

## TRATAMIENTO SUPERFICIAL SIMPLE

### ARTÍCULO 430 – 13

#### 430.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la aplicación de un riego de material bituminoso sobre una superficie preparada, seguido por la extensión y compactación de una capa de agregado pétreo, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicados en los planos o establecidos por el Interventor.

#### 430.2 MATERIALES

##### 430.2.1 Agregados pétreos

Los agregados pétreos deberán cumplir los requisitos generales del Artículo 400, numeral 400.2.1, y los requisitos particulares de la Tabla 430 - 1.

Tabla 430 - 1. Requisitos de los agregados para tratamiento superficial simple

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	NIVEL DE TRÁNSITO	
		NT-1	NT-2
<b>Dureza, agregado grueso (O)</b>			
Desgaste en la máquina de los Ángeles, máximo (%)	E-218	25	25
- 500 revoluciones		5	5
- 100 revoluciones			
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	25
Coefficiente de pulimento acelerado, mínimo	E-232	0.45	0.45
<b>Durabilidad (O)</b>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, agregado grueso, máximo (%)	E-220	18	18
<b>Limpieza, agregado grueso (F)</b>			
Impurezas en agregado grueso, máximo (%)	E-237	0.5	0.5
<b>Geometría de las partículas, agregado grueso (F)</b>			
Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	E-230	30	30
Caras fracturadas, mínimo (%): una cara / dos caras	E-227	75 / -	75 / 60
<b>Adhesividad (O)</b>			
Bandeja, mínimo (%)	E-740	80	80

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

La franja por utilizar corresponderá a la establecida en los estudios del proyecto o la determinada por el Interventor. Se podrán emplear otras franjas, si así lo establecen las especificaciones particulares del proyecto.

El material que produzca el Constructor deberá 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 simples

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)					
	19.0	12.5	9.5	6.3	4.75	2.36
	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	No. 4	No. 8
% PASA						
TSS – 19	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5
TSS – 13	-	100	90-100	10-40	0-15	0-5
Tolerancias en producción sobre la gradación definida en la fase de experimentación (±)	4 %					1 %

#### 430.2.2 Material bituminoso

Será una emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida del tipo CRR-2 o una emulsión modificada con polímeros del tipo CRR-2m, la cual deberá cumplir los requisitos de calidad establecidos en los Artículos 411 o 415, según corresponda.

El tipo de emulsión por aplicar será el definido en los documentos técnicos del proyecto.

#### 430.2.3 Aditivos mejoradores de adherencia

Cuando se requieran, se deberán 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 del tratamiento superficial simple se requiere 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 neumáticos y herramientas menores.

#### 430.3.1 Equipo para la elaboración y clasificación de agregados triturados

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

#### 430.3.2 Equipo para la aplicación del ligante bituminoso

Consistirá en un carrotanque irrigador de las características descritas en el numeral 420.3.2 del Artículo 420.

Para áreas inaccesibles al carrotanque y para retoques y aplicaciones mínimas, se usará 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.

#### 430.3.3 Equipo para la extensión del agregado pétreo

Se podrán 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 podrá 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 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.

#### 430.3.6 Equipo de barrido

Se deberá disponer de barredoras mecánicas de cepillo. En caso de que las autoridades ambientales no permitan su utilización, el Interventor determinará el equipo por utilizar.

### 430.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

#### 430.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Rige lo establecido en el Artículo 105, numeral 105.13.3.

#### 430.4.2 Dosificación del tratamiento

Salvo justificación en contrario, la dosificación por utilizar se encontrará dentro de los límites indicados en la Tabla 430 - 3.

Tabla 430 - 3. Dosificación para tratamientos superficiales simples

TIPO DE GRADACIÓN	DOSIFICACIÓN (l/m <sup>2</sup> )	
	AGREGADOS	LIGANTE RESIDUAL
TSS - 19	8-10	0.9-1.3
TSS - 13	6-8	0.7-1.1

De acuerdo con las características de la superficie sobre la cual se aplicará el tratamiento, las condiciones climáticas del lugar y el tránsito previsto, el Constructor hará un diseño preliminar del tratamiento por algún método empírico reconocido, cuyos resultados servirán de base para las primeras pruebas.

La dosificación definitiva del tratamiento superficial simple, incluyendo las adiciones que eventualmente se requieran para mejorar la adherencia entre el ligante y el agregado, será establecida por el Constructor y aprobada por el Interventor, dependiendo de 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 deberá verificarse y, si es el caso, ajustarse 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.

#### **430.4.3 Preparación de la superficie existente**

La construcción del tratamiento no comenzará hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar, tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, se deberán 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, ella se realizará de acuerdo con lo establecido en el Artículo 420. No se permitirá 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 deberá estar seca y libre de cualquier sustancia que resulte objetable a juicio del Interventor.

#### **430.4.4 Fase de experimentación**

Rige lo establecido en el numeral 400.4.3 del Artículo 400.

