SECCIÓN 512-11

MEZCLA ASFÁLTICA DRENANTE EN CALIENTE

512.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y compactación, de una capa de mezcla asfáltica de tipo drenante, preparada y colocada en caliente, la cual se emplea como rodadura para medios y altos volúmenes de tránsito, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos.

Esta Sección no hace referencia a las mezclas asfálticas en caliente de tipo denso (MD), semidenso (MS), grueso (MG), abiertas (MAC), o discontinuas (MM/MF), las cuales son objeto de las Secciones 510-10, 514-10, y 520-10 del Capítulo 5 de estas especificaciones.

La designación de la mezcla asfáltica drenante será con las letras MDr, indicativas de Mezcla Drenante, seguida por un número 15 que identifica el tamaño máximo nominal del agregado pétreo, definido como el número entero, en milímetros, que más se acerca a la abertura del primer tamiz que retiene de forma acumulada más de diez por ciento (10 %), en masa, del agregado.

512.2 MATERIALES

512.2.1 Criterio de Aceptación

Los requisitos que se exigen en esta Sección para garantizar la calidad de los materiales son un conjunto de propiedades que buscan garantizar un adecuado desempeño con el tiempo de las estructuras construidas. La evaluación de los materiales no se centrará en un único parámetro sino en el conjunto de los mismos; por tal motivo, la aprobación de los materiales a ser empleados deberá ser sustentada mediante un informe técnico desarrollado por el especialista de geotecnia y/o pavimentos, donde se consigne cuál será el desempeño de las capas construidas relacionando los resultados obtenidos de la caracterización de los materiales con sus posibles cambios en el proceso de construcción, y la durabilidad y desempeño en el periodo de diseño, proponiendo las estrategias necesarias a nivel constructivo para garantizar el cumplimiento de las exigencias del diseño.

El interventor aprobará o rechazará los materiales en función de los requisitos establecidos en esta Sección y el informe de desempeño del especialista.

512.2.2 Agregados pétreos y llenante mineral

Los agregados pétreos empleados para la ejecución de la mezcla asfáltica drenante deberán poseer una naturaleza tal, que al aplicársele una capa de material asfáltico a utilizar en el trabajo, ésta no se desprenda por la acción combinada del agua y del tránsito. Cuando se empleen agregados con características hidrófilas, se deberá comprobar la adhesividad con el asfalto cumpliendo el requisito de pérdida por abrasión que se indica en el numeral 512.3.2 de esta Sección.

El Constructor es el responsable de los materiales que suministre para la ejecución de las mezclas asfálticas drenantes, y deberá realizar todos los ensayos físicos, químicos, mecánicos, y petrológicos que sean necesarios para asegurar la calidad e inalterabilidad de los agregados que pretende utilizar, independiente y complementariamente de todos los que de manera taxativa se exigen en esta Sección.

512.2.2.1 Agregado grueso

Para el objeto de la presente Sección, se denominará agregado grueso a la porción del agregado retenida en el tamiz de 4.75 mm (No. 4). Dicho agregado deberá proceder de la trituración de piedra de cantera o de grava natural, o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan impedir la adhesión completa del asfalto o afecten adversamente la durabilidad de la mezcla compactada. Sus requisitos básicos de calidad se presentan en la Tabla 512.1.

Tabla 512.1
Requisitos del agregado grueso para mezclas asfálticas drenantes

Ensayo		Norma de Ensayo	Requisitos por Categoría de Tránsito	
			T2-T3	T4-T5
Petrografía				
Análisis petrográfico		ASTM C-295	Nota (1)	
Dureza				
Desgaste Los Ángeles	En seco, 500 revoluciones, % máximo	INV E-218-07	30	25
Micro Deval, % máximo		INV E-238-07	25	20
10% de finos	Valor en seco, kN mínimo	INV E-224-07	75	110
	Relación húmedo/seco, % mínimo		75	75
Durabilidad				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	Sulfato de Magnesio	INV E-220-07	18	18
Geometría de las Partículas				
Partículas Fracturadas Mecánicamente, % mínimo	- 1 cara - 2 caras	INVE-227-07	75 60	90 75
Índice de Aplanamiento, % máximo		INV E-230-07	25	20
Índice de Alargamiento, % máximo		INV E-230-07	25	20
Resistencia al Pulimento				
Coeficiente de Pulimento Acelerado para capas de rodadura, valor mínimo		INV E-232-07	0.45	0.50

(1) En este análisis se deben describir y clasificar los constituyentes de la muestra de agregado, y determinar sus cantidades relativas, identificar tipos y variedades de rocas, la presencia de minerales química y volumétricamente inestables o reactivos, grado de meteorización o alteración, nivel de porosidad y posible presencia de contaminantes en los agregados presentándolo en porcentajes. Se debe establecer un concepto sobre la forma de adherencia posible del asfalto con el agregado en relación a la acidez de los materiales y el tipo de asfalto a usar.

Cuando la fórmula de trabajo exija la mezcla de dos (2) o más agregados gruesos para obtener la granulometría de diseño, los requisitos indicados en la Tabla 512.1 deberán ser satisfechos para el conjunto de la mezcla.

512.2.2.2 Agregado fino

Para el objeto de la presente Sección, se denominará agregado fino a la porción comprendida entre los tamices de 4.75 mm (No. 4) y 75 μm (No. 200). 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 los límites establecidos en la Tabla 512.2.

Los granos del agregado fino deberán ser duros, limpios y de superficie rugosa y angular. El material deberá estar libre de cualquier sustancia que impida la adhesión del asfalto y deberá satisfacer los requisitos de calidad indicados en la Tabla 512.2.

Cuando la fórmula de trabajo exija la mezcla de dos (2) o más agregados finos para obtener la granulometría de diseño, los requisitos indicados en la Tabla 512.2 deberán ser satisfechos para el conjunto de la mezcla.

Tabla 512.2
Requisitos del agregado fino para mezclas asfálticas drenantes

Ensayo		Norma de Ensayo	Requisitos por Categoría de Tránsito	
			T2-T3	T4-T5
Petrografía				
Análisis petrográfico		ASTM C-295	Nota (1)	
Contenido de Arena Natural				
Proporción máxima de arena natural , en peso		-	50	50
Durabilidad				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220-07	18	18
Geometría de las Partículas				
Angularidad del Agregado Fino, % mínimo		AASHTO T-304	45	45

(1) En este análisis se deben describir y clasificar los constituyentes de la muestra de agregado, y determinar sus cantidades relativas, identificar tipos y variedades de rocas, la presencia de minerales química y volumétricamente inestables o reactivos, grado de meteorización o alteración, nivel de porosidad y posible presencia de contaminantes en los agregados presentándolo en porcentajes. Se debe establecer un concepto sobre la forma de adherencia posible del asfalto con el agregado en relación a la acidez de los materiales y el tipo de asfalto a usar.

512.2.2.3 Llenante mineral

El llenante mineral es la porción del agregado que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200), la cual podrá provenir de los procesos de trituración y clasificación de los agregados pétreos o del colector de polvo de la planta mezcladora, o podrá ser un producto comercial, generalmente cal hidratada o cemento Portland, que cumpla con la norma ASTM D-242.

El llenante mineral deberá satisfacer los requisitos de la Tabla 512.3. Sólo una parte del llenante mineral podrá proceder directamente de los agregados pétreos, y llegar junto

con ellos al tambor de mezcla; el resto del llenante mineral, proceda este de los agregados pétreos o se utilice otro producto preparado para este fin, deberá ser introducido al tambor de mezcla en forma separada de los agregados.

La proporción de llenante mineral de aporte deberá ser, como mínimo, la indicada en la Tabla 512.3, excluido el que inevitablemente quede adherido a los agregados. Este último, no podrá exceder de dos por ciento (2%) de la masa de la mezcla, salvo que el Interventor confirme que cumple las mismas condiciones que el exigido como aporte.

Tabla 512.3
Requisitos del llenante mineral para mezclas asfálticas drenantes

Ensayo	Norma de Ensayo	Requisito
Cantidad de Llenante Mineral de Aporte		
Proporción de Llenante Mineral de Aporte, % mínimo en peso del llenante total	INV E-123-07	50
Peso Unitario		
Peso Unitario Aparente, determinado por el ensayo de sedimentación en tolueno, g/cm³	INV E– 225-07	0.5 a 0.8
Poder Rigidizante		
Diferencia entre el punto de ablandamiento de una mezcla compuesta por 60% de llenante y 40% de asfalto 60-70 y la que corresponde al asfalto puro (proporciones en peso), °C	INV E-712-07	10 a 20

512.2.2.4 Agregados combinados

512.2.2.4.1 Granulometría

La mezcla de los agregados grueso y fino, y el llenante mineral, deberá ajustarse, en cuanto a su granulometría, a las exigencias que se presentan en la Tabla 512.4. Las determinaciones se efectuarán de acuerdo con la norma de ensayo INV E-213-07.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente Sección, el material que produzca el Constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme, 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 512.4
Granulometría de agregados combinados para mezclas asfálticas drenantes

Tipo de Mezcla	Tamiz (mm / U.S. Standard)						
	19.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	3/4”	1/2”	3/8”	No.4	No.10	No.40	No.200
	% Pasa						

Drenante	**MDr15**	100	70-100	50-75	15-32	9-20	5-12	3-7

512.2.2.4.2 Proporción de finos y Actividad

La Proporción de finos y Actividad se determinará sobre el agregado finalmente obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, incluido el llenante mineral, y deberá cumplir los requisitos que se exigen en la Tabla 512.5.

