad de colocar un sello de protección, este se debe construir de acuerdo con el artículo 432, Sello de arena-asfalto.

430.2 Materiales

430.2.1 Agregados pétreos

Los agregados pétreos deben cumplir los requisitos generales señalados en el numeral 400.2.1 del artículo 400, y los requisitos particulares de la Tabla 430 — 1.

Tabla 430 — 1. Requisitos de los agregados para tratamientos superficiales

Característica	Norma de ensayo INV	Nivel de tránsito	
		NT1	NT2
Dureza, agregado grueso (O)			
Desgaste en la máquina de Los Ángeles, máximo (%): - 500 revoluciones - 100 revoluciones	E-218	25 5	25 5
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	25
Coeficiente de pulimento acelerado, mínimo	E-232	45	45
Durabilidad (O)			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, agregado grueso, máximo (%)	E-220	18	18
Limpieza, agregado grueso (F)			
Impurezas en agregado grueso, máximo (%)	E-237	0,5	0,5

Característica	Norma de ensayo INV	Nivel de tránsito	
		NT1	NT2
Geometría de las partículas, agregado grueso (F)			
Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	E-230	30	30
Caras fracturadas, mínimo (%): una cara / dos caras	E-227	75 / -	75 / 60
Adhesividad (O)			
Bandeja, mínimo (%)	E-740	80	80
Limpieza, gradación combinada (F)			
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	NP	NP
Equivalente de arena, mínimo (%). (Nota)	E-133	50	50
Valor de azul de metileno, máximo (Nota)	E-235	10	10

Nota: el equivalente de arena debe ser el del agregado finalmente obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, según las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo. En caso de que no se cumpla el valor mínimo de equivalente de arena señalado, el agregado se acepta si su equivalente de arena es superior a cuarenta por ciento (40 %) y, simultáneamente, el valor de azul de metileno, determinado mediante la norma de ensayo INV E-235, es inferior a diez (10).

Los agregados deben presentar una gradación ajustada a alguna de las franjas indicadas en la Tabla 430 – 2.

La franja por utilizar debe corresponder a la establecida en los documentos del proyecto. Se pueden emplear otras franjas, si así lo

establecen las especificaciones particulares del proyecto.

El material que produce el constructor debe dar lugar a una curva sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior del tamiz adyacente y viceversa.

Tabla 430 – 2. Gradaciones para tratamientos superficiales

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. Standard)							
	25,0	19,0	12,5	9,5	6,3	4,75	2,36	1,18
	1 Pulgada	3/4 Pulgada	1/2 Pulgada	3/8 Pulgada	1/4 Pulgada	Nro. 4	Nro. 8	Nro 16
Pasa tamiz (%)								
TSD – 25	100	90 – 100	10 – 45	0 – 15	-	0 – 5	-	-
TSS – 19 / TSD – 19	-	100	90 – 100	20 – 55	0 – 15	-	0 – 5	-
TSS – 13 / TSD – 13	-	-	100	90 – 100	10 – 40	0 – 15	0 – 5	-
TSD – 10	-	-	-	100	90 – 100	20 – 55	0 – 15	0 – 5
Tolerancias en producción sobre la gradación definida en la fase de experimentación (±)	4 %						1 %	

Nota: el tipo de gradación con tamaño máximo de diecinueve milímetros (19 mm) y de trece milímetros (13 mm) aplica para tratamientos superficiales simples (TSS) y para tratamientos superficiales dobles (TSD).

El constructor, como responsable de los materiales que suministre para la ejecución de los trabajos, debe 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 las presentes especificaciones.

430.2.2 Material bituminoso

Debe ser una emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida del tipo CRR-65 o una emulsión modificada con polímeros del tipo CRR-65m, la cual debe cumplir los requisitos de calidad establecidos en los artículos 411 o 415, según corresponda.

El tipo de emulsión por aplicar debe ser el definido en los documentos del proyecto.