#### **430.4.5 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 (25 sSF 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.

#### **430.4.6 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, 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.

#### **430.4.7 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 realizarán en una sola operación. Bajo 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, éste será extendido por el mismo equipo, de manera uniforme, 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 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, 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.

#### **430.4.8 Compactación**

Las operaciones de compactación se realizarán con el compactador neumático y comenzarán inmediatamente después de la aplicación del agregado pétreo. En zonas en tangente, la compactación se iniciará por el borde exterior y avanzando 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.

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

#### **430.4.9 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 tratamiento para eliminar todo exceso de agregados que haya quedado suelto sobre la superficie, operación que deberá continuar aún después de que el tramo con el tratamiento haya sido abierto al tránsito.

En los quince (15) días siguientes a la apertura del tratamiento al tránsito, se realizará un barrido definitivo del agregado pétreo que no esté adherido.

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

#### **430.4.10 Apertura al tránsito**

Siempre que sea posible, se deberá evitar todo tipo de tránsito sobre la capa recién ejecutada 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).

#### **430.4.11 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.

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

Los trabajos de construcción del tratamiento superficial 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.

#### **430.4.12 Manejo ambiental**

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

### 430.4.13 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, deberán ser corregidos por el Constructor, de acuerdo con las instrucciones del Interventor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

## 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 tolerancias

#### 430.5.2.1 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.

#### 430.5.2.2 Calidad de los agregados

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

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

Además, se efectuarán las verificaciones de calidad de los agregados indicadas en la Tabla 430 - 4.

La curva granulométrica de cada ensayo individual deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose 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 con la anterior indicación, pero no se sale de los límites de la franja, será necesario verificar y, si es el caso, ajustar la dosificación del tratamiento superficial.

El Interventor podrá autorizar la reducción de la frecuencia de los ensayos a la mitad de lo indicado en la Tabla 430 - 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 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.

### **430.5.2.3 Calidad del producto terminado**

#### **430.5.2.3.1 Tamaño del lote**

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 tratamiento construido;
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m<sup>2</sup>) 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
<b>Composición (F)</b>		
Granulometría	E-123	1 por jornada
<b>Dureza (O)</b>		
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
Coeficiente de pulimento acelerado	E-232	1 por mes
<b>Durabilidad (O)</b>		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio	E-220	1 por mes
<b>Limpieza (F)</b>		
Contenido de impurezas	E-237	1 por jornada
<b>Geometría de las partículas (F)</b>		
Índices de alargamiento y aplanamiento	E-230	1 por semana
Porcentaje de caras fracturadas	E-227	1 por semana

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

#### 430.5.2.3.2 Aspectos generales

El tratamiento terminado deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la zona pavimentada no podrá ser, en ningún punto, inferior a la señalada en los planos o la determinada por el Interventor.

#### 430.5.2.3.3 Tasa de aplicación

Las dosificaciones del asfalto y del agregado se comprobarán 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 podrán variar en más de diez por ciento (10 %) de las autorizadas por el Interventor como resultado de la fase de experimentación (TEL y TEA).

$$0.9 \text{ TEL} \leq \text{TML} \leq 1.1 \text{ TEL}$$

[430.1]

$$0.9 \text{ TEA} \leq \text{TMA} \leq 1.1 \text{ TEA}$$

[430.2]

Así mismo, ningún ensayo individual podrá 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 rechazará el lote. En caso de rechazo, el tratamiento superficial simple correspondiente al lote controlado deberá ser levantado mediante fresado y repuesto a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías. El material fresado será de propiedad del Constructor.

#### 430.5.2.3.4 Textura

Por lote se efectuarán, como mínimo y en sitios elegidos al azar, según la norma de ensayo INV E-730, tres (3) determinaciones de la profundidad de textura con el círculo de arena (INV E-791). El promedio de las lecturas deberá ser, cuando menos, igual a un milímetro y dos décimas (1.2 mm), sin que ninguno de los valores individuales sea inferior a un milímetro (1.0 mm).

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.

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

#### **430.5.2.3.5 Resistencia al deslizamiento**

Antes de la puesta en servicio del tratamiento superficial simple, 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 430 - 5, de acuerdo con el tránsito de diseño y el tipo de sección.

En caso de que se presenten valores menores, se realizarán 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.

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 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
<b>Secciones críticas:</b> - 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
<b>Otras secciones</b>	0.45	0.50

#### 430.5.2.3.6 Regularidad superficial

Debido a sus características y limitado espesor, los tratamientos superficiales que van a servir 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 permitirá 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 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, podrá 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, y 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, y en particular lo indicado en el numeral 400.7.2.

### **430.8 ÍTEM DE PAGO**

---

430.1 Tratamiento superficial simple con emulsión CRR-2	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
430.2 Tratamiento superficial simple con emulsión CRR-2 m	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )