

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

SECCIÓN 510-05

MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE DENSAS, SEMIDENSAS Y GRUESAS

510.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y compactación, de una o más capas de mezcla asfáltica, preparada y colocada en caliente, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o determinados por el Interventor.

Esta Sección cubre las mezclas asfálticas en caliente de tipo denso (MD), semidenso (MS) y grueso (MG), diferenciadas por su granulometría y campo de aplicación, como se define más adelante. Así mismo, comprende las mezclas en caliente de alto módulo (MAM), entendiéndose por tales aquellas cuyo módulo resiliente, medido por medio de la norma de ensayo INV E- 749 a 20° C y una frecuencia de 10 Hz, sea superior a diez mil megapascasles (10,000 MPa).

Esta Sección no hace referencia a las mezclas asfálticas en caliente de tipo discontinuo para capa de rodadura, a mezclas drenantes ni a mezclas del tipo SMA, las cuales deben ser objeto de especificaciones generales o particulares independientes.

Para los efectos de la presente Sección, las capas de mezcla asfáltica en caliente se denominarán rodadura, intermedia y base, según la posición descendente que ocupen dentro de la estructura del pavimento.

Los documentos del proyecto establecerán los tipos y calidades de capas asfálticas que componen la estructura. En general, si la estructura tiene solamente una capa asfáltica, ésta será rodadura; si tiene dos capas asfálticas, éstas serán rodadura e intermedia. La capa de base debe quedar debajo de no menos de 100mm de capas asfálticas de rodadura e intermedia.

La designación de las mezclas asfálticas se compone de una combinación de letras mayúsculas y números arábigos. Las letras se refieren al tipo de mezcla, en tanto que los números dependen del 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. Así, por ejemplo, una mezcla asfáltica definida como MS 20, es una mezcla semidensa (S) elaborada con agregados cuyo tamaño máximo nominal es 20 milímetros.

510.2 MATERIALES

510.2.1 Agregados pétreos y llenante mineral

Los agregados pétreos empleados para la ejecución de la mezcla asfáltica en caliente deberán poseer una naturaleza tal, que al aplicársele una capa del material asfáltico por utilizar en el trabajo, ésta no se desprenda por la acción combinada del agua y del tránsito. Sólo se podrá admitir el empleo de agregados con características hidrófilas, si se añade algún aditivo de comprobada eficacia para proporcionar una adhesividad satisfactoria con el asfalto, medida en los términos que se establecen en esta Sección

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

El Constructor es el responsable de los materiales que suministre para la ejecución de las mezclas asfálticas en caliente 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.

510.2.1.1 Agregado grueso

Para el objeto de la presente Sección, se denominará agregado grueso la porción del agregado retenida en el tamiz de 4.75 mm (No.4). Dicho agregado deberá proceder de la trituración de roca o de grava 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 510.1.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Tabla 510.1
Requisitos del agregado grueso para mezclas asfálticas en caliente

Ensayo		Norma de Ensayo	Requisitos por Categoría de Tránsito		
			T0-T1	T2-T3	T4-T5
Petrografía					
Análisis petrográfico		ASTM C-295	Reportar		
Dureza					
Desgaste Los Ángeles (Gradación B)	<u>Capas de Base e Intermedias (excepto mezclas de Alto Módulo)</u> - En seco, 500 revoluciones, % máximo - En seco, 100 revoluciones, % máximo - Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo (1) - Relación húmedo/seco, 500 revoluciones, máximo	INV E-218	35 7 (RO)	35 7 (RO)	30 6 (RO)
	<u>Mezclas de Alto Módulo</u> - En seco, 500 revoluciones, % máximo - En seco, 100 revoluciones, % máximo - Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo (1) - Relación húmedo/seco, 500 rev, máximo		NA	NA	25 5 40 2
	<u>Capas de Rodadura</u> - En seco, 500 revoluciones, % máximo - En seco, 100 revoluciones, % máximo - Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo (1) - Relación húmedo/seco, 500 revoluciones, máximo		30 6 (RO) 50 (RO) 2 (RO)	30 6 (RO) 50 (RO) 2 (RO)	25 5 (RO) 40 2
Micro Deval, % máximo (FT)	- Capas de Base e Intermedias (excepto mezclas de Alto Módulo) - Mezclas de Alto Módulo - Capas de Rodadura	ASTM D-6928	30 NA 25	30 NA 25	25 20 20
10% de finos	<u>Valor en seco, kN mínimo</u> - Capas de Base e Intermedias (excepto mezclas de Alto Módulo) - Mezclas de Alto Módulo - Capas de Rodadura	BS 812 PART 111	60 (RO) NA 75 (RO)	60 (RO) NA 75 (RO)	75 (RO) 110 110
	Relación húmedo/seco, % mínimo		75 (RO)	75 (RO)	75
Durabilidad					
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220	18	18	18
Geometría de las Partículas					
Partículas Fracturadas Mecánicamente, % mínimo	- 1 cara - 2 caras	INVE-227	75 50	75 60	90 75
Índice de Aplanamiento, % máximo (2)		INV E-230	25	25	20
Índice de Alargamiento, % máximo (3)		INV E-230	25	25	20
Resistencia al Pulimento					
Coeficiente de Pulimento Acelerado para capas de rodadura, valor mínimo		INV E-232	0.40	0.45	0.50

NA = No Aplica

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

(1) El ensayo de desgaste en la Máquina de los Ángeles después de 48 horas de inmersión se hará con el material en condición saturada y superficialmente seca. Para ello, el material se retirará del recipiente de inmersión, se hará rodar sobre una toalla para secar su superficie y se someterá inmediatamente al ensayo de desgaste.

(2) Partículas planas son aquellas cuya dimensión mínima (espesor) es inferior a 3/5 de la dimensión media de la fracción.

(3) Partículas alargadas son aquellas cuya dimensión máxima (longitud) es superior a 9/5 de la dimensión media de la fracción.

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 510.1 para dureza y durabilidad deberán ser satisfechos de manera independiente por cada uno de ellos. La limpieza, las propiedades geométricas y la resistencia al pulimento se medirán sobre muestras del agregado combinado en las proporciones definidas en la fórmula de trabajo.

510.2.1.2 Agregado fino

Para el objeto de la presente Sección, se denominará agregado fino 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 510.2.

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 510.2, cualquiera sea la capa de mezcla asfáltica en caliente en la cual se utilice.

