

ANEXO 1 F – SLURRY

ARTICULO 433 - 02 LECHADA ASFÁLTICA

433.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la elaboración de una mezcla de agregados pétreos, agua, emulsión asfáltica de rotura lenta, convencional o modificada con polímeros, llenante mineral y, eventualmente, aditivos, sobre la superficie de una vía, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicados en los planos o determinados por el Interventor.

433.2 MATERIALES

433.2.1 Agregados pétreos y llenante mineral

Los agregados pétreos y el llenante mineral para la construcción de la lechada asfáltica deberán cumplir los requisitos de calidad exigidos para ellos en el aparte 400.2.1 del Artículo 400.

Los agregados pétreos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que presumiblemente puedan darse 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.

La mezcla de agregados y llenante deberá ajustarse a alguna de las gradaciones que se indican en seguida. La gradación por utilizar estará indicada en los estudios técnicos del proyecto y dependerá del estado de la superficie y de la función que vaya a cumplir la lechada. El equivalente de arena que se exige en la Tabla 400.1 será el del agregado finalmente obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, según las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo y antes de la incorporación del llenante mineral de aporte. En caso de que no se cumpla el valor mínimo señalado en la Tabla 400.1, el agregado se aceptará si su equivalente de arena es superior a 40 y, simultáneamente, el índice de azul de metileno, determinado mediante la norma de ensayo INV E-235, es inferior a uno (1.0).

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA			
Normal	Alternó	LA-1	LA-2	LA-3	LA-4
12.5 mm	1/2"	100	-	-	-
9.5 mm	3/8"	85-100	100	100	-
4.75 mm	No.4	60-85	70-90	85-100	100
2.36 mm	No.8	40-60	45-70	65-90	95-100
1.18 mm	No.16	28-45	28-50	45-70	65-90
600 mm	No.30	19-34	19-34	30-50	40-60
300 mm	No.50	12-25	12-25	18-30	24-42
180 mm	No.80	7-18	7-18	10-20	15-30
75 mm	No.200	4-8	5-11	5-15	10-20

El agregado fino deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o de grava natural, o parcialmente de fuentes naturales de arena. La proporción de arena natural no podrá exceder del veinticinco por ciento (25 %) de la masa total del agregado combinado.

El llenante mineral incluido en los agregados grueso y fino podrá complementarse o suplirse con un producto comercial o especialmente preparado, cuya misión sea controlar el proceso de rotura de la emulsión o activar la consecución de la cohesión de la lechada asfáltica.

433.2.2 Material bituminoso

Será una emulsión catiónica convencional, de rotura lenta y superestable del tipo CRL1-h, que cumpla los requisitos indicados en el aparte 400.2.4 del Artículo 400, o una emulsión modificada con polímeros, catiónica de rotura lenta y superestable del tipo CRL1-hm, que cumpla los requisitos indicados en el aparte 400.2.5 del Artículo 400.

Los documentos técnicos del proyecto indicarán el tipo de emulsión por emplear.

433.2.3 Agua

El agua para la preenvuelta deberá ser blanda, potable y exenta de materia orgánica. Su calidad deberá ser tal, que no afecte el proceso normal de elaboración, rotura y curado de la lechada. Su pH, medido de acuerdo con la norma ASTM D-1293, deberá estar entre cinco y medio y ocho (5.5 - 8.0) y el contenido de sulfatos, expresado como SO_4^{--} y determinado según norma de ensayo ASTM D-516 no podrá ser mayor de un gramo por litro (1 g/l).

433.2.4 Aditivos para control de rotura

Cuando las características del proyecto exijan un control especial de los tiempos de rotura y apertura al tránsito, se emplearán aditivos cuyas características se definirán en las especificaciones particulares de construcción. Su dosificación y modo de dispersión deberán contar con el visto bueno del Interventor.

433.2.5 Aditivos para modificar la reología

En caso de incorporar productos modificadores de la reología de una lechada asfáltica elaborada con emulsión asfáltica convencional, fibras por ejemplo, los estudios técnicos del proyecto determinarán su dosificación, así como la del ligante utilizado, de manera que el comportamiento de la lechada sea semejante al que se obtendría al emplear una emulsión modificada con polímeros.