430.2.3 Aditivos mejoradores de adherencia

Cuando se requieran, se deben ajustar a lo descrito en el artículo 412.

430.3 Equipo

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

Para la ejecución de los tratamientos superficiales se requiere básicamente equipo para la explotación, la elaboración y la clasificación de agregados, para la limpieza de la superficie, distribuidor autopropulsado del material bituminoso, esparcidor mecánico de agregado

pétreo, compactadores neumáticos y herramientas menores.

430.3.1 Equipo para la elaboración y la clasificación de agregados triturados

La planta de trituración debe estar provista de una trituradora primaria y una trituradora secundaria; debe incluir también una clasificadora y, de ser necesario, un equipo de lavado. Además, debe estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental.

430.3.2 Equipo para la aplicación del ligante bituminoso

Debe consistir en un carrotanque irrigador de las características descritas en el numeral 420.3.2 del artículo 420, Riego de imprimación.

Para áreas inaccesibles al carrotanque y para retoques y aplicaciones mínimas, se debe usar una caldera regadora portátil, con sus elementos de irrigación a presión, o una extensión del carrotanque con boquilla de expansión que permita un riego uniforme. Por ningún motivo, se debe permitir el empleo de regaderas u otros dispositivos de aplicación manual por gravedad.

430.3.3 Equipo para la extensión del agregado pétreo

Se pueden emplear esparcidoras autopropulsadas o extendedoras mecánicas acopladas a volquetas, que garanticen una adecuada y homogénea distribución del agregado pétreo sobre la superficie.

430.3.4 Equipo multidistribuidor de asfalto y agregado

En lugar del carrotanque irrigador y del equipo de extensión del agregado pétreo, descritos en los numerales 430.3.2 y 430.3.3, se puede emplear un equipo multidistribuidor, que permita la aplicación conjugada de la emulsión asfáltica y el agregado en una sola operación.

430.3.5 Equipo de compactación

Se deben emplear rodillos neumáticos de un peso superior a cinco toneladas (5 t), cuya presión de inflado de las llantas debe tener la aprobación del interventor, acorde con las recomendaciones establecidas por el fabricante del equipo y, además, la diferencia de presión entre ruedas no debe superar los cero coma cero treientos cuarenta y cuatro megapascals (0,0344 MPa) (5 psi). Todos los compactadores deben ser autopropulsados y estar dotados de dispositivos para la limpieza de sus llantas, durante la compactación, así como inversores de marcha suaves. Los elementos de limpieza empleados deben ser de eficiencia verificada, garantizando que no son perjudiciales para la mezcla ni para el ambiente; no se permite el uso de productos derivados de la destilación del petróleo.

430.3.6 Equipo de barrido

Se debe disponer de barredoras mecánicas de cepillo. En caso de que las autoridades ambientales no permitan su utilización, el interventor debe determinar y/o aprobar el equipo por utilizar. Como alternativa, se pueden utilizar compresores y escobas, y demás implementos que el interventor apruebe, siempre que cumplan las disposiciones ambientales vigentes, especialmente en lo que refiere al manejo de material particulado, y protección del ser humano.

430.4 Ejecución de los trabajos

430.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Rige lo establecido en el numeral 105.13.3 del artículo 105, Desarrollo de los trabajos.

430.4.2 Dosificación del tratamiento

Salvo justificación en contrario, la dosificación por utilizar se debe encontrar dentro de los límites indicados en la Tabla 430 — 3.

De acuerdo con las características de la superficie sobre la cual se va a aplicar el tratamiento, las condiciones climáticas del lugar y el tránsito previsto, los documentos del proyecto deben indicar la dosificación o diseño preliminar del tratamiento por algún método empírico reconocido, cuyos resultados sirvan como base para las primeras pruebas.