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 510.2 para durabilidad deberán ser satisfechos de manera independiente por cada uno de ellos. Los requisitos de limpieza que se exigen en la Tabla 510.2 serán los del agregado fino finalmente obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones (incluido el llenante mineral), según las proporciones obtenidas en la fórmula de trabajo establecida en el diseño de la mezcla y antes de pasar por el secador de la planta asfáltica. Los demás requisitos de la Tabla se refieren al agregado fino como conjunto, es decir, a la mezcla de agregados finos en las proporciones requeridas para conformar la fórmula de trabajo.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Tabla 510.2
Requisitos del agregado fino para mezclas asfálticas en caliente

Ensayo	Norma de Ensayo	Requisitos por Categoría de Tránsito		
		T0-T1	T2-T3	T4-T5
Petrografía				
Análisis petrográfico	ASTM C-295	Reportar		
Contenido de Arena Natural				
Proporción máxima de arena natural , en peso	- Capa de Rodadura - Capa Intermedia - Capa de Base	50 75 100	35 40 75	25 25 50
Durabilidad				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	18	18	18
Limpieza				
Límite Líquido, % máximo	INV E-125	No plástico	No plástico	No plástico
Índice de Plasticidad, % máximo	INV E-126	No plástico	No plástico	No plástico
Equivalente de Arena, % mínimo	INV E-133	40	40	40
Valor de Azul de Metileno, máximo	EN-933-9	8	8	8
Geometría de las Partículas				
Angularidad del Agregado Fino, % mínimo (RO)	- Capas de Base - Capas Intermedias - Capas de Rodadura	40 40 45	40 40 45	40 45 45

RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

510.2.1.3 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 Pórtland, que cumpla con la norma ASTM D-242...

El llenante mineral deberá satisfacer los requisitos de la Tabla 510.3. Como allí se indica, sólo una parte del llenante mineral puede proceder directamente de los agregados y llegar junto con ellos al tambor de mezcla; el resto del llenante mineral debe ser introducido al tambor de mezcla en forma separada de los agregados, aunque proceda de los agregados mismos.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Tabla 510.3
Requisitos del llenante mineral para mezclas asfálticas en caliente

Ensayo		Norma de Ensayo	Requisito
Cantidad de Llenante Mineral de Aporte			
Proporción de Llenante Mineral de Aporte, % mínimo en peso del llenante total	- Tránsitos T0 a T3	INV E-123	25
	- Tránsitos T 4 y T5		50
Petrografía			
Análisis petrográfico		ASTM C-295	Reportar
Peso Unitario			
Peso Unitario Aparente, determinado por el ensayo de sedimentación en tolueno, g/cm ³		INV E- 225	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. (RO)		INV E-712	10 a 20

RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

510.2.1.4 Agregados combinados

510.2.1.4.1 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 510.4. Las determinaciones se efectuarán de acuerdo con la norma de ensayo INV E-213.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		 ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C. Instituto DESARROLLO URBANO
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Tabla 510.4
Granulometría de agregados combinados para mezclas asfálticas en caliente

TIPO DE MEZCLA		TAMIZ (mm / U.S. Standard)									
		37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.425	0.180	0.075
		1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.10	No.40	No.80	No.200
		% PASA									
Densa	MD10				100	80-95	66-83	43-60	16-29	9-18	5-10
	MD12			100	80-95	71-87	49-65	30-46	14-25	8-16	4-9
	MD20		100	80-95	66-82	59-75	45-61	30-46	14-25	8-16	4-9
Semidensa	MS12			100	80-95	67-83	40-56	23-39	10-20	6-13	3-8
	MS20		100	80-95	66-82	55-71	35-51	23-39	10-20	6-13	3-8
	MS25	100	80-95	73-89	60-76	53-69	33-49	23-39	10-20	6-13	3-8
Gruesa	MG20		100	75-95	55-75	46-66	28-46	17-32	7-17	4-11	2-6
	MG25	100	75-95	65-85	47-67	40-60	29-46	17-32	7-17	4-11	2-6
Alto módulo	MAM20		100	80-95	66-82	55-71	35-51	23-39	10-20	8-14	6-9

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.

Los documentos del proyecto indicarán cuál deberá ser la granulometría por aplicar en cada caso específico, dependiendo del tipo de capa y su espesor y siguiendo los criterios de la Tabla 510.5. En proyectos especiales, donde la capa de rodadura esté conformada por un microaglomerado en caliente o una mezcla drenante, los documentos del proyecto deberán redefinir las capas inferiores y establecer los tipos de mezclas por utilizar en ellas.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		 ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C. Instituto DESARROLLO URBANO
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Tabla 510.5
Tipo de mezcla en función de la ubicación y el espesor de la capa

TIPO DECAPA	ESPESOR COMPACTO (mm)	TIPO DE MEZCLA
RODADURA	30 - 40	MD10
	40 - 60	MD12 – MS 12
	60 – 100	MD 20 – MS 20
INTERMEDIA	50 – 75	MD 20 – MS 20
	75 – 100	MD 20 – MS 20/25
BASE	75 – 150	MD 20 - MS 25 – MG 20/25
ALTO MÓDULO	60 – 130	MAM 20

510.2.1.4.2 Plasticidad

La fracción fina del agregado combinado, sometida a los ensayos descritos en las normas INV E-125 y E-126, deberá ser no plástica (NP).

510.2.1.4.3 Relación llenante/ligante

Salvo justificación en contrario, la relación ponderal recomendable entre los contenidos de llenante mineral y de ligante asfáltico deberá encontrarse dentro de los límites indicados en la Tabla 510.7. En ningún caso, la concentración del llenante podrá superar el valor crítico, definido según la norma INV E-745.

510.2.1.5 Agregados reciclados

El empleo como agregado, de material proveniente de fresado o trituración de capas asfálticas elaboradas en caliente, debe ser objeto de una especificación particular.

510.2.2 Ligante asfáltico

El ligante asfáltico para elaborar la mezcla asfáltica en caliente deberá ser el establecido en los documentos técnicos del proyecto en función de las condiciones de operación de la vía, la composición de la estructura del pavimento y la posición de la capa asfáltica. En la Tabla 510.6 se presenta una guía para la selección del mismo; la calidad del ligante deberá satisfacer lo establecido en la Tabla 200.1 de la Sección 200 cuando se trate de cemento asfáltico y en la Tabla 202.1 de la Sección 202 cuando se emplee un cemento asfáltico modificado con polímeros.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. <small>Instituto</small> DESARROLLO URBANO
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Tabla 510.6
Tipo de ligante asfáltico por emplear

CAPA	CATEGORÍA DE TRÁNSITO			
	T0-T1	T2 – T3	T4	T5
Rodadura e Intermedia	80-100	80 - 100	60 – 70 80 - 100	60 – 70 Tipo II Tipo III
Base	-	80 - 100	80 - 100	60- 70 80 – 100
Mezclas de Alto Módulo	-	-	Tipo V	Tipo V

510.2.3 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 resistencia conservada de la mezcla, que se indica en el numeral 510.3.3 de esta Sección. Asimismo, 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.