Tabla 512.5
Requisitos de Proporción de Finos y Actividad para el agregado combinado

Ensayo	Norma de Ensayo	Requisitos por Categoría de Tránsito		
		T0-T1	T2-T3	T4-T5
Índice de Plasticidad, % máximo	INV E-126-07	No plástico	No plástico	No plástico
Equivalente de Arena, % mínimo	INV E-133-07	40	40	40
Valor de Azul de Metileno, mg/g máximo	INV E-235-07	8	8	8

512.2.3 Ligante asfáltico

El material bituminoso para elaborar la mezcla asfáltica drenante será cemento asfáltico modificado con polímeros, que corresponda a los tipos I ó II de la Tabla 202.1 de la Sección 202 de las presentes especificaciones. El tipo por utilizar será el definido en los documentos técnicos del proyecto.

512.2.4 Aditivos mejoradores de adherencia entre agregados y asfalto

Cuando se requieran, deberán ser propuestos por el Constructor, y su tipo y dosificación deberán asegurar el cumplimiento del requisito de pérdida por abrasión que se indica en el numeral 512.3.2 de esta Sección. Así mismo, el Constructor deberá garantizar que su incorporación no producirá ningún efecto nocivo a los agregados, al ligante asfáltico, o a la mezcla. Cualquier efecto adverso en el comportamiento del pavimento que se derive del empleo del aditivo será de responsabilidad exclusiva del Constructor, quien deberá efectuar todas las reparaciones que requiera la mezcla compactada, de acuerdo con las instrucciones del Interventor o del Instituto de Desarrollo Urbano.

512.3 DISEÑO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

Antes de iniciar el acopio de los agregados, el Constructor deberá suministrar, para verificación del Interventor, muestras de ellos y del ligante asfáltico por emplear, y de los eventuales aditivos, para que sean avalados por medio de ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en la mezcla.

Una vez el Interventor efectúe todas las comprobaciones que considere convenientes y dé su aprobación a los ingredientes, el Constructor definirá una "fórmula de trabajo" que deberá cumplir todas las exigencias establecidas en la presente Sección. En dicha fórmula se consignarán la granulometría de cada uno de los agregados pétreos y las proporciones en que ellos deben mezclarse, junto con el llenante mineral, para obtener la gradación establecida para el microaglomerado por construir. Siempre que el Instituto de Desarrollo Urbano exija que se evalúen las propiedades de empaquetamiento de los agregados en la mezcla, se aplicará para ello el método Bailey.

El Constructor elaborará un informe detallado en el cual presentará y sustentará la mezcla que pretende colocar en la obra, incluyendo la evaluación de los agregados y del asfalto, y la fórmula de trabajo.

Además de las proporciones de mezcla de los agregados, se deberá indicar el porcentaje del ligante asfáltico residual (aproximado a la décima) en relación con el peso de la mezcla, y los porcentajes de aditivos respecto del peso del ligante asfáltico, cuando su incorporación resulte necesaria.

También deberán señalarse:

- Los tiempos requeridos para la mezcla de los agregados en seco y para la mezcla de los agregados con el ligante bituminoso.
- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de los agregados y del ligante.
- Las temperaturas máximas y mínimas al salir del mezclador, las cuales dependerán del tipo de planta en la cual ésta se elabore.
- La temperatura mínima de la mezcla en el momento de la descarga desde el equipo de transporte.
- Las temperaturas máxima y mínima aceptables de la mezcla al inicio y terminación de la compactación.

La aprobación de la fórmula de trabajo por parte del Interventor no exime al Constructor de su plena responsabilidad de alcanzar, con base en ella, la calidad exigida en esta Sección.

La fórmula de trabajo establecida en el laboratorio se podrá ajustar con los resultados de las pruebas realizadas durante la fase de experimentación. Igualmente, si durante la ejecución de las obras varía la procedencia de alguno de los componentes de la mezcla o se rebasan de manera frecuente las tolerancias granulométricas establecidas en esta Sección, se requerirá el estudio de una nueva fórmula de trabajo.

512.3.1 Diseño de las mezclas asfálticas

El diseño de las mezclas asfálticas drenantes objeto de esta Sección se efectuará a partir de probetas tipo Marshall (norma de ensayo INV E-748-07) y confeccionadas como se

describe en el ensayo Cántabro (norma de ensayo INV E-760-07). Las temperaturas de mezcla y compactación dependerán de las características del ligante bituminoso que se emplee y se definirán en cada caso particular durante la etapa de diseño. La temperatura de elaboración de la mezcla deberá ser tal, que se obtenga una adecuada envuelta del agregado, sin que se produzcan escurrimientos del ligante.

Los criterios para la definición preliminar del porcentaje óptimo de asfalto de la mezcla son los indicados en la Tabla 512.6.

Tabla 512.6
Criterios de diseño de la mezcla asfáltica drenante

Característica	Norma de ensayo	Valor
Vacíos con aire (%)	INV E-736-07	20 -25
Pérdida por abrasión (a 25° C)	INV E-760-07	Máximo 25 %

Para asegurar que los vacíos con aire están debidamente interconectados, se realizará una prueba de permeabilidad. La capacidad de drenaje se mide colocando cien mililitros (100 ml) de agua en un molde conteniendo la probeta prehumedecida. El tiempo que tarde el agua en atravesar la muestra no deberá exceder de quince segundos (15 s).

La dosificación del material bituminoso no podrá ser inferior a cuatro y medio por ciento (4.5 %), respecto del peso seco de los agregados, incluido el llenante mineral.

512.3.2 Comprobación de la adhesividad

En todos los casos, se deberá comprobar la adhesividad entre el agregado y el ligante, caracterizando la mezcla en presencia de agua. Al efecto, la pérdida por abrasión en el ensayo Cántabro, según la norma de ensayo INV E-760-07, tras ser sometidas las probetas a un proceso de inmersión en agua durante veinticuatro horas (24 h) a sesenta grados Celsius (60° C), no podrá exceder de cuarenta por ciento (40 %). Si se supera este valor, se deberá mejorar la adhesividad mediante un aditivo mejorador de adherencia apropiado.

512.3.3 Módulo Dinámico

La mezcla óptima diseñada deberá ser verificada con la medida de su módulo dinámico de acuerdo con las hipótesis de diseño y los criterios de fatiga empleados.

Para esto se elaborarán tres (3) probetas por cada quinientos metros cúbicos (500 m^3) de mezcla asfáltica en caliente colocada, para verificar en el laboratorio la medida de su módulo dinámico, según la norma INV E-754-07.

El módulo promedio de las tres (3) probetas (M_m) no podrá exceder en más del quince por ciento (15%) el valor considerado en la hipótesis de diseño (M_d), ni encontrarse por debajo en más del cinco por ciento (5%) de este valor.

$$0.95M_d \leq M_m \leq 1.15M_d$$

Si este valor del módulo no se cumple, será necesario rediseñar la mezcla hasta lograr su cumplimiento.

512.3.4 Leyes de Fatiga

Se establecen dos instancias para la verificación de la condición de fatiga de la mezcla asfáltica, la primera corresponde a la aprobación de la mezcla en concordancia con las hipótesis de diseño, y la segunda corresponde al control de calidad para la aprobación de la misma, con el fin de garantizar la conformidad del producto durante la ejecución de la obra.

La medida de la ley de fatiga en la mezcla asfáltica se realizará de acuerdo con el método de ensayo y la instancia correspondiente que se establecen en la Tabla 512.7. Para obtener la aprobación del uso de la mezcla, el Constructor deberá presentar, adicional al diseño, el histórico del último año de los registros del ensayo de fatiga, realizados para ese tipo de mezcla en la planta seleccionada para el suministro. El especialista de pavimentos, mediante concepto técnico, analizará el comportamiento y la variabilidad en la producción de la mezcla y su aproximación a las hipótesis de diseño.

Para el caso de plantas nuevas que no cuenten con un registro histórico, se deberán realizar, como mínimo, tres (3) pruebas diferentes sobre el mismo tipo de mezcla producida en diferentes días, con el fin de analizar su variabilidad.

Tabla 512.7
Método de Ensayo para la medida de la ley de fatiga

Instancia	Método de Ensayo	Mezcla asfáltica a ensayar
Diseño	Deformación controlada	Óptima diseñada
Control de Calidad	Deformación controlada o Esfuerzo controlado (1)	Suministrada en la vía por la planta

(1) Una vez adoptado un método de ensayo en el procedimiento de control, éste no se debe variar.

Los ensayos de fatiga se realizarán bajo condiciones de densidad, temperatura y frecuencia representativas de las condiciones reales de operación del pavimento. Las

probetas que se sometan a este ensayo deberán ser elaboradas con una mezcla sometida a envejecimiento previo según la norma de ensayo AASHTO R-30.

El Constructor deberá asegurarse de que las leyes de fatiga de las mezclas que elabore sean adecuadas para las necesidades de tránsito del proyecto donde se utilizará, por cuanto será de su entera y única responsabilidad cualquier deterioro prematuro atribuible exclusivamente a la fatiga de las capas asfálticas, durante el período de garantía de estabilidad de la obra.

512.4 EQUIPO

En adición a lo descrito en la Sección 107.2 del Capítulo 1, se tendrá en cuenta lo que se indica a continuación.

512.4.1 Equipo para el procesamiento de los agregados

La planta de trituración estará provista de una trituradora primaria, una secundaria, y una terciaria, siempre que ésta última se requiera; deberá incluir una clasificadora adecuada y, de ser necesario, un equipo de lavado. Además, deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental, de acuerdo con la reglamentación vigente.

512.4.2 Planta central de mezcla

512.4.2.1 Requisitos para todas las plantas

La mezcla asfáltica drenante se fabricará en plantas centrales de tipo continuo o discontinuo, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada, y su capacidad mínima de producción estará señalada en el Pliego de Condiciones y dependerá de las características de la obra por ejecutar.

Las plantas productoras de mezcla asfáltica deberán cumplir con lo establecido en la reglamentación vigente sobre protección y control de calidad del aire, y para su funcionamiento en la obra. Se deberá presentar al Instituto de Desarrollo Urbano la correspondiente autorización expedida por la entidad nacional o regional encargada de otorgar tales permisos.

Las tolvas para agregados en frío deberán tener paredes resistentes, con bocas de anchura suficiente para que la alimentación se pueda realizar correctamente. La separación entre ellas debe garantizar que no se produzcan inter-contaminaciones. Además, sus dispositivos de salida deben permitir ajustes exactos para mantenerlos en cualquier posición. El número mínimo de tolvas será función del número de fracciones de agregados por emplear. En centrales que produzcan mezclas para vías con tránsitos de

las clases T2 y T3, el número de tolvas de alimentación en frío no podrá ser menor de tres (3); para tránsitos de las clases T4 y T5, el número de tolvas de alimentación en frío no podrá ser menor de cuatro (4).

La central estará dotada de un tambor secador que permita el secado correcto de los agregados, así como su calentamiento a la temperatura adecuada para la fabricación de la mezcla. Su sistema de combustión, que deberá ser limpio y completo, debe impedir la emisión de residuos que contaminen los agregados y la atmósfera. La planta deberá poseer, además, un dispositivo que permita la toma de muestras de agregados pétreos secos, antes de su mezcla con el ligante asfáltico, para verificar su limpieza. El sistema de extracción de polvo, por vía seca o húmeda, deberá evitar su emisión a la atmósfera y el vertido de lodos a cauces de agua e instalaciones sanitarias, de acuerdo con la legislación ambiental y sanitaria vigente.

El combustible empleado para la producción de la mezcla será propano, butano, gas natural o fuel oil de los grados 1, 2, 4 ó 5. Los dos últimos (grados 4 y 5) deben cumplir los requisitos de la norma ASTM D 396. Se permite el empleo de aceites combustibles reciclados, siempre que cumplan los requisitos de la norma ASTM D 6448. El Constructor deberá certificar que cada carga de aceite combustible satisface los requisitos de la especificación ASTM aplicable. La producción de la mezcla se deberá detener si hay signos de avería en el sistema de combustión, si ocurre una combustión incompleta o se observa contaminación en los agregados o en la mezcla, y sólo se podrá reiniciar cuando, a juicio del Interventor, el problema quede satisfactoriamente resuelto.

En caso de que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación exacta de los mismos.

La instalación estará dotada de sistemas independientes de almacenamiento y alimentación del llenante de recuperación y adición, los cuales deberán estar protegidos contra la humedad y ser independientes de los correspondientes al resto de los agregados.

Si la planta posee silo de almacenamiento de la mezcla elaborada, su capacidad deberá garantizar el flujo normal de los vehículos de transporte, así como que la mezcla acopiada no haya perdido ninguna de sus características en las cuarenta y ocho (48) horas siguientes a la fabricación, en especial la homogeneidad del conjunto y las propiedades del ligante. El silo de almacenamiento deberá contar con una tolva de compensación u otro elemento de descarga en su parte superior, cuya ubicación y funcionamiento sean correctos, de manera que eviten la segregación de la mezcla que se va a almacenar.

El sistema de almacenamiento, calefacción, y alimentación del asfalto, deberá permitir su recirculación y su calentamiento a la temperatura de empleo, de manera que no se produzcan sobrecalentamientos localizados ni se sobrepasen las temperaturas máximas admisibles de calentamiento del producto. En el calentamiento del asfalto se emplearán, preferentemente, serpentines de aceite o vapor, evitándose en todo caso el contacto del ligante con elementos metálicos que se encuentren a temperatura muy superior a la de almacenamiento. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc., deberán estar provistos de

dispositivos calefactores o aislamientos. La descarga de retorno del ligante a los tanques de almacenamiento será siempre sumergida. Se dispondrán termómetros en lugares convenientes para asegurar el control de la temperatura del ligante, especialmente en la boca de salida de éste al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de dispositivos para tomar muestras y para comprobar la calibración del dispositivo de dosificación.

512.4.2.2 Requisitos específicos para las plantas de tipo discontinuo

Las plantas de tipo discontinuo, donde la dosificación definitiva de los agregados pétreos se realiza en caliente, estarán dotadas de un sistema de clasificación de los agregados en caliente de capacidad adecuada a la producción del mezclador, en un número de fracciones no inferior a tres (3), y de tolvas de almacenamiento de las mismas, cuyas paredes serán resistentes y de altura suficiente para evitar inter-contaminaciones. Dichas tolvas en caliente estarán dotadas de un rebosadero para evitar que un exceso de contenido se vierta en las tolvas contiguas o afecte el funcionamiento del sistema de dosificación, de un dispositivo de alarma claramente perceptible por el operador, que avise cuando el nivel de la tolva baje de aquel que proporcione la cantidad calibrada, y de un dispositivo para la toma de muestras de las fracciones almacenadas. La instalación deberá estar provista de indicadores de temperatura para los agregados, situados a la salida del secador y en las tolvas en caliente.

Las instalaciones para la dosificación por peso de los agregados en caliente, del llenante mineral de aporte, y del ligante asfáltico, deberán estar provistas de dosificadores de tipo volumétrico o ponderales independientes para cada material. La precisión de los dispositivos de dosificación de los agregados deberá ser superior al medio por ciento (± 0.5%). Los dispositivos de dosificación ponderal del llenante y del ligante tendrán, como mínimo, una precisión de tres por mil (± 0.3 %).

El ligante asfáltico se distribuirá uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no permitirán fugas ni goteos. El sistema dosificador del ligante deberá disponer de dispositivos para su calibración a la temperatura y presión de trabajo.

La operación de la planta deberá ser totalmente automática.

512.4.2.3 Requisitos específicos para las plantas de tipo continuo

En las plantas de tipo continuo, como es el caso de las de tipo tambor secador-mezclador, donde la dosificación definitiva de los agregados pétreos se realiza en frío, el sistema de dosificación de los agregados deberá ser ponderal y deberá tener en cuenta su humedad para corregir la dosificación en función de ella. En aquellas plantas de tipo continuo que no sean del tipo tambor-secador-mezclador, las tolvas de agregados clasificados calientes deberán estar provistas de dispositivos de salida que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier posición; estos dispositivos deberán ser

calibrados antes de iniciar la fabricación de cualquier tipo de mezcla, en condiciones reales de funcionamiento.

El sistema dosificador deberá estar sincronizado con la alimentación de los agregados pétreos y el llenante mineral, de manera de asegurar la dosificación correcta de la mezcla. Los agregados serán transportados por bandas desde las tolvas hasta el mezclador, que será de tipo de ejes gemelos, donde se incorporarán con el ligante bituminoso. El tambor deberá calentar, cubrir y mezclar uniformemente los materiales, evitando cualquier sobrecalentamiento que pueda afectar adversamente las características y el comportamiento de la mezcla. El dispositivo medidor del asfalto deberá controlar adecuadamente la rata de ligante que se incorpora a la mezcla y responder instantáneamente a cualquier variación en la rata de alimentación de los agregados. La difusión del asfalto deberá ser homogénea y de manera que no exista ningún riesgo de contacto con la llama ni de someter al ligante a temperaturas inadecuadas.

Se deberá instalar un pirómetro en el extremo de descarga del mezclador para verificar la temperatura de la mezcla. La producción de la planta se deberá limitar a la velocidad requerida para obtener una envuelta correcta de los agregados, cumpliendo con los requisitos de temperatura del ligante según se haya determinado al establecer la fórmula de trabajo.

512.4.3 Equipo de transporte

Tanto los agregados pétreos como las mezclas asfálticas en caliente se transportarán en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Cuando vaya a transportar mezcla, la superficie interna del platón deberá ser tratada, con el fin de evitar la adherencia de la mezcla a ella, empleando un producto cuya composición y cantidad deberán ser aprobadas por el Interventor. La forma y altura del platón deberán ser tales, que durante el vertido de la mezcla a la máquina pavimentadora, la volqueta sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos para ello.

Las volquetas deberán estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames.

En relación con las volquetas, el Constructor deberá tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones sobre tránsito automotor y medio ambiente, emanadas por las autoridades competentes, en especial el Ministerio del Transporte (MT), la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM), y la Secretaría Distrital de Medio Ambiente (SDMA).

El equipo para transferencia de la mezcla (Shuttle buggy), cuyo empleo es de carácter opcional, tiene por finalidad reducir la segregación y transferir la mezcla de las volquetas a la tolva de la máquina pavimentadora, sin que aquellas entren en contacto con ésta, ni circulen sobre superficies con riegos de imprimación o liga.

Todos los vehículos para el transporte de materiales deberán cumplir con las disposiciones legales referentes al control de la contaminación ambiental. Ningún vehículo de los utilizados por el Constructor para el transporte del material podrá exceder las dimensiones y las cargas admisibles por eje y totales fijadas por las disposiciones legales vigentes al respecto.

512.4.4 Equipo para la extensión de la mezcla

La extensión de las mezclas asfálticas drenantes se hará con máquinas pavimentadoras autopropulsadas, adecuadas para extender y terminar la mezcla con un mínimo de pre-compactación, de acuerdo con los anchos y espesores especificados. La capacidad de la tolva, así como la potencia de la máquina, deberán ser adecuadas para el tipo de trabajo que deban desarrollar.

La pavimentadora estará equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sinfín, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores. Poseerá un equipo de dirección adecuado y tendrá velocidades para retroceder y avanzar. La pavimentadora tendrá dispositivos automáticos de nivelación y un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal. Será ajustable para lograr la sección transversal especificada del espesor de diseño u ordenada por el Interventor.

Si se determina que durante su operación el equipo deja huellas en la superficie de la capa, áreas defectuosas u otras irregularidades objetables que no sean fácilmente corregibles durante la construcción, el Constructor deberá proceder de inmediato a su reparación o cambio.

512.4.5 Equipo de compactación

Se deberán utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios. El equipo de compactación deberá contar con el visto bueno del Interventor, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación. Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y estar dotados de inversores de marcha suaves; además, deberán estar provistos de dispositivos para la limpieza de los rodillos o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario.

Los compactadores de rodillos metálicos no deberán presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático.

Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos compactadores, serán las necesarias para conseguir la densidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, pero sin producir roturas del agregado ni agrietamientos o desplazamientos de la mezcla a la temperatura de compactación.

512.4.6 Equipo accesorio

Estará constituido por elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Así mismo, se requieren equipos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, y herramientas menores para efectuar distribuciones, compactación y correcciones manuales localizadas durante la extensión de la mezcla.

512.5 REQUERIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

512.5.1 Fase de experimentación

512.5.1.1 Generalidades

Sobre el particular, rige todo lo que resulte pertinente del numeral 107.11 de la Sección 107 del Capítulo 1 de estas especificaciones.

La fase de experimentación servirá para:

- Verificar la calidad de la mezcla asfáltica.
- Verificar la calidad y rendimiento de los equipos y de las cuadrillas que se utilizarán en el proyecto.
- Verificar que los equipos de extensión puedan colocar la mezcla de forma homogénea, sin producir segregaciones, arrastrar partículas o generar marcas en la superficie.
- Verificar que los equipos de compactación sean capaces de compactar adecuadamente la mezcla asfáltica en los espesores propuestos hasta alcanzar las densidades especificadas, sin degradar el material por fuera de las tolerancias admisibles.
- Verificar que la superficie terminada cumpla los requisitos de regularidad establecidos por las especificaciones del proyecto.
- Verificar que las juntas se realicen correctamente y que en ellas se logre el grado de densidad especificado.

Las temperaturas de extensión y compactación tienen especial importancia en el comportamiento de estas mezclas, razón por la cual se debe tener especial cuidado en su definición durante la fase de experimentación.

Así mismo, se deberá analizar la correspondencia entre el contenido de vacíos con aire de la mezcla compactada y la permeabilidad de la capa, medida según la norma de ensayo INV E–796-07.

512.5.1.2 Tramo de Prueba

512.5.1.2.1 Verificación de la mezcla asfáltica

Se tomarán muestras de la mezcla para determinar su conformidad con las condiciones especificadas que correspondan en cuanto a granulometría, dosificación, densidad y demás requisitos.

Así mismo, sobre muestras tomadas de la mezcla colocada y compactada, se verificará la conservación de las características granulométricas del agregado y de calidad del asfalto recuperado, mediante la ejecución de los ensayos indicados en el numeral 512.6.2.5.8 de la presente Sección, cuyos resultados deben cumplir con los requisitos allí establecidos.

En caso de que el trabajo elaborado no se ajuste a dichas condiciones, el Constructor deberá efectuar inmediatamente todas las correcciones requeridas en los equipos y sistemas de trabajo o, si llega a ser necesario, a modificar la fórmula de trabajo, repitiendo las secciones de ensayo una vez efectuadas dichas correcciones hasta obtener resultados completamente satisfactorios.

512.5.1.2.2 Otras verificaciones

Sobre el tramo de prueba se deben verificar como mínimo los siguientes parámetros, si aplican, de la misma forma en que se verificará la obra construida para su aceptación o rechazo.

- Lisura.
- Textura superficial.
- Resistencia al Deslizamiento.
- Rugosidad.

512.5.2 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Sobre el particular, rige todo lo que resulte pertinente del numeral 107.10 de la Sección 107 del Capítulo 1 de estas especificaciones.

512.5.3 Preparación de la superficie existente

La mezcla no se extenderá mientras no se compruebe que la capa sobre la cual se va a colocar es estructuralmente sana, que su superficie sea impermeable, y tenga las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que

excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva deberán ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella.

Las áreas de la superficie existente donde se formen charcos en instantes de lluvia, requieren una capa de mezcla densa de nivelación antes de que se permita la extensión de la mezcla drenante.

No se permitirá la colocación de mezclas drenantes directamente sobre superficies fresadas.

La colocación de la mezcla drenante requiere la aplicación de un riego previos de liga, empleando una emulsión asfáltica modificada con polímeros, el cual se deberá efectuar conforme lo establece la Sección 501 de las presentes especificaciones.

Antes de aplicar la mezcla, se verificará que haya ocurrido el curado del riego de liga previo, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie. Si hubiera transcurrido mucho tiempo desde la aplicación del riego, se comprobará que su capacidad de liga con la mezcla no se haya reducido en forma inconveniente; si ello ha sucedido, el Constructor deberá efectuar un riego adicional de adherencia, en la cuantía que fije el Interventor. Si la pérdida de efectividad del riego anterior es imputable al Constructor, el nuevo riego deberá realizarlo a sus expensas.

512.5.4 Aprovisionamiento de los agregados

Los agregados se suministrarán en fracciones granulométricas claramente diferenciadas que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible, con la instalación que se utilice, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación. En el caso de plantas del tipo tambor secador-mezclador, no se permitirá, por ningún motivo, realizar una predosificación de las fracciones de agregados antes de su vertimiento a las tolvas de agregados en frío.

Cada fracción del agregado se acopiará separada de las demás para evitar inter-contaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizará el material contenido en los ciento cincuenta milímetros (150 mm) inferiores de los mismos. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1.5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro, los agregados se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de algún agregado.

La carga de las tolvas en frío se realizará de forma que éstas contengan más del cincuenta por ciento (50%) de su capacidad, pero sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones. La alimentación del agregado fino se realizará en dos (2) tolvas, así éste sea de un tipo único.

Las aberturas de salida de las tolvas en frío se regularán en forma tal que la mezcla de todos los agregados se ajuste a la fórmula de trabajo de la alimentación en frío. El caudal total de esta mezcla en frío se regulará de acuerdo con la producción prevista, no debiendo ser ni superior ni inferior, lo que permitirá mantener el nivel de llenado de las tolvas en caliente a la altura de calibración.

512.5.5 Fabricación de la mezcla

Los agregados se calentarán antes de su mezcla con el asfalto. El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, indicada por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea. Si el polvo recogido en los colectores cumple las condiciones exigidas al llenante y su utilización está prevista, se podrá introducir en la mezcla; en caso contrario, deberá retirarse mediante operaciones conformes con los reglamentos ambientales y sanitarios. El tiro de aire en el secador se deberá regular de forma adecuada, para que la cantidad y la granulometría del llenante recuperado sean uniformes. La dosificación del llenante de recuperación y/o el de aporte se hará de manera independiente de los agregados y entre sí.

En las plantas que no sean del tipo tambor secador-mezclador deberá comprobarse que la unidad clasificadora en caliente proporcione a las tolvas en caliente agregados homogéneos; en caso contrario, se tomarán las medidas necesarias para corregir la heterogeneidad. Las tolvas en caliente de las plantas continuas deberán mantenerse por encima de su nivel mínimo de calibración, sin rebosar.

Los agregados preparados como se ha indicado anteriormente, y eventualmente el llenante mineral seco, se pesarán o medirán exactamente y se transportarán al mezclador en las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo. El volumen de material dentro del mezclador deberá limitarse hasta unos dos tercios (2/3) de la altura que alcancen las paletas, de manera que para los tiempos de mezclado establecidos al definir la fórmula de trabajo, se logre una envoltura uniforme y completa.