Tabla 430 — 3. Dosificación para tratamientos superficiales

Tipo	Aplicación	Tipo de gradación	Dosificación (L/m ²)	
			Agregados	Ligante residual
1	Única	TSS-19	8 — 10	0,9 — 1,3
2	Única	TSS-13	6 — 8	0,7 — 1,1
3	Primera	TSD-25	12 — 14	1,3 — 1,8
	Segunda	TSD-13	6 — 8	0,8 — 1,2
4	Primera	TSD-19	8 — 10	0,9 — 1,3
	Segunda	TSD-10	5 — 7	0,7 — 1,0

La dosificación definitiva del tratamiento superficial, incluidas las adiciones que eventualmente se requieran para mejorar la adherencia entre el ligante y el agregado, debe ser establecida por el constructor y aprobada por el interventor, de acuerdo con las características de la obra y a la vista de los resultados de la fase de experimentación y previo el cumplimiento de los requisitos indicados en el numeral 400.4.2 del artículo 400.

Esta dosificación se debe verificar y ajustar en caso de que la gradación durante producción no se ajuste a la definida en la fase de experimentación con las tolerancias que se indican en la Tabla 430 — 2.

El interventor puede autorizar que la primera aplicación del ligante se haga con la cantidad mínima necesaria para sujetar el agregado de cobertura correspondiente. En la segunda aplicación, debe completar la dosificación exigida.

430.4.3 Preparación de la superficie existente

La construcción del tratamiento no se debe comenzar hasta que se compruebe que, la

superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los documentos del proyecto. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias establecidas en la especificación respectiva se deben corregir, de acuerdo con lo establecido en el artículo correspondiente a la unidad de obra de que se trate.

Si la construcción del tratamiento requiere una imprimación previa de la superficie, tal construcción se debe realizar de acuerdo con lo establecido en el artículo 420. No se debe permitir la construcción del tratamiento, mientras la imprimación no haya completado su curado y, en ningún caso, antes de veinticuatro horas (24 h), transcurridas desde su aplicación.

En el momento de aplicar el ligante bituminoso, la superficie debe estar seca y libre de cualquier sustancia objetable a criterio del interventor según el presente artículo y lo que resulte aplicable del artículo 400.

430.4.4 Fase de experimentación

Rige lo establecido en el numeral 400.4.3 del artículo 400.

430.4.5 Primera aplicación

430.4.5.1 Aplicación del ligante bituminoso

Antes de la aplicación del ligante, se debe marcar una línea guía en la calzada para controlar el paso del distribuidor y se debe señalar la longitud de la carretera que va a quedar 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 debe aplicar de manera uniforme, a una temperatura que corresponda a una viscosidad Saybolt-Furol comprendida entre veinticinco y cien segundos (25 sSF – 100 sSF), evitando así duplicaciones de dotación en las juntas transversales de trabajo, para lo cual se deben colocar fajas de papel grueso, de ancho no menor de un metro (1,0 m), bajo los difusores, en aquellas zonas donde comience o se interrumpa la aplicación. El constructor debe especificar el rango de temperaturas correspondientes a las viscosidades enunciadas, según los ensayos de calidad efectuados por el proveedor de la emulsión y suministrados al inicio de las labores.

Al comienzo de cada jornada de trabajo se debe verificar la uniformidad del riego y, de ser requerido, se debe ajustar la altura del carrotanque irrigador, de tal forma que la base del abanico que se forma al salir el material por una boquilla cubra hasta la mitad o las dos terceras partes de la base del abanico contiguo (cubrimiento doble o triple). Si fuere necesario, se deben calentar las boquillas de irrigación antes de cada descarga. La bomba

y la barra de distribución se deben limpiar al final de la jornada.

Durante la aplicación del ligante, se deben 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 debe permitir descargar el material bituminoso en zanjas o zonas próximas a la carretera.

No se debe permitir ningún tipo de tránsito sobre el ligante aplicado.