510.2.4 Aditivos para modificar la reología

En caso de incorporar productos modificadores de la reología de una mezcla asfáltica en caliente elaborada con cemento asfáltico 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 mezcla sea por lo menos semejante al que se obtendría al emplear un cemento asfáltico modificado con polímeros.

510.3 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, avaladas por los resultados de los 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.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		 ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C. <small>Instituto</small> DESARROLLO URBANO
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

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.

En la fórmula de trabajo 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 granulometría establecida para la capa 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.

Además de las proporciones de mezcla de los agregados, se deberá indicar el porcentaje de ligante bituminoso (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 mezcla y de planta en la cual ésta se elabore.
- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga de los elementos de transporte.
- Las temperaturas mínimas de la mezcla, aceptables 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 aprobada sólo podrá modificarse durante la ejecución de los trabajos, si las circunstancias lo aconsejan y previo el visto bueno del Interventor.

510.3.1 Diseño de las mezclas asfálticas

El diseño básico de las mezclas asfálticas en caliente objeto de esta Sección se efectuará siguiendo el método Marshall (norma de ensayo INV E-748) y aplicando los criterios indicados en la Tabla 510.7. Para el análisis volumétrico de la muestra, se utilizarán los criterios y procedimientos de cálculo establecidos en el Manual MS-2 del Instituto del Asfalto de los Estados Unidos.

Este diseño básico deberá ser comprobado y ajustado, si es el caso, para cumplir todos los requisitos adicionales que se establecen en esta Sección.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Tabla 510.7
Criterios de diseño de la mezcla

CARACTERÍSTICA	Norma de Ensayo	MEZCLAS DENSAS, SEMIDENSAS Y GRUESAS			MEZCLA ALTO MÓDULO
		CATEGORÍA DE TRÁNSITO			
		T0 - T1	T2 - T3	T4-T5	
Compactación (golpes/cara)	INV E-748	75	75	75	75
Estabilidad mínima (kg)	INV E-748	600	750	900	1500
Flujo (mm)	INV E-748	2- 4	2-4	2-3.5	2-3
Vacíos con aire (%)	Rodadura	3-5	3-5	4-6	-
	Intermedia	4-6	4-6	4-6	4-6
	Base	4-6	4-6	4-6	-
Vacíos en agregados (%)	Mezclas 10	≥ 16			
	Mezclas 12	≥ 15			
	Mezclas 20	≥ 14			
	Mezclas 25	≥ 13			
Vacíos llenos de asfalto (%): volumen de asfalto efectivo / vacíos en agregados (capas rodadura e intermedia)	Manual MS-2	70-80	65-78	65-75	63-75
Relación llenante / ligante efectivo, en Peso		0.8 – 1.2			1.2 – 1.4
Concentración de Llenante, valor máximo	INV E-745	Valor Crítico			

510.3.2 Comprobación del Diseño

El diseño de la fórmula de trabajo deberá ser comprobado con base en los criterios establecidos en la tabla 510.8.

Tabla 510.8
Criterios de comprobación del diseño volumétrico de la fórmula de trabajo

CARACTERÍSTICA	Norma de Ensayo	MEZCLAS DENSAS, SEMIDENSAS Y GRUESAS			MEZCLA ALTO MÓDULO
		CATEGORÍA DE TRÁNSITO			
		T0 - T1	T2 - T3	T4-T5	
Relación Estabilidad / Flujo (RO)	INV E-748	200 a 400	300 a 500	300 a 600	-
Índice de película de asfalto, □m (RO)	Austroroads AGPT/T327	7.5			

RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

El Índice de Película de Asfalto se determina de la siguiente manera (procedimiento de cálculo Austroads AGPT/T327):

$$IPA = \frac{P_{be}}{100 - P_{bt}} \times \frac{G_{s-g}}{2.65 \times S_e} \times \frac{10^3}{G_{s-b}}$$

Donde:

- IPA = Índice de película de asfalto
- P_{be} = asfalto efectivo, % en peso de la mezcla
- P_{bt} = asfalto total, % en peso de la mezcla
- G_{s-g} = peso específico aparente del agregado combinado
- G_{s-b} = peso específico del asfalto
- S_e = Superficie específica del agregado, m^2/kg

La superficie específica (S_e) del agregado se determina de la siguiente manera:

$$S_e = (2 + 0.02a + 0.04b + 0.08c + 0.14d + 0.30e + 0.60f + 1.60g) \times 0.20482$$

Donde:

- a = % pasa tamiz 4.75 mm
- b = % pasa tamiz 2.36 mm
- c = % pasa tamiz 1.18 mm
- d = % pasa tamiz 0.60 mm
- e = % pasa tamiz 0.30 mm
- f = % pasa tamiz 0.15 mm
- g = % pasa tamiz 0.075 mm

Los valores anteriores de % que pasa pueden ser interpolados con base en la curva granulométrica del material obtenida mediante la serie de tamices de la Tabla 510.4.

510.3.3 Comprobación de la adhesividad

En todos los casos, se deberá comprobar la adhesividad entre el agregado pétreo y el ligante asfáltico, caracterizando la mezcla con el contenido óptimo de ligante mediante el ensayo AASHTO T-283, para verificar su sensibilidad al agua. La resistencia promedio a tracción indirecta de las probetas sometidas a curado húmedo deberá ser, cuando menos, ochenta por ciento (80 %) del valor promedio alcanzado por las probetas curadas en condición seca. Si no se alcanza este valor, se deberá incrementar la adhesividad empleando un aditivo mejorador de adherencia apropiado o un llenante mineral especial.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

510.3.4 Resistencia a la Deformación Plástica

Para capas de rodadura e intermedia en vías de tránsito T4 y T5 y mezclas de alto módulo, la mezcla definida como óptima al efectuar el diseño Marshall deberá ser verificada con la medida de su resistencia a la deformación plástica, mediante la pista de ensayo de laboratorio, según la norma de ensayo INV E-756. La velocidad de deformación, en el intervalo comprendido entre ciento cinco (105) y ciento veinte (120) minutos, no podrá ser mayor de 15µm/minuto para mezclas que se vayan a emplear en pavimentos sometidos a un tránsito equivalente a la clase T5, ni mayor de 20 µm/minuto para mezclas que vayan a servir tránsitos T4. Si este requisito no se cumple, se deberán efectuar los ajustes necesarios en el diseño de la mezcla. Para tránsitos del nivel T0 y T3 no se requerirá la ejecución de esta prueba, a no ser que sea solicitada en las especificaciones particulares.