Si la instalación de fabricación de la mezcla es de tipo continuo, se introducirá en el mezclador al mismo tiempo la cantidad de asfalto requerida, a la temperatura apropiada, manteniendo la compuerta de salida a la altura que proporcione el tiempo teórico de mezcla especificado. La tolva de descarga se abrirá intermitentemente para evitar segregaciones en la caída de la mezcla a la volqueta.

Si la instalación es de tipo discontinuo, después de haber introducido en el mezclador los agregados y el llenante mineral, se agregará automáticamente el material bituminoso calculado para cada bachada, el cual deberá encontrarse a la temperatura adecuada, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

En ningún caso se introducirá en el mezclador el agregado caliente a una temperatura que supere en más de quince grados Celsius (15° C) la temperatura del asfalto.

A la descarga del mezclador o del silo de almacenamiento, no se deben presentar segregaciones en la mezcla, y todas las partículas del agregado deben encontrarse total y homogéneamente cubiertas de ligante. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador o del silo no excederá de la fijada durante la definición de la fórmula de trabajo.

En caso de que se utilicen adiciones al ligante o a la mezcla, se cuidará su correcta dosificación y su distribución homogénea, así como la conservación de sus características iniciales durante el proceso de fabricación.

El Interventor rechazará todas las mezclas segregadas, carbonizadas, sobrecalentadas, con espuma, aquellas cuya envuelta no sea homogénea, y las que presenten indicios de humedad. En este último caso se retirarán los agregados de las correspondientes tolvas en caliente.

Siempre que se emplee un silo para el almacenamiento de la mezcla elaborada, ésta se deberá verter dentro de aquél tomando las precauciones necesarias para que no se ocasione segregación. En el instante de la descarga del silo a las volquetas, se procurará realizarla con la mayor rapidez, con el fin de disminuir la posibilidad de segregación en los platones de las volquetas, ya que de esta manera se reduce la acción de rodamiento de la mezcla cuando fluye hacia ellos. En ese momento se deberá verificar la temperatura, con el fin de impedir el despacho a la obra de mezclas con temperaturas inferiores a las definidas como apropiadas para la extensión y para la compactación durante la fase de experimentación.

512.5.6 Transporte de la mezcla

La mezcla se transportará de la planta central a la obra en volquetas carpadas, hasta una hora de día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si el Interventor considera que existe una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de una manera tan apropiada como en horas de luz solar. 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.

Se deberán tomar las precauciones necesarias durante el transporte de la mezcla para que al descargarla sobre la máquina pavimentadora su temperatura no sea inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase de experimentación o a la que, en su ausencia, determine el Interventor.

Antes de abordar cualquier vía pavimentada, se deberán limpiar perfectamente las llantas de los vehículos destinados al transporte de la mezcla. Los vehículos de transporte de mezcla deberán mantener al día los permisos de tránsito y ambientales requeridos, y sus cargas por eje y totales se deberán encontrar dentro de los límites fijados por las disposiciones legales vigentes al respecto.

Si el Constructor dispone de una máquina para transferencia de la mezcla asfáltica (shuttle buggy), la volqueta descargará la mezcla en la tolva de almacenamiento de la máquina, cuyas bandas transportadoras se encargarán de alimentar la pavimentadora, sin que ésta sea tocada por las llantas de la volqueta, favoreciendo de esta manera la regularidad superficial.

512.5.7 Extensión de la mezcla

La mezcla se extenderá con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos del proyecto o determinados en la obra por el Interventor.

A menos que se expida una instrucción en contrario, la extensión se realizará en franjas longitudinales y comenzará a partir de los bordes de la calzada en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. Siempre que resulte posible, se evitarán las juntas longitudinales realizando la extensión en ancho completo, trabajando si es necesario con dos (2) o más pavimentadoras ligeramente desfasadas. Si por razones prácticas de la obra ello no resulta posible, se deberá trabajar de manera que las juntas longitudinales coincidan con una limatesa del pavimento.

La pavimentadora se regulará de manera que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin arrastres ni segregaciones, y con un espesor tal que, luego de compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los planos, con las tolerancias establecidas en la presente especificación. Por ningún motivo se permitirá el empleo de máquinas pavimentadoras que dejen marcas o depresiones en la superficie u otros defectos permanentes en ella.

No se permitirá la segregación de materiales. Si ella se produce, la extensión de la mezcla deberá ser suspendida inmediatamente hasta que su causa sea determinada y corregida. Toda área segregada que no sea corregida antes de la compactación deberá ser removida y reemplazada con material apropiado, a expensas del Constructor.

La extensión de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la pavimentadora a la producción de la planta de fabricación, de manera que aquella sufra el menor número posible de detenciones.

Se deberá verificar que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. En caso de trabajo intermitente, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo

la pavimentadora no baje de la especificada; de lo contrario, se desechará la mezcla fría y ejecutará una junta transversal.

En aquellos sitios de muy corta longitud en los que, a juicio conjunto del Interventor y del Constructor, no resulte posible el empleo de máquinas pavimentadoras, la mezcla podrá ser extendida con herramientas manuales. La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar, y se distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos calientes, en una capa uniforme y de espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los planos o instrucciones del Interventor, con las tolerancias establecidas en la presente Sección.

No se permitirá la extensión ni la compactación de la mezcla en momentos de lluvia, ni cuando haya fundado temor de que ella ocurra o cuando la temperatura ambiente a la sombra y la del pavimento sean inferiores a cinco grados Celsius (5° C), salvo si el espesor de la capa compactada por extender es menor de cincuenta milímetros (50 mm), caso en el cual dichas temperaturas no podrán ser inferiores a ocho grados Celsius (8° C).

512.5.8 Compactación de la mezcla

La compactación se realizará según el plan aprobado por el Interventor como resultado de la fase de experimentación. Deberá comenzar, una vez extendida la mezcla, a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete, sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos indebidos, y se continuará mientras la mezcla se halle en condiciones de ser compactada hasta lograr los niveles de densidad especificados en la presente Sección.

La compactación se realizará longitudinalmente de manera continua y sistemática. Deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado avanzará del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Interventor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Si la extensión de la mezcla se ha realizado por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos ciento cincuenta milímetros (150 mm) de la anterior.

Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Interventor, y sus cambios de dirección se harán con suavidad sobre la mezcla ya compactada. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos. No se permitirán, sin embargo, excesos de agua.

Se tendrá cuidado al compactar para no desplazar los bordes de la mezcla extendida; aquellos que formarán los bordes exteriores del pavimento terminado, serán chaflanados ligeramente.

Las mezclas drenantes requieren un menor esfuerzo de compactación que las mezclas densas. El número de pasadas deberá ser el establecido durante la fase de

experimentación y será lo suficientemente bajo para prevenir excesos de compactación que reduzcan el volumen de aire en la mezcla. Debido a que las temperaturas requeridas para la compactación no son muy altas, y por el limitado espesor de la capa y el elevado contenido de vacíos, se debe tener especial cuidado en terminar el proceso de compactación con prontitud para que la mezcla no pierda temperatura rápidamente.

La compactación se deberá realizar de manera continua durante la jornada de trabajo, y se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las irregularidades que se puedan presentar.

Se deberá verificar la temperatura de la mezcla al inicio y al final del proceso de compactación.

512.5.9 Juntas de trabajo

Las juntas de trabajo de las mezclas drenantes deberán permitir siempre el libre flujo de agua a través de la capa compactada. Si la construcción de juntas longitudinales es inevitable, al extender franjas contiguas no suele ser necesario el corte de la junta si ella no se produce en una limatesa del pavimento. Por ningún motivo se permitirá la aplicación de un riego de liga sobre la superficie de contacto entre las dos (2) franjas.

Las juntas transversales en la capa de rodadura con mezcla asfáltica drenante se deberán construir en forma diagonal, con el punto más avanzado en la parte más alta de la franja que se compacta, de tal forma que si la junta forma una barrera, la pendiente permita la salida del agua hacia el exterior. La compactación de estas juntas se realizará en sentido transversal, disponiendo los apoyos adecuados para los elementos de compactación.

512.5.10 Pavimento sobre puentes y viaductos

Las losas de los puentes se podrán pavimentar con una mezcla asfáltica drenante en caliente, de la calidad exigida para la capa de rodadura, previa aplicación del riego de liga mencionado en el numeral 512.5.3 de esta Sección.

Durante la ejecución del riego de liga y la colocación de la mezcla asfáltica, el Constructor deberá proteger con lonas, papel o similares, todas aquellas partes de los puentes y viaductos que puedan ser alcanzadas por el material bituminoso. El Constructor será el único responsable por todo daño o mancha que causen las operaciones de sus equipos y, en consecuencia, los trabajos de reparación y limpieza correrán por su cuenta.

512.5.11 Apertura al tránsito

Alcanzada la densidad exigida, el tramo pavimentado podrá abrirse al tránsito tan pronto la capa alcance la temperatura ambiente en todo su espesor.

512.5.12 Manejo ambiental

Todas las labores referentes a las actividades objeto de la presente Sección se deberán realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

512.5.13 Reparaciones

Todos los defectos no advertidos durante la colocación y compactación de las mezclas asfálticas drenantes, tales como segregaciones, protuberancias, juntas irregulares, depresiones, irregularidades de alineamiento y de nivel, deberán ser corregidos por el Constructor, a sus expensas, de acuerdo con las instrucciones del Interventor. El Constructor deberá proporcionar trabajadores competentes, capaces de ejecutar a satisfacción el trabajo eventual de correcciones en todas las irregularidades del pavimento construido.

512.6 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

512.6.1 Controles generales

Se adelantarán los siguientes controles principales durante la ejecución de los trabajos:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos en el numeral 512.2 de esta Sección.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado de la fase de experimentación, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación de la mezcla asfáltica.
- Comprobar frecuentemente el espesor extendido, empleando un punzón graduado.
- Comprobar la composición y forma de operación del equipo de compactación.
- Ejecutar todos los ensayos requeridos para el control de la mezcla suelta y compactada, pruebas de extracción de asfalto y granulometría; así como controlar las temperaturas de elaboración, descargue en la pavimentadora, extendido y compactación de las mezclas.
- Efectuar los ensayos requeridos para el control de la mezcla.
- Ejecutar las pruebas requeridas para verificar la eficiencia de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen.
- Realizar las medidas necesarias para determinar espesores, levantar perfiles, medir la textura superficial y la resistencia al deslizamiento, y comprobar la uniformidad de la superficie.

La toma de muestras para la ejecución de los diferentes ensayos de control se adelantará de acuerdo con las siguientes normas de ensayo: INV E-201-07 para agregados pétreos y llenantes minerales, INV E-701-07 para materiales bituminosos, e INV E-731-07 para mezclas asfálticas.

El Constructor deberá rellenar con mezcla asfáltica de la misma clase, a sus expensas, todos los orificios realizados con el fin de medir densidades en el terreno, y compactará el material de manera que su densidad cumpla con los requisitos indicados en esta Sección y la superficie reparada conserve uniformidad con la superficie adyacente.

512.6.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

512.6.2.1 Calidad de los agregados pétreos y del llenante mineral

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 sean pertinentes de aquellos que se encuentran indicados en el numeral 512.2.2 de esta Sección.

Los resultados de estas pruebas, al igual que los que se indican para el llenante mineral más adelante, deberán satisfacer las exigencias indicadas en el numeral 512.2.2 de esta Sección, so pena de rechazo de los materiales defectuosos.

Se examinarán las descargas de los diferentes agregados a los acopios durante la etapa de producción, y se ordenará el retiro de aquellos que, a simple vista, presenten trazas de suelo orgánico, materia orgánica, sustancias deletéreas, y/o tamaños superiores al máximo especificado. También se deberán acopiar por separado aquellos agregados que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como segregación, partículas alargadas o aplanadas, y plasticidad.

Se vigilará, además, la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores, y se efectuarán las verificaciones de calidad que indica la Tabla 512.8 para los agregados; además de la frecuencia de ensayos indicada en la Tabla 512.8, se requerirán ensayos de verificación cada vez que cambie la procedencia de los agregados.

El Interventor podrá reducir la frecuencia de los ensayos a la mitad de lo indicado en la Tabla 512.8, 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.

Tabla 512.8
Ensayos de verificación sobre los agregados para mezclas asfálticas drenantes

Ensayo		Norma de Ensayo	Frecuencia
Composición			
Granulometría		INVE-213-07	1 por jornada
Dureza			
Desgaste Los Ángeles	En seco, 500 revoluciones	INV E-218-07	1 por mes
Micro Deval	Agregado Grueso	INV E-238-07	2 por mes
10% de finos	Seco y Húmedo	INV E-224-07	2 por mes
Durabilidad			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio		INV E-220-07	1 por mes
Proporción de Finos y Actividad			
Índice de Plasticidad		INV E-126-07	1 por jornada
Equivalente de Arena		INV E-133-07	1 por semana
Valor de Azul de Metileno		INV E-235-07	1 por semana
Terrones de arcilla y partículas deleznables		INV E-211-07	1 por semana
Geometría de las Partículas			
Partículas Fracturadas Mecánicamente		INVE-227-07	1 por jornada
Índice de Aplanamiento		INV E-230-07	1 por semana
Índice de Aplanamiento		INV E-230-07	1 por semana
Angularidad del Agregado Fino		AASHTO T-304	1 por jornada
Pesos Específicos			
Pesos Específico y Absorción		INV E-222-07, e INV E-223-07	1 por mes
Resistencia al Pulimento			
Coeficiente de Pulimento Acelerado		INV E-232-07	Cuando cambie la litografía

Siempre que exista alimentación independiente del llenante mineral, se deberán efectuar sobre muestras de él las siguientes verificaciones:

- Peso Unitario aparente (INV E-225-07), al menos una (1) vez a la semana y siempre que cambie la procedencia.
- Granulometría (INV E-123-07), y peso específico (INV E-128-07), una (1) prueba por suministro.

En ningún caso se permitirá el empleo de agregados que no satisfagan los requisitos pertinentes del numeral 512.2.2 de la presente Sección. 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 deberán ser satisfactorios o, de lo contrario, el Interventor impedirá el uso del volumen de material al cual representen dichos ensayos.

512.6.2.2 Calidad del ligante asfáltico

A la llegada de cada carrotanque con cemento asfáltico modificado con polímeros para mezcla en caliente al sitio de los trabajos, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación original, expedida por el fabricante del producto, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo de asfalto, así como los resultados de los ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer las condiciones establecidas en la Tabla 202.1 de la Sección 202, o lo que indique la respectiva especificación particular, en los casos en que se autorice el empleo de un cemento asfáltico de características diferentes. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación, ni implica necesariamente la aceptación de la entrega. De todas maneras, el Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de cemento asfáltico modificado con polímeros que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante.

Además, mediante muestras representativas de cada entrega, efectuará las verificaciones exigidas en los numerales 202.5.2, 202.5.3 y 202.5.4 de la Sección 202. En todos los casos, guardará una muestra para ensayos ulteriores de contraste, cuando el Constructor o el fabricante manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en la Tabla 202.1 de la Sección 202 de las presentes especificaciones.

512.6.2.3 Control de la composición de la mezcla

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

Se considerará como lote, el volumen de material que resulte de aplicar los criterios indicados en el numeral 512.6.2.5 de esta Sección.

Cuantitativamente, se realizarán los siguientes controles:

512.6.2.3.1 Contenido de asfalto

Sobre tres (3) muestras de la mezcla elaborada correspondiente a un lote, se determinará el contenido de asfalto residual (INV E-732-07) y la granulometría de los agregados (INV E-782-07).

El porcentaje de asfalto residual promedio del lote ($ART\%$) tendrá una tolerancia de tres por mil (0.3%), respecto del valor definido como óptimo en la fórmula de trabajo ($ARF\%$).

$$ARF\% - 0.3\% \leq ART\% \leq ARF\% + 0.3$$

A su vez, el contenido de asfalto residual de cada muestra individual ($ARI\%$) no podrá diferir del valor promedio del lote ($ART\%$) en más de medio por ciento (0.5%), admitiéndose un (1) solo valor fuera de ese intervalo.

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

Un porcentaje de asfalto residual promedio ($ART\%$) fuera de tolerancia, así como un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites citados, implica el rechazo del lote.

512.6.2.3.2 Granulometría de los agregados

Se determinará la composición granulométrica de los agregados sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto.

La curva granulométrica de cada ensayo individual deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la fórmula de trabajo con las tolerancias que se indican en la Tabla 512.9, pero sin permitir que la curva se salga de la franja correspondiente de la Tabla 512.4:

Tabla 512.9
Tolerancias granulométricas

Porcentaje que pasa el Tamiz	Tolerancia en Puntos de % sobre el peso seco de los Agregados
9.50 mm (3/8") y mayores	± 4.0
4.75 mm (No. 4) 2.00 mm (No. 10) 0.425 mm (No. 40)	± 3.0
0.075 mm (No. 200)	± 1.0

En el caso de que los valores obtenidos excedan las tolerancias, pero no salgan de la franja, el Constructor deberá preparar en el laboratorio una mezcla con la granulometría defectuosa y el porcentaje medio de asfalto de la mezcla elaborada con este agregado. Ella se someterá a las pruebas de valoración descritas en los numerales 512.3.1 y 512.3.2 de esta Sección, sin excepción. Si todos los requisitos allí indicados se cumplen, se aceptará el lote. En caso contrario, se rechazará.

512.6.2.4 Control de calidad de la mezcla

Se compactarán tres (3) probetas por muestra, y con un mínimo de dos (2) muestras por lote de la mezcla elaborada, para verificar en el laboratorio su desgaste a partir del ensayo Cántabro descrito en la norma de ensayo INV E-760-07.

512.6.2.4.1 Vacíos con aire

Se verificará que el volumen de aire promedio de las seis (6) probetas de referencia no varíe en más de dos puntos porcentuales (± 2%) respecto del definido al establecer la fórmula de trabajo y, simultáneamente, se deberá encontrar en el intervalo que se establece en el numeral 512.3.1, sin que ningún valor individual se pueda salir de él en más de tres puntos porcentuales (± 3%).