433.3 EQUIPO

Rige lo indicado en el numeral 400.3 del Artículo 400, más lo que se describe a continuación.

El equipo deberá incluir elementos para la explotación y elaboración de agregados pétreos conforme lo describe en el aparte 430.3 del Artículo 430; una mezcladora móvil autopropulsada para la fabricación y extensión de la lechada; elementos para la limpieza de la superficie, elementos para el humedecimiento de la superficie y herramientas menores para correcciones localizadas durante la extensión de la lechada.

La mezcladora móvil será de tipo continuo, dotada de las tolvas, tanques y dispositivos necesarios, sincronizados para dosificar los agregados, el llenante, el agua, la emulsión y los aditivos que requiera la lechada, de manera que permita obtener la composición correspondiente a la fórmula de trabajo; tendrá, además, un mezclador y una caja repartidora o rastra provista de dispositivos para evitar pérdidas laterales y de una maestra regulable de caucho que permita el correcto reparto, extensión y buena terminación de la lechada. La rastra deberá llevar en su interior un dispositivo que reparta uniformemente la lechada asfáltica ante la maestra.

433.4 EJECUCION DE LOS TRABAJOS

433.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Rige lo indicado en el aparte 400.4.1 del Artículo 400.

433.4.2 Diseño de la lechada y obtención de la fórmula de trabajo

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

La consistencia apropiada de la lechada se determinará en el laboratorio por medio de la prueba del cono de consistencia (norma de ensayo INV E-777).

El contenido óptimo de ligante se determinará mediante los ensayos mecánicos de abrasión en pista húmeda, según la norma INV E-778 y absorción de arena en la máquina de rueda cargada, de acuerdo con la norma INV E-779. Para la elección del óptimo, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Pérdida máxima admisible en el ensayo de abrasión 0.065 g/cm^2
- Absorción máxima admisible de arena en el ensayo de rueda cargada:

Tránsito medio diario (vehículos)	Absorción admisible (g/cm ²)
menos de 300	0.08
300 - 1500	0.07
más de 1500	0.06

Salvo que los ensayos del diseño indiquen lo contrario, la composición de la lechada se ajustará a lo establecido en la siguiente tabla:

TIPO DE AGREGADO	LA-1	LA-2	LA-3	LA-4
Ligante residual (% en peso sobre agregados).	5.5-7.5	6.5-12.0	7.0-13.0	10.0-15.0
Agua preenvuelta (% en peso sobre agregados).	8-12	10-15	10-15	10-20
Agua total (% en peso sobre agregados)	10-20	10-20	10-20	10-30
Cantidad de lechada (kg/m ²)	15-20	10-15	7-12	4-8
Capa en que se aplica	2ª o única		cualquiera	1ª o única

La lechada asfáltica no se podrá fabricar a escala industrial, mientras el Interventor no haya aprobado la fórmula de trabajo y realizado las verificaciones correspondientes en la fase de experimentación.

433.4.3 Preparación de la superficie existente

Antes de proceder a la aplicación de la lechada asfáltica, la superficie que habrá de recibirla se limpiará de polvo, barro seco o cualquier material suelto que pueda ser perjudicial, utilizando barredoras mecánicas o máquinas sopladoras. Sólo se permitirá el uso de escobas manuales en lugares inaccesibles a los equipos mecánicos.

Si la superficie sobre la cual se va a aplicar la lechada corresponde a un pavimento asfáltico, se deberán eliminar mediante fresado todos los excesos de ligante que puedan existir y se repararán todos los desperfectos que puedan impedir una correcta adherencia de la lechada asfáltica.

433.4.4 Fase de experimentación

Rige lo indicado en el aparte 400.4.3 del Artículo 400.

433.4.5 Elaboración y aplicación de la lechada asfáltica

Una vez preparada y antes de iniciar la extensión de la lechada, la superficie por tratar deberá ser humedecida con agua de manera uniforme en una cantidad que fijará el Interventor, a la vista del estado de la superficie y las condiciones climatológicas prevalecientes.

Las proporciones de los componentes de la lechada deberán corresponder a la fórmula de trabajo aprobada.