Se podrán emplear otros métodos de pista de ensayo de laboratorio contemplados en la norma EN-12697-22, caso en el cual los criterios de aceptación deberán definirse con base en especificaciones internacionales de comprobada efectividad.

510.3.5 Módulo Resiliente

Para las mezclas de alto módulo, la mezcla definida como óptima al efectuar el diseño Marshall deberá ser verificada con la medida de su módulo resiliente. El valor del módulo a veinte grados Celsius (20°C), según la norma INV E-749, deberá ser mínimo de diez mil megapascales (10,000 MPa), a la frecuencia de 10 Hz, para probetas compactadas con 75 golpes por cara. Si este valor de módulo no se cumple, será necesario rediseñar la mezcla hasta lograr su cumplimiento.

Alternativamente, el módulo podrá ser medido mediante alguno de los procedimientos de ensayo definidos en la norma EN-12697-26, caso en el cual el valor obtenido debe ser equivalente al de diez mil megapascales (10,000 MPa), definido para la norma INV E-749; en este caso, se deberán utilizar equivalencias comprobadas entre ensayos.

Para tránsitos T4 y T5 se deberán medir y reportar los módulos resilientes correspondientes a la mezcla definida como óptima al efectuar el diseño Marshall para todas las mezclas que se empleen en el proyecto. La temperatura de ensayo será veinte grados Celsius (20°C) y la frecuencia será de 10 Hz; las probetas se compactarán con 75 golpes por cara. Se podrá utilizar la norma de ensayo INV E-749 o alguno de los procedimientos de ensayo definidos en la norma EN-12697-26.

510.3.6 Leyes de Fatiga

Para tránsitos T4 y T5, la mezcla óptima diseñada con el método Marshall deberá ser verificada con la medida de su ley de fatiga, aplicando alguno de los procedimientos de ensayo definidos en la norma EN 12697-24. Los ensayos se realizarán bajo condiciones de temperatura y frecuencia representativas de las condiciones reales de operación del pavimento (temperatura de mezcla y frecuencia de carga).

510.3.7 Ajuste de la Fórmula de Trabajo

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

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

tolerancias granulométricas establecidas en esta Sección, se requerirá el estudio de una nueva fórmula de trabajo.

510.4 EQUIPO

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

510.4.1 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.

510.4.2 Planta central de mezcla

La mezcla asfáltica en caliente 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.

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 T4 y T5, el número de tolvas de alimentación en frío no podrá ser menor de cuatro (4); para los demás clases de tránsito, el número de tolvas de alimentación en frío no podrá ser menor de tres (3).

En las centrales de mezcla donde la dosificación definitiva de los agregados pétreos se realice en frío, como es el caso de las de tipo tambor secador-mezclador, 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 los demás tipos de plantas, se aceptarán sistemas de dosificación de tipo volumétrico o ponderal.

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 o 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 o el vertido de lodos a cauces de agua o instalaciones sanitarias, de acuerdo con la legislación ambiental y sanitaria vigente.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Las plantas centrales donde la dosificación definitiva de los agregados pétreos no se realice en frío, estarán dotadas, asimismo, 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 intercontaminaciones. 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 del 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 la temperatura de los agregados, situados a la salida del secador y en las tolvas en caliente.

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.

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.

Las instalaciones provistas de dispositivos de dosificación por peso en caliente, deberán estar provistas de dosificadores ponderales independientes para los agregados, el llenante mineral de aporte y el ligante asfáltico. La exactitud del dosificador de agregados deberá ser superior al medio por ciento ($\pm 0.5\%$). Los dispositivos de dosificación ponderal del llenante y ligante tendrán, como mínimo, una precisión de tres por mil ($\pm 0.3\%$).

En las instalaciones 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 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. En las plantas de mezcla continua, deberá estar sincronizado con la alimentación de los agregados pétreos y el llenante mineral, de manera de asegurar la dosificación correcta de la mezcla.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

En las plantas continuas con tambor secador-mezclador se deberá garantizar la difusión homogénea del asfalto y que ésta se realice de manera que no exista ningún riesgo de contacto con la llama ni de someter al ligante a temperaturas inadecuadas.

En las instalaciones de tipo continuo, el mezclador será de ejes gemelos.

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 en las cuarenta y ocho (48) horas siguientes a la fabricación, la mezcla acopiada no haya perdido ninguna de sus características, en especial la homogeneidad del conjunto y las propiedades del ligante.

510.4.3 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 y emisiones contaminantes.

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 de Tránsito y Transporte (STT) y el Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

510.4.4 Equipo para la extensión de la mezcla

La extensión de las mezclas asfálticas en caliente 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.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

510.4.5 Equipo de compactación

Se podrán utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, de neumáticos o mixtos. Como mínimo, el Constructor deberá poner a disposición de los trabajos un (1) un compactador de rodillo liso vibratorio y uno (1) de neumáticos. 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. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslape de las huellas delanteras y traseras y, en caso necesario, faldones de lona protectora contra el enfriamiento de los neumáticos.

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.

510.4.6 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.

510.5 REQUERIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

510.5.1 Fase de experimentación

510.5.1.1 Generalidades

Sobre el particular, rige todo lo que resulte pertinente del numeral 107.11 del Artículo 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.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

- 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.

510.5.1.2 Tramo de Prueba

510.5.1.2.1 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 510.6.6.7 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.

510.5.1.2.2 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
- Deflexión

510.5.2 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

510.5.3 Preparación de la superficie existente

La mezcla no se extenderá mientras no se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Si la colocación de la mezcla requiere riegos previos de imprimación o de liga, ellos se deberán efectuar conforme lo establecen las Secciones 500 y 502, respectivamente, de las presentes especificaciones.

Antes de aplicar la mezcla, se verificará que haya ocurrido el curado del riego 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 su costa.

Si la superficie sobre la cual se va a colocar la mezcla corresponde a un pavimento asfáltico antiguo que, de acuerdo con los estudios del proyecto o las condiciones prevalecientes, requiere un fresado previo, éste se deberá efectuar conforme se establece en la Sección 540 de estas especificaciones.

510.5.4 Aprovechamiento 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 preosificación 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 utilizarán 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 obra 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.