El incumplimiento de este requisito implica el rechazo del lote representado por las muestras; por el contrario, si el requisito de los vacíos con aire se cumple, se procederá a determinar la resistencia de las seis (6) probetas.

512.6.2.4.2 Resistencia

A las probetas que utilizadas para la determinación de los vacíos con aire, se les determinará su resistencia por medio de la pérdida por abrasión de acuerdo con el ensayo Cántabro (norma de ensayo INV E-760-07). Con tres de las probetas se medirá la pérdida por abrasión en seco, y con las otras tres se determinará la pérdida por abrasión luego de un período de inmersión en agua a sesenta grados Celsius (60° C) durante veinticuatro horas (24 h).

Los valores promedio de pérdida de ambos grupos deberán satisfacer los criterios descritos en el numeral 512.3.1. Ninguna de las probetas podrá presentar una pérdida mayor en veinte por ciento (20 %) de la máxima admisible para cada grupo.

El incumplimiento de al menos una de estas exigencias implica el rechazo del lote representado por las muestras.

Adicionalmente, dependiendo de las condiciones particulares de cada proyecto (importancia, tamaño, plazo de ejecución), los documentos técnicos del proyecto

podrán requerir la ejecución y reporte de los ensayos que se indican en la Tabla 512.10, ejecutados sobre muestras seleccionadas por el Interventor.

Tabla 512.10
Ensayos complementarios sugeridos para capas de mezcla asfáltica drenante en caliente

Propiedad	Número Mínimo de Ensayos	
	T2-T3	T4-T5
Módulo Dinámico	1	2
Curva de Fatiga (4 puntos)	1	2

512.6.2.5 Control de calidad del producto terminado

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

- Quinientos metros lineales (500 m) de mezcla asfáltica drenante colocada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m²) de mezcla asfáltica drenante colocada.
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.

Específicamente para la determinación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI), la definición de "lote" será como se indica en el numeral 512.6.2.5.6 de esta Sección.

La capa terminada 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 capa que se esté construyendo, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en los planos.

La cota de cualquier punto de la mezcla asfáltica drenante compactada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada. Todas las áreas de mezcla drenante colocada y compactada, donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias que se exigen en esta Sección, deberán ser corregidas por el Constructor, a sus expensas, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

Además de lo anterior, se efectuarán las siguientes verificaciones:

512.6.2.5.1 Porcentaje de compactación

Las verificaciones de la compactación de la capa se realizarán en una proporción de cuando menos cinco (5) por lote. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar, pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro.

El porcentaje promedio de vacíos con aire en la mezcla no podrá variar en más de tres puntos porcentuales (± 3%) del obtenido en la fórmula de trabajo y, simultáneamente, se deberá encontrar en el intervalo que se establece en el numeral 512.3.1. Además, no más de tres (3) individuos del lote ensayado podrán presentar valores que difieran en más de cuatro puntos porcentuales (± 4%) del obtenido al establecer la fórmula de trabajo.

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del lote por parte del Interventor. En caso de rechazo, la capa de mezcla drenante correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado, y repuesta a satisfacción del Interventor, todo ello a cargo y expensas del Constructor. El material fresado será de propiedad del Constructor.

512.6.2.5.2 Espesor

Sobre la base de los lugares escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d):

$$e_m \geq e_d$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (e_i), deberá ser, cuando menos, igual al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño (e_d), admitiéndose sólo un valor por debajo de dicho límite:

$$e_i \geq 0.9 e_d$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del lote procediéndose como en el caso de rechazo por deficiencias de compactación.

En caso de rechazo, la capa de mezcla drenante correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y repuesta a satisfacción del Interventor, todo ello a cargo y expensas del Constructor. El material fresado será de propiedad del Constructor.

512.6.2.5.3 Lisura

La superficie acabada no podrá presentar zonas de acumulación de agua (encharcamientos) ni irregularidades mayores de diez milímetros (10 mm), cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja al azar el Interventor, los cuales no podrán coincidir con cambios de pendiente. Las zonas que presenten

deficiencias de este tipo deberán ser fresadas y repuestas por el Constructor, a sus expensas, y a plena satisfacción del Interventor. El material fresado será de propiedad del Constructor.

512.6.2.5.4 Textura

Las medidas de textura se realizarán antes de la puesta en servicio de la capa, empleando el método descrito en la norma de ensayo INV E–791-07.

El número mínimo de puntos a controlar por lote será de tres (3), que se ampliarán a cinco (5) si la textura obtenida en uno de los tres (3) primeros es inferior a la especificada. Dichos puntos se elegirán al azar, de acuerdo con la norma INV E–730-07. Después de diez (10) lotes consecutivos aceptados, el Interventor podrá reducir la frecuencia de los ensayos.

La profundidad promedio de textura del lote no podrá ser menor de quince décimas de milímetro (1.5 mm), sin que ningún valor individual sea 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, se deberá remover la capa drenante correspondiente al lote y colocar una nueva capa drenante del mismo espesor, por cuenta del Constructor, a plena satisfacción del Interventor y sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías. El material removido será de propiedad del Constructor.

512.6.2.5.5 Resistencia al deslizamiento

El coeficiente de resistencia al deslizamiento medido con péndulo británico (INV E-792-07) deberá ser, como mínimo, de cincuenta y cinco centésimas (0.55) en cada ensayo individual, debiendo efectuarse un mínimo de tres (3) pruebas por lote en zonas en tangente, y como mínimo de sesenta centésimas (0.60) en una (1) medición por cada curva horizontal y por cada zona singular (glorieta, intersección, zona de frenado, etc.) incluida dentro del lote. Estas medidas se realizarán transcurridos, como mínimo, treinta (30) días de puesta en servicio la capa. Se podrán emplear equipos para la verificación de la resistencia al deslizamiento diferentes al descrito en la norma de ensayo INV E-792-07. En tal evento, se considerarán admisibles valores medidos que correspondan a coeficientes de resistencia al deslizamiento mayores a los indicados en este numeral, de acuerdo con ecuaciones de correlación aceptadas internacionalmente.

Debido a que la resistencia al deslizamiento 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.

Si el requisito sobre resistencia al deslizamiento no se cumple, la capa de mezcla asfáltica drenante correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y

repuesta en el mismo espesor retirado a satisfacción del Interventor, todo a cargo y expensas del Constructor, quedando el material fresado de propiedad de éste.

Alternativamente y a opción del Constructor, y si no existen problemas de gálibo o de sobrecargas estructurales, éste podrá colocar una capa adicional, a sus expensas, de cincuenta milímetros (50 mm) de espesor compacto del mismo tipo de mezcla, cumpliendo todos los requisitos de calidad de esta Sección. El riego de liga que se deba colocar para adherir las capas será también de cuenta del Constructor, quien deberá ejecutarlo en acuerdo con los requisitos de la Sección 501 de estas especificaciones.

512.6.2.5.6 Rugosidad

Para mezclas asfálticas drenantes, el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) se comprobará de manera continua en toda la longitud de la obra y en cada carril, antes del recibo definitivo de la misma. Para los efectos de aceptación de esta Sección, su determinación se deberá realizar únicamente con un equipo de medida de precisión, o por medio de un sistema de navegación inercial, en tramos de un hectómetro (1 hm).

En general, se podrán utilizar equipos para medir rugosidad de clase I ó II, según las definiciones de la FHWA, así:

- Clase I: Incluye perfilógrafos manuales de precisión, como el Dipstick (procedimiento descrito en el Apéndice C del documento FHWA–RD–03–31); el método de mira y nivel clasifica dentro de esta clase (de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma INV E-794-07).
- Clase II: Incluye perfilógrafos de medición directa. Este grupo también incluye mecanismos sin contacto con la vía como el láser, viga de luces o técnicas acústicas, las cuales deben ser mantenidas con la respectiva calibración, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Si se opta por el equipo de referencia inercial (Clase II), éste se deberá validar previamente con uno de precisión en un tramo de prueba de longitud no menor de doscientos metros (200 m). El equipo de referencia inercial se deberá operar de acuerdo con la norma ASTM E 950.

Para efectos de la evaluación con fines de recibo, las medidas se harán en cada uno de los carriles del pavimento construido, en tramos consecutivos de cien metros (100 m) por carril, con la excepción que se cita en el párrafo siguiente. Un conjunto de cinco (5) tramos continuos constituirá un lote. Los valores del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) se presentarán en m/km.

En esta evaluación, para obras de rehabilitación, reconstrucción o construcción se excluirán las interferencias y sus longitudes aferentes, entendiendo por interferencias las alteraciones locales del perfil longitudinal que incrementan el valor del IRI y que no son debidas a defectos constructivos; son afectaciones definidas por diseño geométrico (perfiles, secciones, detalles) y se relacionan principalmente con intersecciones, cruces de

vías, puentes y similares, los cuales será definidos por el Interventor, con su ubicación respectiva (carril y abscisa), antes de proceder a la determinación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI), no se excluirán en estos casos los pozos, sumideros y cámaras de inspección de las empresas de servicios públicos. La longitud aferente a cada interferencia que debe ser excluida de la evaluación dependerá de las características del equipo de medición y de los detalles del diseño geométrico del sitio. En actividades de mantenimiento periódico o rutinario, las exclusiones incluirán los pozos de alcantarillado, sumideros y cámaras de las Empresas de servicios públicos.