La incorporación de los ingredientes se hará de manera que la envuelta de los agregados por parte del ligante sea completa y homogénea mientras la lechada permanezca en el cajón mezclador.

La lechada preparada en el cajón mezclador de la máquina pasará a través de una compuerta vertedero a la caja repartidora, la cual se encargará de distribuirla de manera uniforme sobre la superficie.

El avance del equipo se hará paralelamente al eje de la carretera y su velocidad se ajustará para garantizar una aplicación correcta de la lechada y una textura uniforme.

El espesor de puesta en obra de la lechada no deberá exceder el correspondiente al tamaño máximo nominal del agregado pétreo empleado en su elaboración.

433.4.6 Juntas de trabajo

Las juntas de trabajo longitudinales no podrán presentar traslapos ni áreas sin cubrir y las acumulaciones que se produzcan serán alisadas manualmente de manera inmediata, antes de la rotura de la emulsión. Al finalizar la extensión de una franja, se realizará una junta

transversal de trabajo, la cual deberá ser recta y perpendicular al eje de la vía. Los traslapes de las juntas transversales deberán ser alisados antes de la rotura de la emulsión, de modo que no se presenten cambios apreciables en la uniformidad de la superficie.

433.4.7 Aplicación en varias capas

En caso de estar prevista una segunda aplicación de lechada asfáltica, ésta no se podrá efectuar hasta cuando haya curado por completo el material extendido en la primera aplicación y haya sido sometido al tránsito automotor al menos durante un (1) día. El material que se desprenda, deberá ser barrido antes de proceder a la aplicación de la segunda capa.

Las juntas longitudinales y transversales de la segunda capa no deberán coincidir con las de la primera.

433.4.8 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la elaboración y aplicación de la lechada si la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie son inferiores a cinco grados Celsius (5°C) o haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra.

433.4.9 Apertura al tránsito

Deberá impedirse la circulación de todo tipo de tránsito sobre las capas que no hayan curado completamente. El tiempo requerido para dicho curado depende del tipo de emulsión, las características de la mezcla y las condiciones climáticas y será definido en la obra por el Interventor.

433.4.10 Reparaciones

Todos los defectos que se presenten durante la ejecución de la lechada asfáltica, tales como juntas irregulares, deficiencias o excesos de dosificación, irregularidades en el alineamiento, huellas del tránsito sobre la lechada sin curar, etc., deberán ser corregidos por el Constructor, sin costo para el Instituto Nacional de Vías, a plena satisfacción del Interventor.

433.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

433.5.1 Controles

Rige lo indicado en el aparte 400.5.1 del Artículo 400.

433.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

433.5.2.1 Calidad de la emulsión

A la llegada de cada carrotanque con emulsión para la lechada asfáltica al sitio de los trabajos, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación original, expedida por el fabricante de la emulsión, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo y velocidad de rotura, así como los resultados de ensayos básicos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer las condiciones especificadas en el numeral 400.2.4 o en el numeral 400.2.5 del Artículo 400 de las presentes especificaciones, según corresponda.

El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de emulsión asfáltica que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Además, efectuará las verificaciones exigidas en el numeral 411.5.2 del Artículo 411 de estas especificaciones cuando se trate de una emulsión convencional o en el numeral 415.5.2 del Artículo 415, cuando se trate de una emulsión modificada con polímeros. 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 las Tablas 400.5 o 400.6 del Artículo 400 de las presentes especificaciones, según el tipo de emulsión utilizada.

433.5.2.2 Calidad del agua

Siempre que el Interventor tenga alguna sospecha en relación con la calidad del agua empleada, verificará su pH y su contenido de sulfatos, cuyos valores deberán ser acordes con lo exigido en el aparte 433.2.3, para permitir su empleo.

433.5.2.3 Calidad de los agregados pétreos y el llenante mineral

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

El desgaste en la máquina de Los Ángeles, según norma de ensayo INV E-218.

Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio o de magnesio, de acuerdo con la norma de ensayo INV E-220.

El coeficiente de pulimento acelerado, según la norma de ensayo INV E-232.

La adhesividad, mediante la norma de ensayo INV E-774.