510.5.5 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

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

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 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. En el instante de la mezcla, la temperatura del asfalto deberá ser tal, que su viscosidad se encuentre entre ciento cincuenta y trescientos centiStokes ($150\text{ cSt} - 300\text{ cSt}$), verificándose que no se produzcan escurrimientos a dicha temperatura. Cuando el ligante deba ser calentado a más de ciento cincuenta grados Celsius ($> 150^{\circ}\text{C}$), la cantidad de ligante que se caliente y la duración del calentamiento deberán las mínimas necesarias.

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 o sobrecalentadas, las mezclas con espuma, o las que presenten indicios de humedad. En este último caso, se retirarán los agregados de las correspondientes tolvas en caliente. También, se rechazarán aquellas mezclas en las cuales la envuelta no sea perfecta.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. <small>Instituto</small> <small>DESARROLLO URBANO</small>
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

510.5.6 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.

Durante el transporte de la mezcla, se deberán tomar las precauciones necesarias 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.

510.5.7 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. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales y para conseguir la mayor continuidad de las operaciones de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la pavimentadora y la producción de la planta.

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.

Siempre que resulte posible, después de haberse extendido y compactado una franja, la siguiente deberá ser extendida mientras el borde de la anterior aun se encuentra caliente y en condiciones de ser compactado, con el fin de evitar la ejecución de una junta longitudinal.

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 deberá ejecutar una junta transversal.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Tras la pavimentadora se deberá disponer un número suficiente de obreros especializados, agregando mezcla caliente y enrasándola, según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en esta Sección.

En aquellos sitios 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).

510.5.8 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.

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.

510.5.9 Juntas de trabajo

Todas las juntas deberán presentar la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos deberán cuidarse, con el fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad, se les aplicará manualmente una capa uniforme y ligera de riego de liga antes de colocar la mezcla nueva, dejando curar suficientemente la emulsión aplicada.

El borde de la capa extendida con anterioridad se cortará verticalmente con el objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, que se pintará como se ha indicado en el párrafo anterior. A continuación se calentará la junta y la nueva mezcla se extenderá contra ella y se compactará y alisará con elementos adecuados, antes de permitir el paso del equipo de compactación.

Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente, disponiendo los elementos de apoyo adecuados para los equipos de compactación.

Cuando los bordes de las juntas longitudinales sean irregulares, presenten huecos o estén deficientemente compactados, deberán cortarse para dejar al descubierto una superficie lisa vertical en todo el espesor de la capa. Donde el Interventor lo considere necesario, se añadirá mezcla que, después de colocada y compactada con pisones, se compactará mecánicamente.

Se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) en el caso de las transversales y de ciento cincuenta milímetros (150 mm) en el caso de las longitudinales.

510.5.10 Pavimento sobre puentes y viaductos

Las losas de los puentes se pavimentarán con una mezcla asfáltica de tipo denso, de la calidad exigida para la capa de rodadura, previa aplicación del riego de liga mencionado en el numeral 510.5.3, "Preparación de la superficie existente", de esta Sección.

Durante la ejecución del riego de liga y la colocación de la mezcla asfáltica, el Constructor deberá defender 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.

510.5.11 Bacheos y parcheos

Al rellenar toda excavación para reparación del pavimento existente, los documentos del proyecto, o en su defecto el Interventor, definirán el espesor de dicha excavación que deba rellenarse con mezcla asfáltica en caliente, así como la clase de mezcla por emplear, la cual deberá compactarse con el equipo adecuado hasta alcanzar la densidad especificada en la presente Sección.

Tanto la superficie que recibirá las capas asfálticas como las paredes de la excavación en contacto con ellas, deberán ser pintadas con un riego de liga con emulsión asfáltica, conforme a las instrucciones del Interventor.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

510.5.12 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.

En el caso de capas elaboradas con mezclas de alto módulo, el tiempo máximo de exposición será de una semana. De todas maneras, el tiempo que una mezcla de alto módulo puede quedar expuesta directamente al tránsito será ajustado por el Interventor, dependiendo de la afectación del pavimento. En este evento, el Constructor procederá de inmediato a construir la capa superior.

510.5.13 Reparaciones

Todos los defectos no advertidos durante la colocación y compactación de las mezclas asfálticas en caliente, tales como segregaciones, protuberancias, juntas irregulares, depresiones, irregularidades de alineamiento y de nivel, deberán ser corregidos por el Constructor, a su costa, 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.

510.6 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

510.6.1 Controles generales

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- 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 510.2 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 actuación 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.
- Ordenar las pruebas requeridas para verificar la eficiencia de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

- 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 para agregados pétreos y llenantes minerales, E-701 para materiales bituminosos y E-731 para mezclas asfálticas.

El Constructor deberá rellenar con mezcla asfáltica de la misma clase, a su costa, 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.

510.6.2 Controles de producción de agregados

Durante la etapa de producción, se examinarán las descargas de los diferentes agregados a los acopios y se ordenará el retiro de aquellos agregados que, a simple vista, presenten trazas de tierra vegetal, materia orgánica, sustancias deletéreas o tamaños superiores al máximo especificado. También, se deberán acopiar por separado aquellos agregados que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, 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 510.10, para los agregados; además de la frecuencia de ensayos indicada en la Tabla 510.10, se requerirán ensayos de verificación cada vez que cambie la procedencia de los agregados.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Tabla 510.10
Ensayos de verificación sobre los agregados para mezclas asfálticas en caliente

Ensayo	Norma de Ensayo	Frecuencia	
Composición			
Granulometría	INVE-213	1 por jornada	
Dureza			
Desgaste Los Angeles (Gradación A)	- En seco, 500 revoluciones - En seco, 100 revoluciones - Después de 48 horas de inmersión 500 revoluciones	INV E-218	1 por mes
Micro Deval	- Agregado Grueso (FT)	ASTM D-6928	1 por mes
10% de finos	- Seco y Húmedo	BS 812 PART 111	1 por mes
Durabilidad			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio	INV E-220	1 por mes	
Limpieza			
Límite Líquido	INV E-125	1 por jornada	
Índice de Plasticidad	INV E-126	1 por jornada	
Equivalente de Arena	INV E-133	1 por semana	
Valor de Azul de Metileno	EN-933-9	1 por semana	
Terrones de arcilla y partículas deleznales	INV E-211	1 por semana	
Geometría de las Partículas			
Partículas Fracturadas Mecánicamente	INVE-227	1 por jornada	
Índice de Aplanamiento	INV E-230	1 por semana	
Índice de Aplanamiento	INV E-230	1 por semana	
Angularidad del Agregado Fino	AASHTO T-304	1 por jornada	
Pesos Específicos			
Pesos Específico y Absorción	INVE-222 y 223	1 por mes	
Resistencia al Pulimento			
Coefficiente de Pulimento Acelerado	INV E-232	Cuando cambie la procedencia de los agregados	

FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de enero de 2007

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

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

En ningún caso se permitirá el empleo de agregados que no satisfagan los requisitos pertinentes del numeral 510.2 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.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

510.6.3 Control de recibo de los carrotaques con el ligante asfáltico

Al respecto, se deberá aplicar lo indicado en los numerales 200.5.2, 200.5.3 y 200.5.4 de la Sección 200, cuando el suministro corresponda a un cemento asfáltico convencional, y en los numerales 202.5.2, 202.5.3 y 202.5.4 de la Sección 202, cuando el suministro corresponda a un cemento asfáltico modificado con polímeros.