430.4.5.2 Extensión del agregado pétreo

La extensión del agregado se debe realizar de manera uniforme, en la cantidad aprobada por el interventor e inmediatamente después de la aplicación del ligante bituminoso. La distribución del agregado se debe hacer 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 debe ser tal, que no perjudique su adhesividad con el ligante bituminoso empleado.

Cuando el material bituminoso se aplique por franjas, el agregado se debe esparcir de forma que quede sin cubrir una banda de quince a veinte centímetros (15 cm – 20 cm) de la zona tratada, aledaña 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.

Los excesos o las deficiencias de agregado pétreo se deben corregir inmediatamente, por medio de remoción o adición de agregado, hasta lograr una textura uniforme.

430.4.5.3 Aplicación conjugada del ligante y los agregados pétreos

Si se dispone de un equipo multidistribuidor, la aplicación del ligante bituminoso y la del agregado pétreo se deben realizar en una sola operación. En esta circunstancia, resulta aplicable lo expuesto en el numeral 430.4.5, en relación con la aplicación del ligante, salvo su último párrafo, dada la imposibilidad de que haya tránsito vehicular sobre el ligante recién aplicado.

En relación con el agregado pétreo, este se debe extender utilizando el mismo equipo, de manera uniforme, en la cantidad indicada en los documentos del proyecto o en la cantidad aprobada por el interventor e inmediatamente después de la aplicación del ligante bituminoso. En el instante de la extensión, la humedad del agregado debe ser tal, que no perjudique su adhesividad con el ligante bituminoso empleado.

Cuando el material bituminoso se aplique por franjas, el agregado se debe esparcir de forma que quede sin cubrir una banda de quince a veinte centímetros (15 cm – 20 cm) de la zona tratada, aledaña 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.

430.4.5.4 Compactación

Las operaciones de compactación se deben realizar con el compactador neumático y deben comenzar inmediatamente después de la aplicación del agregado pétreo. En zonas en tangente, la compactación se debe iniciar por el borde exterior y avanzando hacia el

centro, traslapando cada pasada con la anterior. En curvas, se debe iniciar desde el borde inferior hacia el borde superior, traslapando cada recorrido con el anterior.

La compactación debe continuar hasta obtener una superficie lisa y estable, en un tiempo máximo de treinta minutos (30 min), contado desde el inicio de la extensión del agregado pétreo.

Para los casos en que la capa corresponda a la rodadura, se deben garantizar al menos tres (3) pasadas, a una velocidad lo suficientemente lenta para prevenir que se desplace o se levante el agregado y evitar así el deterioro de la capa o trituración, por exceso de pasadas o por uso de compactadores muy pesados. Cuando la aplicación corresponda a la primera capa de un tratamiento superficial doble, las operaciones de compactación se deben limitar a dos (2) pasadas.

Se debe impedir cualquier tipo de tránsito automotor sobre esta superficie.

430.4.6 Segunda aplicación

430.4.6.1 Ligante bituminoso

La segunda aplicación del ligante se debe realizar en la cantidad y a la temperatura indicada en los documentos del proyecto o por el interventor y, si las condiciones meteorológicas lo permiten, dentro de las veinticuatro horas (24 h) siguientes a la construcción de la primera capa.

Esta segunda aplicación se debe hacer de la misma forma que la primera. Si en el primer riego se utiliza el criterio de la cantidad

mínima necesaria mencionado en el numeral 430.4.2, la cantidad total dosificada se debe completar en el segundo riego.

El ancho de franja en que se aplique este riego debe variar, en relación con el empleado en el primero en, aproximadamente, veinte centímetros (20 cm) en más o en menos, con el fin de evitar que la junta longitudinal de construcción se superponga con la de la primera capa, impidiendo obtener una superficie uniforme.

430.4.6.2 Agregado pétreo

La extensión se debe realizar con el agregado pétreo seleccionado para la construcción de esta capa y en la cantidad aprobada por el interventor, de la misma forma que la primera e inmediatamente después de la segunda aplicación del material bituminoso.