El equivalente de arena, según norma de ensayo INV E-133. Si el resultado de esta prueba no satisface la exigencia de la Tabla 400.1, pero está por encima de 40%, se deberá determinar el índice de azul de metileno sobre el agregado combinado, en acuerdo con la norma de ensayo INV E-235.

La plasticidad, en acuerdo con las normas de ensayo INV E-125 y E-126.

Así mismo, para cada procedencia del llenante mineral y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y sobre ellas se determinará la densidad aparente en tolueno (norma INV E-225).

Los resultados de todas estas pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en el aparte 400.2.1 del Artículo 400. Todos los materiales defectuosos serán rechazados por el Interventor. Durante la etapa de producción, el Interventor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, material orgánica o tamaños superiores al especificado. También, ordenará acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación o plasticidad y vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores.

Además, efectuará las siguientes verificaciones:

Determinación de la granulometría de los agregados (INV E-123), una (1) vez por jornada.

Determinación de la plasticidad de la fracción fina (INV E-125 y 126), una (1) vez por jornada.

Determinación del equivalente de arena (INV E-133) y del índice de azul de metileno (INV E-235) cuando este último sea necesario, una (1) vez por semana.

Determinación de la adhesividad (INV E-774), una (1) vez por semana.

Determinación del desgaste Los Ángeles (INV E-218) y la solidez (INV-220), al menos una (1) vez mensual.

Sobre el llenante mineral se efectuarán pruebas de densidad aparente (INV E-225) a razón de una (1) vez por semana, como mínimo, y siempre que se cambie la procedencia del llenante.

433.5.2.4 Composición y resistencia de la lechada

a. Contenido de asfalto

Para efectos del control, se considerará como lote que se aceptará o rechazará en su totalidad, la lechada asfáltica correspondiente a dos (2) cargas de la máquina mezcladora. De ella, el Interventor extraerá un mínimo de cinco (5) muestras de la mezcla en la descarga de la máquina, de un peso aproximado de dos kilogramos (2 kg) cada una, las cuales empleará en la determinación del contenido de asfalto (INV E-732) y la granulometría de los agregados (INV E-782).

El contenido medio de asfalto residual del tramo constituido por el lote (ART%) no deberá diferir del contenido de asfalto establecido en la fórmula de trabajo (ARF%) en más de medio por ciento (0.5%).

$$ARF \% - 0.5\% \leq ART \% \leq ARF \% + 0.5\%$$

A su vez, sólo se admitirá un valor de contenido de asfalto residual de muestra individual (ARI%) que se aparte en más de uno por ciento (1.0%) del valor medio del lote.

$$ART \% - 1.0\% \leq ARI \% \leq ART\% + 1.0\%$$

Si alguno de estos requisitos se incumple, se rechazará el lote.

b. Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados. Para cada ensayo individual, la curva granulométrica deberá encajar dentro de la franja adoptada, ajustándose a la fórmula de trabajo aceptada, con las tolerancias que se indican a continuación:

Porcentaje que pasa el tamiz de

4.75 mm (No.4) y mayores $\pm 4\%$ sobre el peso seco de los agregados

Porcentaje que pasa tamices inferiores al

4.75 mm (No.4), hasta el de 180 mm

(No.80) inclusive $\pm 3\%$ sobre el peso seco de los agregados.

Porcentaje que pasa el tamiz de 75 mm

(No.200) $\pm 1\%$ sobre el peso seco de los agregados.

Cuando los valores obtenidos incumplan estos requisitos, pero no salgan de la franja, el Constructor deberá preparar una lechada con la gradación defectuosa y el porcentaje de emulsión que dé lugar al contenido medio de asfalto residual de la lechada elaborada con este agregado. Ella se someterá a las pruebas de resistencia y absorción mencionadas en el aparte 433.4.2 de esta especificación. En caso de no cumplir los requisitos exigidos por dichas pruebas, se rechazará el lote.

c. Resistencia

Por cada lote se extraerán tres (3) muestras de la mezcla en la descarga de la máquina, con las cuales se elaborarán especímenes para los ensayos de abrasión en pista húmeda (INV E-778) y absorción de arena en la máquina de rueda cargada (INV E-779).