510.6.4 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 o sobrecalentadas, así como las mezclas con espuma, aquellas cuya envuelta no sea homogénea y las que presenten indicios de humedad. En este último caso y cuando la planta no sea del tipo tambor mezclador, se deberán retirar los agregados de las correspondientes tolvas en caliente.

Cuantitativamente, se realizarán los siguientes controles:

510.6.4.1 Contenido de asfalto

Se considerará como lote, el volumen de material que resulte de aplicar los criterios indicados en el numeral 510.6.6.

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

El porcentaje de asfalto 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 de cada muestra individual (ARI %), no podrá diferir del valor promedio (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 promedio fuera de tolerancia, así como un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites citados implica el rechazo del lote salvo que, en el caso de exceso del ligante, el Constructor demuestre que no habrá problemas de comportamiento de la mezcla, cuando ésta corresponda a una capa de base o intermedia.

510.6.4.2 Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

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 510.11, pero sin permitir que la curva se salga de la franja correspondiente de la Tabla 510.4:

**Tabla 510.11
Tolerancias granulométricas**

Porcentaje que pasa el Tamiz	Tolerancia en Puntos de % sobre el peso seco de los Agregados
4.75 mm (No.4) y mayores	± 4
2mm (No.10) 0.425 mm (No.40) 0.180mm (No.80)	± 3
0.075 μm (No.200)	± 1

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 gradación 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 510.3.1 y 510.3.2 de esta Sección, sin excepción. Si todos los requisitos allí indicados se cumplen, se aceptará el lote. En caso contrario, se rechazará.

510.6.5 Control de calidad de la mezcla

510.6.5.1 Resistencia

Con un mínimo de dos (2) muestras por lote de la mezcla elaborada, se moldearán probetas con 75 golpes por cara (dos por muestra), para verificar en el laboratorio su resistencia en el ensayo Marshall (INV E-748). La compactación se realizará a la temperatura apropiada según el asfalto empleado en la mezcla y se verificará que el volumen de aire promedio de estas probetas de referencia no varíe en más de tres por mil (0.3 %) respecto del definido al establecer la fórmula de trabajo. Si este requisito no se cumple, se elaborarán nuevas probetas para las verificaciones a que hace referencia este numeral.

La estabilidad promedio de las cuatro (4) probetas (Em) deberá ser, como mínimo, igual al noventa por ciento (90%) de la estabilidad de la mezcla de la fórmula de trabajo (Et).

$$E_m \geq 0.9 E_t$$

Además, la estabilidad de cada probeta (Ei) deberá ser igual o superior a ochenta por ciento (80%) del valor medio de estabilidad, admitiéndose solo un valor individual por debajo de ese límite, siempre y cuando no se encuentre por debajo del valor mínimo admisible establecido en la Tabla 510.7 de esta Sección.

$$E_i \geq 0.8 E_m$$

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

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

Adicionalmente, con un mínimo de dos (2) muestra por mes de la mezcla elaborada, se moldearán probetas (seis por muestra), para verificar en el laboratorio la resistencia de la mezcla ante la acción del agua mediante el ensayo de tracción indirecta (AASHTO T 283). Tres de las probetas se curarán en seco y tres bajo condición húmeda y se determinará la resistencia promedio de cada grupo. La pérdida de resistencia por efecto de la inmersión, no podrá exceder de veinte por ciento (20 %).

El incumplimiento de este requisito implicará la realización del ensayo sobre núcleos tomados de los diferentes lotes colocados durante en período que se está evaluando (seis núcleos por lote, tres curados en seco y tres bajo condición húmeda). Los lotes de material que no cumplan con el requisito serán rechazados.

El incumplimiento de este requisito implicará también la suspensión de los trabajos hasta que se estudie una nueva fórmula de trabajo que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en el numeral 510.3 de la presente Sección.

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 510.12, ejecutados sobre muestras seleccionadas por el Interventor.

Tabla 510.12
Ensayos complementarios sugeridos para capas de mezcla asfáltica en caliente

PROPIEDAD	Número Mínimo de Ensayos		
	T0-T1	T2-T3	T4-T5
Módulo Dinámico	-	1	2
Curva de Fatiga (4 puntos)	-	1	2

510.6.5.2 Flujo

El flujo promedio de las probetas sometidas al ensayo de estabilidad (Fm) deberá encontrarse entre el ochenta por ciento (80%) y el ciento veinte por ciento (120%) del valor obtenido en la mezcla aprobada como fórmula de trabajo (Ft), pero por ningún motivo se permitirá que este promedio se encuentre por fuera de los límites establecidos en el numeral 510.3.1.

$$0.80 Ft \leq Fm \leq 1.20 Ft$$

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Si el flujo medio se encuentra dentro del intervalo establecido en la Tabla 510.7, pero no satisface la exigencia recién indicada en relación con el valor obtenido al determinar la fórmula de trabajo, el Interventor decidirá, al compararlo con las estabilidades, si el lote debe ser rechazado o aceptado, para lo cual considerará la relación estabilidad/flujo.

510.6.5.3 Contenido de Agua

Cuando el Interventor sospeche de la posible presencia de agua en la mezcla con base en la apariencia de la misma, podrá ordenar la determinación del contenido de agua en las mezcla asfáltica, según la norma de ensayo INV E-755.

El contenido de agua en las mezclas asfálticas, determinado con la norma de ensayo INV E-755, no podrá ser mayor que 0.5%. Las mezclas que no cumplan con este requisito serán rechazadas.

510.6.5.4 Módulo resiliente

A las mezclas asfálticas de alto módulo, deberá determinarse el módulo resiliente, según la norma de INV E-749. La prueba deberá ser realizada, por duplicado, sobre probetas tipo Marshall, compactadas con 75 y 50 golpes por cara, a 20° C y a frecuencias de 2.5, 5 y 10 Hz. El valor obtenido para esta última frecuencia con las probetas compactadas con 75 golpes por cara (valor promedio de las dos probetas), deberá ser, como mínimo, de diez mil megapascales 10,000 MPa.