430.4.6.3 Aplicación conjugada del ligante y los agregados pétreos

Cuando se emplee el equipo multidistribuidor, el ligante y el agregado para la segunda capa se deben aplicar de igual forma que para la primera, con las dosificaciones de los materiales y la gradación de los agregados, aprobadas previamente por el interventor.

El ancho de franja en que se aplique este riego debe variar, en relación con el empleado en el primero en, aproximadamente, veinte centímetros (20 cm) en más o en menos, con el fin de evitar que la junta longitudinal de construcción se superponga con la de la primera capa, impidiendo obtener una superficie uniforme.

430.4.6.4 Compactación final

Inmediatamente después de la segunda extensión del agregado, se debe proceder a su compactación con el rodillo neumático, en sentido longitudinal, iniciando por el borde exterior y avanzando hacia el centro, traslapando cada pasada con la anterior. En curvas, se debe iniciar desde el borde inferior hacia el borde superior, traslapando cada recorrido con el anterior.

La compactación se debe continuar hasta obtener una superficie lisa y estable en un lapso no mayor de treinta minutos (30 min), contados desde el instante de ser iniciada la extensión del agregado de la segunda capa. Se deben garantizar al menos tres (3) pasadas, a una velocidad lo suficientemente lenta para prevenir que se desplace o levante el agregado y evitando el deterioro de la capa o trituración de este por exceso de pasadas o por el uso de compactadores muy pesados.

430.4.7 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 debe barrer de manera enérgica la superficie del tratamiento, para eliminar todo exceso de agregados que haya quedado suelto, operación que debe continuar aún después de que el tramo con el tratamiento se haya abierto al tránsito, con frecuencia diaria, durante los siguientes cuatro días (4 d) posteriores a su construcción.

A los quince días (15 d) siguientes a la apertura del tratamiento al tránsito, se debe realizar un barrido definitivo del agregado pétreo que no esté adherido. El constructor debe recoger el material sobrante de esta operación y lo debe disponer en los sitios que autorice el interventor.

430.4.8 Apertura al tránsito

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

430.4.9 Limitaciones en la ejecución

Por ningún motivo se debe permitir 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. Tampoco se debe permitir la aplicación de ligantes bituminosos cuando la velocidad del viento impida que la aplicación de material asfáltico sea uniforme.

Cuando no se utilice equipo multidistribuidor, la extensión del agregado pétreo se debe realizar antes de que haya transcurrido, desde la aplicación del ligante, el plazo máximo aprobado por el interventor. En todos los casos, la compactación debe quedar concluida antes de treinta minutos (30 min) de haber sido extendido el agregado.

Los trabajos de construcción del tratamiento superficial se deben realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se

requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) o se deban evitar horas pico de tránsito público, el interventor puede 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 adecuado, y que cuente con la aprobación del interventor. Si el constructor no ofrece esta garantía, no se le debe permitir el trabajo nocturno y debe 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.

430.4.10 Manejo ambiental

Al respecto, rige el artículo 106, Aspectos ambientales, así como todo lo que resulte aplicable del numeral 400.4.7 del artículo 400.

430.4.11 Reparaciones

Todos los defectos que se presenten durante la ejecución del tratamiento, 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, deben correr a cargo del constructor, de acuerdo con las instrucciones del interventor y hasta contar con su aprobación, sin costo alguno para INVÍAS.

430.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

430.5.1 Controles

Rige lo que resulte aplicable del numeral 400.5.1 del artículo 400.

430.5.2 Condiciones específicas para el recibo y las tolerancias

430.5.2.1 Calidad de la emulsión

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

430.5.2.2 Calidad de los agregados

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se deben tomar cuatro (4) muestras y a cada fracción de ellas se le deben realizar los ensayos que se encuentran indicados en la Tabla 430 — 1.

