

**LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

**PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS**

**TÍTULO: 05. Materiales Asfálticos, Aditivos y Mezclas**

**CAPÍTULO: 010. Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa con Material Recuperado de Pavimento Asfáltico**

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene las características de calidad de las mezclas asfálticas de granulometría densa con material recuperado en proporciones de hasta diez (10), veinte (20) o treinta (30) por ciento, material pétreo virgen y cemento asfáltico, que se utilicen en la conservación de carpetas de pavimentos para carreteras.

**B. DEFINICIÓN**

- B.1.** Son mezclas de granulometría densa elaboradas en caliente que se utilizan para formar una nueva capa de carpeta para pavimentos en rehabilitación. Se elaboran en una planta mezcladora estacionaria o móvil, utilizando cemento asfáltico, materiales pétreos vírgenes y materiales recuperados de un pavimento asfáltico existente en proporciones de hasta diez (10), veinte (20) o treinta (30) por ciento de la masa seca de los materiales pétreos.
- B.2.** Generalmente, la proporción del material recuperado incorporado en la mezcla se elige considerando el volumen de tránsito esperado en la carretera, por lo que a mayor volumen de tránsito esperado menor será la proporción de material recuperado en la mezcla y a menor volumen de tránsito esperado mayor será la proporción de material recuperado en la mezcla.

**C. REFERENCIAS**

Son referencias de esta Norma las normas ASTM D6927-22, *Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Asphalt Mixtures* y ASTM D8225-19, *Standard Test Method for Determination of Cracking Tolerance Index of Asphalt Mixture Using the Indirect Tensile Cracking Test at Intermediate Temperature*, publicadas por ASTM International, en EUA, en los años 2022 y 2019 respectivamente, y las normas AASHTO T342-22, *Standard Method of Test for Determining Dynamic Modulus of Hot Mix Asphalt (HMA)* y AASHTO T321-22, *Standard Method of Test for Determining the Fatigue Life of Compacted Asphalt Mixtures Subjected to Repeated Flexural Bending*, publicadas por American Association of State Highway and Transportation Officials, en EUA, en el año 2022.

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente .....	N·CTR·CAR·1·04·006
Recuperación de Materiales en Pavimentos Asfálticos Existentes .....	N·CSV·CAR·3·02·017
Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas .....	N·CMT·4·04
Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras .....	N·CMT·4·05·003
Calidad de Cementos Asfálticos según su Grado de Desempeño (PG) .....	N·CMT·4·05·004
Viscosidad Rotacional Brookfield de Cementos Asfálticos .....	M·MMP·4·05·005
Muestreo de Mezclas Asfálticas .....	M·MMP·4·05·032
Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa .....	M·MMP·4·05·034

Método de Diseño por Desempeño para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa .....	M·MMP·4·05·046
Contenido de Cemento o Residuo Asfáltico en Mezclas Asfálticas mediante Extracción por Centrifugado .....	M·MMP·4·05·049
Susceptibilidad de las Mezclas Asfálticas Compactadas al Daño Inducido por Humedad .....	M·MMP·4·05·052
Deformación Permanente por Rodera con Rueda Cargada de Hamburgo .....	M·MMP·4·05·053
Contenido de Cemento o Residuo Asfáltico en Mezclas Asfálticas por el Método de Calcinación .....	M·MMP·4·05·054

#### D. SELECCIÓN DE LA PROPORCIÓN MÁXIMA DE MATERIAL RECUPERADO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA

- D.1.** La selección de la proporción de material recuperado que será incorporado en la mezcla asfáltica estará en función del volumen de tránsito esperado en la carretera en términos del número de ejes equivalentes de ocho coma dos (8,2) toneladas, acumulados durante la vida útil del pavimento ( $\Sigma L$ ).
- D.2.** En la Tabla 1 de esta Norma se indica la proporción máxima de material recuperado incorporado en la mezcla asfáltica de acuerdo con el número de ejes equivalentes de ocho coma dos (8,2) toneladas, acumulados durante la vida útil del pavimento y diseñada empleando alguno de los procedimientos de diseño descritos en los Manuales M·MMP·4·05·034, *Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa* o M·MMP·4·05·046, *Método de Diseño por Desempeño para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa*, según sea el caso.