Se darán indicaciones en los documentos técnicos del proyecto respecto al tipo de equipos por utilizar, a las exclusiones por interferencias, y a los valores máximos de rugosidad que se deben cumplir.

Los requisitos por cumplir, salvo que los documentos técnicos del proyecto establezcan otra cosa, son los indicados en la Tabla 512.11.

Tabla 512.11
Valores máximos admisibles de IRI (m/km)

Porcentaje de hectómetros	Pavimentos de Construcción Nueva o Rehabilitados en espesor >10 cm		Pavimentos Rehabilitados en espesor ≤ 10 cm	
	Categoría de Tránsito			
	T2-T3	T4-T5	T2-T3	T4-T5
50	2.5	2.0	3.0	2.5
80	3.0	2.5	3.5	3.0
100	3.5	3.0	4.0	3.5

Si los resultados de rugosidad de la capa superficial que excedan estos límites no es superior a veinte por ciento (20%) del total del lote, los defectos de regularidad se corregirán mediante fresado y colocación de una nueva capa de mezcla asfáltica en los tramos que, de acuerdo con los resultados de las mediciones, incidan en el incumplimiento. Los espesores por fresar y reponer en cada tramo serán establecidos por el Interventor, y todos los costos que impliquen estas correcciones deberán ser asumidos por el Constructor. El material fresado producto de estas correcciones será de propiedad del Constructor. Sobre el pavimento reparado se repetirán las pruebas de medición de rugosidad, y las consecuencias de un nuevo rechazo serán las mismas que en el caso de la construcción de la primera capa de rodadura.

Por el contrario, si los resultados de rugosidad de la capa superficial que excedan estos límites es mayor a veinte por ciento (20%) del total del lote, toda la longitud de éste deberá ser fresada y repuesta en el mismo espesor. El fresado, traslado y disposición del material demolido, y la reconstrucción de la capa, con la calidad exigida en esta Sección, serán de cargo del Constructor. El material demolido será de propiedad del Constructor. Éste, a su vez, no podrá invocar las reparaciones o reconstrucciones debidas

a deficiencias en la regularidad superficial, como causal para incumplir el programa de trabajo.

Alternativamente, el Constructor podrá enfrentar el problema colocando, a sus expensas, un espesor adicional de una mezcla del mismo tipo en un espesor de cincuenta milímetros (50 mm), siempre y cuando lo autorice el Interventor y no se presenten problemas de drenaje, empates con otros pavimentos o accesos, gálibo o sobrecarga estructural. Si la nueva superficie incumple nuevamente los requisitos de regularidad de esta Sección, la única opción consecuente será el fresado y reposición del pavimento en el tramo afectado, a expensas completas del Constructor.

512.6.2.5.7 Segregación térmica

La segregación térmica se controlará por medio de un adecuado registro fotográfico con cámara infrarroja, con la cual se identificarán las áreas con temperatura por debajo de la temperatura de compactación de la mezcla asfáltica, que pueden repercutir negativamente en la densidad final alcanzada durante la compactación.

El Constructor deberá entregar al Interventor el registro fotográfico de las temperaturas de extensión y compactación de toda la mezcla colocada, debidamente referenciadas. Estas fotografías, que serán incluidas en el informe final de interventoría, servirán al Instituto de Desarrollo Urbano como antecedente técnico si se presentan deterioros de la capa durante el período de garantía, como consecuencia de la segregación térmica durante su construcción.

512.6.2.5.8 Conservación de propiedades

Se tomarán muestras de tamaño representativo del material colocado y compactado para verificar su calidad mediante los ensayos que se indican en la Tabla 512.12. Estas muestras se tomarán en sitios y a intervalos de tiempo aleatorios, según lo determine el Interventor, a más tardar una semana después de colocada la mezcla asfáltica.

Tabla 512.12
Ensayos para verificación de la conservación de las propiedades

Ensayo	Norma de Ensayo	Frecuencia promedio sugerida	Valor
Composición			
Granulometría	INV E-213-07	3 por mes	La curva granulométrica debe permanecer dentro de los límites de la franja que se esté aplicando
Calidad del Asfalto Recuperado de la Mezcla Colocada			
Recuperación de Asfalto en la Mezcla colocada	INV E-759-07 ó INV E-783-07	1 por mes	-
Punto de Ablandamiento. Incremento con respecto al asfalto original, máximo	INV E-712-07	1 por mes	12° C
Viscosidad Rotacional a 60° C. Relación viscosidad a 60° C del asfalto recuperado / viscosidad a 60° C del asfalto original, máximo	AASHTO T-316	1 por mes	6 veces

512.6.2.6 Correcciones por variaciones en el diseño o por causas no imputables al Constructor

Cuando sea necesario efectuar correcciones a la capa de mezcla drenante en caliente por modificaciones en el diseño estructural o por fuerza mayor u otras causas inequívocamente no imputables al Constructor, el Interventor delimitará el área afectada y ordenará las correcciones necesarias, por cuyo trabajo autorizará el pago al Constructor, al respectivo precio unitario del contrato.

512.7 MEDIDA

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo de metro cúbico (0.1 m^3), de mezcla asfáltica drenante, suministrada y compactada en obra a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido en esta Sección. Cuando el cómputo de la fracción centesimal de la obra aceptada resulte igual o superior a cinco centésimas de metro cúbico ($\geq$ 0.05 m^3), la aproximación a la décima se realizará por exceso, y cuando sea menor de cinco centésimas de metro cúbico ($<$ 0.05 m^3) se realizará por defecto.

El volumen se determinará multiplicando la longitud real construida, medida a lo largo del eje del proyecto, por el ancho y espesor mostrados en los documentos del proyecto, o

ajustados según los cambios ordenados por el Interventor. No se medirá, con fines de pago, ningún volumen por fuera de estos límites.

512.8 FORMA DE PAGO

El pago de las mezclas asfálticas drenantes se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cúbico (m^3), para toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección y aceptada a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá incluir la señalización preventiva y el ordenamiento del tránsito público durante el lapso de ejecución de los trabajos, así como todos los costos correspondientes a administración, imprevistos y utilidades del Constructor.

El precio unitario deberá incluir todos los costos relacionados con la adquisición, obtención de todos los permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras, obtención de licencias ambientales para la explotación de los agregados y la elaboración de las mezclas, las instalaciones provisionales, los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras, la preparación de las zonas por explotar, los costos de adecuación paisajística de las fuentes para recuperar las características hidrológicas superficiales y ambientales al terminar su explotación.

El precio unitario deberá incluir todos los costos relacionados con la explotación, selección, trituración, eventual lavado, suministro de los materiales pétreos y llenante mineral, desperdicios, elaboración de las mezclas asfálticas drenantes, cargues, transportes y descargues de agregados y mezclas; así como la colocación, nivelación y compactación de las mezclas elaboradas.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de la definición de la fórmula de trabajo, los costos de la fase de experimentación, y los costos de todos los muestreos y ensayos de caracterización, diseño y control, con excepción de aquellos ensayos considerados especiales para los cuales se establecen ítems de pago específicos en el numeral 512.9 de la presente Sección o en las especificaciones particulares del proyecto.

Con excepción del barrido y soplado de la superficie, se considera que la preparación de la superficie existente se encuentra incluida dentro del ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a ítem de pago separado por este concepto. Si aquel ítem no está previsto en el Contrato suscrito, el Constructor igualmente deberá considerar el costo de la preparación de la superficie existente dentro del ítem objeto del pago de la presente Sección.

El precio unitario también incluye el suministro, almacenamiento, aplicación, y desperdicios del producto asfáltico utilizado para la mezcla. En caso de requerirse aditivos mejoradores de adherencia, su costo deberá estar incluido también dentro del precio unitario de la mezcla.

El precio unitario también deberá incluir, además, el suministro y aplicación de la emulsión asfáltica modificada con polímeros para la pintura de adherencia en las juntas de

pavimento y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de la capa respectiva en acuerdo pleno con la presente Sección.

512.9 ITEMS DE PAGO

512.1 Mezcla asfáltica drenante	Metro cúbico (m^3)

512.E Ensayos especiales para mezclas asfálticas drenantes

512.E.1 Módulo Dinámico (por punto)	Unidad
512.E.2 Ley de Fatiga (4 puntos)	Unidad
512.E.3 Recuperación de Asfalto de probetas, núcleos o panelas (cantidad suficiente para ejecutar ensayos de viscosidad con viscosímetro rotacional a 60° C y punto de ablandamiento)	Unidad

NOTAS:

(1) Se deberá elaborar un ítem de pago diferente para cada tipo de mezcla que forme parte del contrato.

(2) Los ensayos especiales que hacen parte esencial de la definición y comprobación de la fórmula de trabajo no se pagarán con los ítems correspondientes de ensayos especiales; su costo debe estar incluido en el precio unitario de la mezcla asfáltica correspondiente.