Durante la etapa de producción, se deben examinar las descargas a los acopios y se deben retirar los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, se deben acopiar por separado aquellos agregados que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas alargadas o aplanadas y plasticidad y se debe vigilar la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores.

Además, se deben efectuar las verificaciones de calidad de los agregados indicadas en la Tabla 430 — 4.

La curva granulométrica de cada ensayo individual debe ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada y debe ajustarse a la definida en la fase de experimentación,

con las tolerancias que se indican en la Tabla 430 — 2, pero sin permitir que la curva se salga de los límites de la franja. Si la curva granulométrica de algún ensayo no cumple la anterior indicación, pero no se sale de los límites de la franja, es necesario verificar y, si es el caso, ajustar la dosificación del tratamiento superficial.

El interventor puede autorizar la reducción de la frecuencia de los ensayos a la mitad de lo indicado en la Tabla 430 — 4, siempre que este 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 la eventualidad de que alguna prueba dé lugar a un resultado no satisfactorio, se deben tomar dos muestras adicionales del material y se debe repetir la prueba. Los resultados de ambos ensayos de comprobación deben ser satisfactorios o, de lo contrario, el interventor no debe autorizar la utilización del material al cual representen dichos ensayos.

430.5.2.3 Calidad del producto terminado

430.5.2.3.1 Tamaño del lote

Se debe considerar como lote, que se acepta o rechaza en conjunto, la menor área que resulte de aplicar los siguientes criterios.

- Quinientos metros (500 m) de tratamiento construido.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m²) de tratamiento construido.
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.

Tabla 430 — 4. Ensayos de verificación sobre los agregados para tratamientos superficiales simples

Característica	Norma de ensayo INV	Frecuencia
Composición (F)		
Granulometría	E-213	1 por jornada
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de Los Ángeles	E-218	1 por mes
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval	E-238	1 por mes
Coefficiente de pulimiento acelerado	E-232	1 por mes
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio	E-220	1 por mes
Limpieza (F)		
Contenido de impurezas	E-237	1 por jornada
Geometría de las partículas (F)		
Índices de alargamiento y aplanamiento	E-230	1 por semana
Porcentaje de caras fracturadas	E-227	1 por semana

En dicho lote, se deben efectuar los controles indicados a continuación.

430.5.2.3.2 Aspectos generales

El tratamiento terminado debe presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantas y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la zona pavimentada no puede ser, en ningún punto, inferior a la señalada en los documentos del proyecto.

Así mismo, el acabado de la capa de rodadura no debe presentar deformaciones, afloramiento del material asfáltico o pérdida sensible de agregado pétreo, o cualquier defecto que afecte la calidad y el buen comportamiento del tratamiento.

430.5.2.3.3 Tasa de aplicación

Las dosificaciones del asfalto y del agregado se deben comprobar en cada capa, mediante las normas INV E-818 e INV E-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 pueden variar en más de diez por ciento (10 %) de las autorizadas por el interventor como resultado de la fase de experimentación (*TEL* y *TEA*).

$$0,9 \text{ TEL} \leq TML \leq 1,1 \text{ TEL} \quad [430.1]$$

$$0,9 \text{ TEA} \leq TMA \leq 1,1 \text{ TEA} \quad [430.2]$$

Así mismo, ningún ensayo individual puede presentar un resultado que varíe en más de quince por ciento (15 %) de la tasa de aplicación de ligante o agregados autorizada por el interventor (TEL o TEA).

Si alguno de los anteriores requisitos se incumple, se debe rechazar el lote. En caso de rechazo, el tratamiento superficial simple correspondiente al lote controlado debe ser levantado o retirado mediante equipos apropiados y repuesto hasta contar con la aprobación del interventor, sin costo adicional para INVÍAS. En caso de rechazo de un lote correspondiente a la segunda capa, todo el espesor de tratamiento superficial doble del lote controlado debe ser levantado o retirado mediante equipos apropiados y repuesto hasta ser aprobado por el interventor, sin costo adicional para INVÍAS.