El desgaste medio (dm) y la absorción media de arena (Am), no deberán superar los valores definidos en la fórmula de trabajo (dt) y (At) en más de veinte por ciento (20%). En caso contrario, se rechazará el lote.

$$dm \leq 1.2 dt$$

$$Am \leq 1.2 At$$

433.5.2.5 Calidad del producto terminado

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

Además, para cada lote, el Interventor adelantará los siguientes controles:

a. Tasa de aplicación

En sitios del lote ubicados al azar, se efectuarán como mínimo tres (3) determinaciones diarias de la tasa de aplicación de la lechada sobre la superficie. La dotación de la lechada asfáltica se verificará dividiendo la masa total de la mezcladora antes y después de la extensión, por la superficie realmente tratada. Para ello, se deberá disponer de una báscula calibrada.

La tasa media de aplicación (TMA), en kg/m^2 , no podrá variar en más de quince por ciento (15%) de la autorizada como resultado de la fase de experimentación (TME), so pena del rechazo del tramo que constituye el lote.

$$0.85 TME \leq TMA \leq 1.15 TME$$

b. Textura y resistencia al deslizamiento

Por cada lote se deberán efectuar, como mínimo, tres (3) pruebas de resistencia al deslizamiento (INV E-792) y tres (3) de profundidad de textura con el círculo de arena (INV E-791). Las primeras se realizarán una vez transcurridos treinta (30) días de la extensión de la lechada, en tanto que las segundas se adelantarán dentro de los quince (15) días siguientes a su aplicación.

Los valores promedio de estos parámetros no podrán ser menores que los mínimos admisibles relacionados en la tabla que se incluye a continuación. Ningún valor individual del coeficiente de resistencia al deslizamiento podrá ser inferior al valor indicado en la tabla en más de diez centésimas (0.10) y ninguno de la profundidad de textura podrá ser inferior en más de veinte por ciento (20%) al promedio mínimo exigido. El incumplimiento de al menos uno de estos requisitos implicará el rechazo del lote representado por los ensayos. En tal caso, la lechada deberá ser levantada mediante fresado y repuesta con una adecuada, por cuenta del Constructor, a plena satisfacción del Interventor y sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO Y PROFUNDIDAD DE TEXTURA MÍNIMAS ADMISIBLES PARA LAS LECHADAS ASFÁLTICAS

Característica	Tipo de agregado			
	LA-1	LA-2	LA-3	LA-4
Resistencia al deslizamiento	0.60	0.60	0.55	0.50
Profundidad de textura (mm)	1.1	0.9	0.7	0.5

c. Rugosidad

Debido a sus características y limitado espesor, las lechadas asfálticas no pueden corregir defectos asociados con la falta de regularidad del perfil longitudinal de la calzada. Por tal razón, no se permitirá la colocación de la lechada, 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.

Si el Interventor considera que las deficiencias de calidad del producto terminado no son generalizadas en toda el área antes considerada, 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 tramo construido con dicha carga.

Todos los lotes donde los defectos de calidad y las irregularidades excedan las tolerancias indicadas en el presente numeral, deberán ser corregidos por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a satisfacción de éste.

433.6 MEDIDA

Rige lo indicado en el aparte 400.6.1 del Artículo 400.

433.7 FORMA DE PAGO

Rige lo indicado en el aparte 400.7.1 del Artículo 400.

ITEM DE PAGO

433.1 Lechada asfáltica con emulsión CRL-1h, tipo LA-1	Metro cuadrado (m ²)
433.2 Lechada asfáltica con emulsión CRL-1h, tipo LA-2	Metro cuadrado (m ²)
433.3 Lechada asfáltica con emulsión CRL-1h, tipo LA-3	Metro cuadrado (m ²)
433.4 Lechada asfáltica con emulsión CRL-1h, tipo LA-4	Metro cuadrado (m ²)
433.5 Lechada asfáltica con emulsión CRL-1hm ,tipo LA-1	Metro cuadrado (m ²)
433.6 Lechada asfáltica con emulsión CRL-1hm, tipo LA-2	Metro cuadrado (m ²)
433.7 Lechada asfáltica con emulsión CRL-1hm, tipo LA-3	Metro cuadrado (m ²)
433.8 Lechada asfáltica con emulsión CRL-1hm, tipo LA-4	Metro cuadrado (m ²)