Alternativamente, el módulo podrá ser medido mediante alguno de los procedimientos de ensayo definidos en la norma EN-12697-26, conservando las condiciones de elaboración de probetas y frecuencia y temperatura de ensayo; el valor de módulo obtenido para 10Hz con las probetas compactadas con 75 golpes por cara (valor promedio de las dos probetas), debe ser equivalente al de diez mil megapascales (10,000 MPa), definido para la norma INV E-749. En este caso, se deberán utilizar equivalencias comprobadas entre ensayos.

Este control se realizará a razón de un juego de ensayos por (i) cada quinientos metros cúbicos (500 m³) de mezcla compactada o por (ii) el volumen total compactado, si la obra contempla la construcción de un volumen total inferior a dicha cantidad.

En el caso de estas verificaciones, el Interventor deberá conservar suficientes probetas adicionales para eventuales ensayos de contraste, los cuales se realizarán en caso de que no se cumpla el valor mínimo de diez mil megapascales (10,000 MPa), bajo las condiciones de ensayo recién descritas.

Los ensayos de contraste se realizarán sobre un número de probetas no inferior al doble de las utilizadas para la primera verificación y el valor promedio del módulo resiliente de ellas deberá ser mayor de diez mil megapascales (10,000 MPa). Si este valor mínimo no se cumple, el volumen de mezcla objeto del control será rechazado y el Constructor deberá fresarlo y retirarlo, a su costa, y reemplazarlo por otro de calidad satisfactoria; el material fresado será propiedad del Constructor.

Si las especificaciones particulares establecen requisitos sobre módulos resilientes para otras mezclas del proyecto, se deberá seguir un proceso de verificación similar al mencionado para las mezclas de alto módulo.

510.6.6 Control de calidad del producto terminado

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

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

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

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 o la determinada por el Interventor.

La cota de cualquier punto de la mezcla asfáltica compactada en capas de base, no deberá variar en más de quince milímetros (15 mm) de la proyectada y la variación no podrá exceder de diez milímetros (10 mm) cuando se trate de capas intermedia y de rodadura.

Además de lo anterior, se efectuarán las siguientes verificaciones:

510.6.6.1 Densidad

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán en una proporción de, cuando menos, tres (3) por lote. Los sitios para las tomas de muestras o las mediciones in situ se elegirán al azar, pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro.

La verificación del grado de compactación de la capa colocada se hará tanto por porcentaje de compactación como por contenido de vacíos con aire en la mezcla. La mezcla colocada debe cumplir en forma simultánea con los requisitos establecidos para las dos verificaciones.

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

510.6.6.1.1 Porcentaje de compactación

La densidad promedio (Dm) deberá ser, cuando menos, el noventa y ocho por ciento (98%) del valor promedio obtenido al compactar en el laboratorio, con la técnica Marshall, las cuatro (4) probetas por lote (De), que se indicaron en el numeral 510.6.5.1 de esta Sección.

$$Dm \geq 0.98 De$$

Cuando se trate de mezclas definidas como MD 10 y MD 12 en la Tabla 510.3, el requisito de densidad promedio (Dm) será de noventa y siete por ciento (97%) mínimo.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

Además, la densidad de cada testigo individual (D_i) que resulte inferior al noventa y ocho por ciento (98%) de la densidad de laboratorio (D_e) deberá ser mayor o igual al noventa y siete por ciento (97%) de la densidad promedio de los testigos del lote (D_m), admitiéndose sólo un (1) valor defectuoso por lote.

$$D_i \geq 0.97 D_m$$

La toma de muestras testigo se hará de acuerdo con norma INV E-758 y las densidades se determinarán por alguno de los métodos indicados en las normas INV E-733, E-734 y E-746. Sólo se aceptará la determinación de la densidad de la capa compactada por medio de densímetros nucleares, si se garantiza, sin lugar a ninguna duda, que la medición del aparato abarca, única y exclusivamente, el espesor total de la capa que se está verificando.

510.6.6.1.2 Contenido de vacíos con aire

El contenido de vacíos con aire promedio del lote, determinado según la norma de ensayo INV E-736, no podrá ser mayor a 8% ni menor que 3%; se exceptúan las juntas, en las cuales este contenido promedio podrá ser máximo del 11%. Los contenidos de vacíos de los testigos individuales no podrán superar los requisitos establecidos para los valores promedio en más de 2 puntos (2%).

El cálculo del contenido de vacíos de la mezcla colocada se efectuará comparando los valores de densidad determinados según el numeral 510.6.6.1.1. y el valor de peso específico teórico máximo determinado sobre una muestra del lote correspondiente, según la norma INV E-735.

510.6.6.2 Espesor

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

$$E_p \geq E_d$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (E_i), deberá ser, cuando menos, igual al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, 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, salvo que, tratándose de una capa de base o intermedia sobre la cual se va a colocar otra mezcla asfáltica en caliente, el Constructor se comprometa a compensar la deficiencia incrementando el espesor de la capa superior, sin que el exceso de espesor por colocar de esta última genere costo alguno para el Instituto de Desarrollo Urbano. Este compromiso no resulta aplicable cuando la deficiencia de espesor se presente en una capa elaborada con una mezcla asfáltica de alto módulo.

Si el Constructor no asume este compromiso o se trata de una capa de rodadura, para la corrección se procederá a fresar, remover y reemplazar como en el caso de las deficiencias de compactación o, a opción del Constructor y si no existen problemas de gálibo o de sobrecargas estructurales, a la

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

colocación de una capa adicional del mismo tipo de mezcla a su costa, de cincuenta milímetros (50 mm) de espesor compacto, cumpliendo todos los requisitos de calidad de esta especificación. El riego de liga que se deba colocar para adherir las capas será también de cuenta del Constructor, quien deberá ejecutarlo en acuerdo a la Sección 502 de estas especificaciones.

510.6.6.3 Lisura

La superficie acabada no podrá presentar zonas de acumulación de agua (encharcamientos), ni irregularidades mayores de diez milímetros (10 mm) en capas de rodadura o quince milímetros (15 mm) en capas intermedias, de base y bacheos, 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 su costa, y a plena satisfacción del Interventor. El material fresado será de propiedad del Constructor.