En ambos casos, el material retirado es de propiedad del constructor.

430.5.2.3.4 Textura

Sobre la última capa de tratamiento, por lote se deben efectuar, como mínimo, tres (3) determinaciones de la profundidad de textura con el círculo de arena (INV E-791), y en sitios elegidos al azar, según la norma de ensayo INV E-730. Para tratamientos superficiales simples, el promedio de las lecturas debe ser, cuando menos, igual a uno coma dos milímetros (1,2 mm), sin que ninguno de los valores individuales sea inferior a un milímetro (1,0 mm). Para tratamientos superficiales dobles, el promedio de las lecturas debe ser, cuando menos, igual a un milímetro (1,0 mm), sin que ninguno de los valores individuales sea inferior a cero coma ocho milímetros (0,8 mm).

En caso de que se presenten valores menores, el interventor debe realizar medidas adicionales para delimitar perfectamente el área deficiente, la cual se debe levantar o retirar mediante equipos apropiados y reponer hasta contar con la aprobación del interventor, sin costo adicional para INVÍAS. El material retirado es de propiedad del constructor.

El requisito de textura no es aplicable cuando el tratamiento superficial se construye para la protección de bermas.

430.5.2.3.5 Resistencia al deslizamiento

Antes de la puesta en servicio del tratamiento superficial, se deben hacer las determinaciones de la resistencia al deslizamiento. Debido a que esta se encuentra relacionada directamente con la seguridad de los usuarios, los puntos para su determinación en cada lote no se deben elegir al azar, sino que el interventor debe ubicarlos en los lugares que considere más sensibles al deslizamiento vehicular, en condición de superficie húmeda.

Las medidas se deben realizar 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. Ninguna de ellas puede presentar un valor inferior al límite indicado en la Tabla 430 — 5, de acuerdo con el tránsito de diseño y el tipo de sección.

En caso de que se presenten valores menores, se deben realizar medidas adicionales para delimitar perfectamente el área deficiente, la cual debe ser levantada o retirada mediante

equipos apropiados y repuesta hasta contar con la aprobación del interventor, sin costo adicional para INVÍAS. El material retirado debe ser propiedad del constructor.

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 debe indicar el equipo autorizado, así como los valores mínimos por alcanzar, los cuales deben ser, cuando menos, equivalentes a los señalados en la Tabla 430 — 5 para el péndulo británico.

Tabla 430 — 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	50	55
Otras secciones	45	50

430.5.2.3.6 Regularidad superficial

Debido a sus características y limitado espesor, los tratamientos superficiales que sirven como capa de rodadura no pueden corregir defectos asociados con la falta de regularidad del perfil longitudinal de la calzada. Por tal razón, no se debe permitir la colocación del tratamiento, mientras no se garantice que la superficie de la capa sobre la cual se va a construir cumpla los requisitos que se exigen sobre el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en la especificación general o particular referente a dicha capa.

430.5.2.4 Modificación eventual de la extensión del lote

Si el interventor considera que las deficiencias de calidad del producto terminado no

son generalizadas en todo el lote definido según los criterios establecidos en el numeral 430.5.2.3.1 de esta especificación, sino que se restringen a la superficie tratada por una sola carga del equipo empleado en la aplicación del ligante o del agregado, puede modificar la extensión del lote, limitándola al área construida con dicha carga.

430.6 Medida

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

430.7 Forma de pago

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

430.8 Ítem de pago

Item	Descripción	Unidad
430.1	Tratamiento superficial simple con emulsión CRR-65	Metro cuadrado (m ²)
430.2	Tratamiento superficial simple con emulsión CRR-65m	Metro cuadrado (m ²)
430.3	Tratamiento superficial doble con emulsión CRR-65	Metro cuadrado (m ²)
430.4	Tratamiento superficial doble con emulsión CRR-65m	Metro cuadrado (m ²)