510.6.6.4 Resistencia al deslizamiento

En el caso de mezclas compactadas como capa de rodadura, el coeficiente de resistencia al deslizamiento (INV E-792) 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. Estas medidas se realizarán transcurridos, como mínimo, treinta (30) días de puesta en servicio de 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. En tal evento, se considerarán admisibles valores medidos que correspondan a coeficientes de resistencia al deslizamiento mayores de cincuenta y cinco centésimas (0.55), de acuerdo con ecuaciones de correlación aceptadas internacionalmente.

Si el requisito sobre resistencia al deslizamiento no se cumple, la capa de mezcla asfáltica en caliente correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y repuesta en el mismo espesor retirado a satisfacción del Interventor, todo a cargo y costa 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 su costa, 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 502 de estas especificaciones.

510.6.6.5 Rugosidad

Para mezclas asfálticas en caliente que hagan las veces de capa de rodadura, el índice internacional de rugosidad (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 referencia inercial, en tramos de un hectómetro (1hm).

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		 ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C. Instituto DESARROLLO URBANO
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

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

- Clase I: Incluye perfilógrafos manuales de precisión, como el Dipstick; el método de mira y nivel clasifica dentro de esta clase.
- 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.

En esta evaluación 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, pozos de alcantarillado, sumideros y similares. 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 los documentos técnicos del proyecto se darán indicaciones con 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 510.13.

Tabla 510.13
Valores máximos admisibles de IRI (m/km)

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	Pavimentos de Construcción Nueva	Pavimentos Rehabilitados	
		Espesor del refuerzo	
		> 10 (cm)	≤ 10 (cm)
50	2.5	2.5	3.0
80	3.0	3.0	3.5
100	3.5	3.5	4.0

Si los resultados de rugosidad de la capa superficial exceden estos límites, 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.

Alternativamente, el Constructor podrá enfrentar el problema colocando, a su costa, 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

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. <small>Instituto</small> <small>DESARROLLO URBANO</small>
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

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.

510.6.6.6 Deflexión Característica

Antes de la recepción final de la obra y como parte del control se deberán medir y reportar las deflexiones del pavimento terminado mediante la Viga Benkelman, según el método de ensayo INV E-795; las mediciones se efectuarán cada 50m. Las mediciones medidas se corregirán para una temperatura de referencia en el pavimento de 20°C.

Las mediciones de deflexión se podrán realizar alternativamente con el deflectómetro de impacto FWD, caso en el cual se deberán reportar tanto los valores medidos con este equipo como los valores equivalentes de Viga Benkelman, calculados mediante correlaciones comprobadas.

A partir de estas mediciones corregidas, se calculará la deflexión característica como la deflexión promedio más 1.3 veces la desviación estándar.

510.6.6.7 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 510.14. 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 510.14
Ensayos para verificación de la conservación de las propiedades

Ensayo	Norma de Ensayo	Frecuencia promedio sugerida	Valor
Composición			
Granulometría (RO)	INV E-213	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 ó INV E-783	1 por mes	-
Punto de Ablandamiento. Incremento con respecto al asfalto original, máximo (RO)	INV E-712	1 por mes	12°C
Viscosidad Rotacional a 60oC. Relación viscosidad a 60°C del asfalto recuperado / viscosidad a 60°C del asfalto original, máximo (FT)	AASHTO T-316	1 por mes	6 veces

RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

A partir de la fecha fijada por el IDU para hacer obligatorio el cumplimiento de los estos requisitos, el incumplimiento de alguno de ellos tendrá las implicaciones que fije el instituto en relación con la aceptación o rechazo de los diferentes lotes colocados durante el período evaluado.

510.6.6.8 Construcción de capas de renivelación

Cuando la mezcla asfáltica en caliente se emplee en capas de renivelación de un pavimento existente, deberá cumplir los mismos requisitos que se exigen cuando se coloca como capa intermedia.

Todas las áreas de mezcla asfáltica en caliente colocada y compactada, donde los defectos de calidad y terminación excedan algunas de las tolerancias de esta Sección, así como aquellas en donde se presente retención de agua en la superficie (encharcamientos), deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

510.7 MEDIDA

510.7.1 Ejecución de mezclas asfálticas en caliente densas, semidensas y gruesas

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo de metro cúbico ($0.1 m^3$), de mezcla asfáltica en caliente, 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 ($< 0.05 m^3$) la aproximación 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.

510.7.2 Ejecución de bacheos y parcheos con mezcla asfáltica en caliente

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo de metro cúbico ($0.1 m^3$), de bacheo o parcheo con mezcla asfáltica en caliente ejecutado a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido en la presente 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

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

realizará por exceso y cuando sea menor de cinco centésimas de metro cúbico ($< 0.05 \text{ m}^3$) la aproximación se realizará por defecto.

El volumen se determinará multiplicando la superficie en donde el Interventor haya autorizado el trabajo, por el espesor compacto promedio en que se haya colocado y aceptado la mezcla. No se medirá ningún volumen por fuera de estos límites.

510.8 FORMA DE PAGO

El pago de las mezclas asfálticas en caliente densas, semidensas y gruesas 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 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 en caliente, 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 510.9 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 o modificadores diferentes de los polímeros definidos en el numeral 202.2.1, su costo deberá estar incluido también dentro del precio unitario de la mezcla.

El precio unitario también deberá incluir, además, el suministro y aplicación del asfalto para la pintura de adherencia en las juntas de pavimento y en las caras verticales y superficie sobre la cual se colocará mezcla asfáltica durante el relleno de las excavaciones para reparación del pavimento existente (bacheo y parcheo) y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de la capa respectiva en acuerdo pleno con la presente Sección.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO		
ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

510.9 ITEMS DE PAGO

510.1 Mezcla asfáltica en caliente del tipo elaborada con cemento asfáltico convencional	Metro cúbico (m ³)
510.2 Mezcla asfáltica en caliente del tipo elaborada con cemento asfáltico modificado con polímeros	Metro cúbico (m ³)
510.3 Mezcla asfáltica en caliente de alto módulo	Metro cúbico (m ³)
510.4 Mezcla asfáltica en caliente del tipo para bacheo y parcheo	Metro cúbico (m ³)

510.E Ensayos especiales para mezclas asfálticas en caliente

510.E. 1 Deflectometría con Viga Benkelman (por punto)	Unidad
510.E. 2 Deflectometría con Deflectómetro Dinámico de Impacto (por punto)	Unidad
510.E.3 Módulo Dinámico (por punto)	Unidad
510.E.4 Ley de Fatiga (4 puntos)	Unidad
510.E.5 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. Es ejemplo de ello la determinación del módulo dinámico en mezclas de Alto Módulo (MAM).