**TABLA 1.- Proporción máxima de material recuperado incorporado en la mezcla asfáltica de acuerdo con el volumen de tránsito y el método de diseño que se considere utilizar**

Método de diseño	Proporción máxima de material recuperado en la mezcla asfáltica %	Número máximo de ejes equivalentes de diseño ( $\Sigma L$ ) millones
Desempeño	10	Cualquier volumen de tránsito
	20	30
	30	10
Marshall	10	10

#### E. REQUISITOS DE CALIDAD

##### E.1. MATERIALES PARA ELABORAR LA MEZCLA ASFÁLTICA

###### E.1.1. Materiales recuperados

Los materiales recuperados serán obtenidos conforme a lo establecido en la Norma N·CSV·CAR·3·02·017, *Recuperación de Materiales en Pavimentos Asfálticos Existentes* y cumplirán con lo siguiente:

###### E.1.1.1. El material recuperado estará libre de:

- Finos arcillosos.
- Partículas sintéticas como fragmentos de plástico o geotextiles.
- Partículas metálicas.
- Materia orgánica.
- Restos de combustibles o lubricantes.
- Material pétreo de la capa de base granular.

**E.1.1.2.** La cantidad de material recuperado en la mezcla asfáltica será la indicada en el proyecto o aprobada por la Secretaría, pero no será mayor de treinta (30) por ciento de la masa seca de los materiales pétreos.

**E.1.2. Cemento asfáltico**

El cemento asfáltico que sea incorporado a la mezcla asfáltica cumplirá con lo establecido en la Norma N·CMT·4·05·004, *Calidad de Cementos Asfálticos según su Grado de Desempeño (PG)*.

**E.1.3. Materiales pétreos vírgenes**

Los materiales pétreos vírgenes cumplirán con lo establecido en la Norma N·CMT·4·04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*.

**E.2. MEZCLA ASFÁLTICA SEGÚN SU MÉTODO DE DISEÑO, PROPORCIONAMIENTO Y VOLUMEN DE TRÁNSITO**

**E.2.1. Mezclas asfálticas diseñadas por el método Marshall con material recuperado en proporción de hasta el diez (10) por ciento**

El método Marshall para mezclas asfálticas de granulometría densa sólo será utilizado para el diseño de mezclas asfálticas de granulometría densa con material recuperado en proporción de hasta diez (10) por ciento de la masa seca de los materiales pétreos y utilizadas en carreteras con un tránsito esperado de hasta diez (10) millones de ejes equivalentes de diseño. Además, cumplirán con los requisitos de calidad para mezclas diseñadas con el método Marshall indicados en la Norma N·CMT·4·05·003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras*.

**E.2.2. Mezclas asfálticas diseñadas por el método de diseño por desempeño con material recuperado en proporción de hasta diez (10), veinte (20) o treinta (30) por ciento**

Las mezclas asfálticas de granulometría densa con material pétreo virgen, material recuperado en proporción de hasta diez (10), veinte (20) o treinta (30) por ciento y cemento asfáltico, diseñadas mediante el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·05·046, *Método de Diseño por Desempeño para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa*, de acuerdo con el tránsito esperado en términos del número de ejes equivalentes de ocho coma dos (8,2) toneladas, acumulados durante la vida útil del pavimento ( $\Sigma L$ ), cumplirán con los requisitos de calidad indicados en las Tablas 2 y 3 de esta Norma.

**TABLA 2.- Requisitos volumétricos de la mezcla asfáltica de granulometría densa diseñada mediante el método de diseño por desempeño**

Intensidad del tránsito $\Sigma L$ millones	Porcentaje de la densidad relativa teórica máxima, $d_{mm}$ %			Vacíos en el material pétreo mínimo, $VMP_{min}$ %					Vacíos llenos de asfalto $VFA$ %	Relación filler-cemento asfáltico $F - CA$
	Giros de compactación [1]			Tamaño nominal mm						
	Iniciales $N_{ini}$	Diseño $N_{dis}$	Máximo $N_{máx}$	37,5	25	19	12,5	9,5		
$\Sigma L \leq 10$	$\leq 90,5$	96	$\leq 98$	11	12	13	14	15	65 - 78	0,8 – 1,6
$\Sigma L > 10$	$\leq 89$	96	$\leq 98$	11	12	13	14	15	65 - 75	0,8 – 1,6

[1]  $N_{ini}$  = Número de giros de compactación iniciales,  $N_{dis}$  = Número de giros de compactación de diseño y  $N_{máx}$  = Número de giros de compactación máximo.

**TABLA 3.- Requisitos de calidad para mezclas asfálticas de granulometría densa con material recuperado de acuerdo con la proporción máxima de material recuperado diseñadas mediante el método de diseño por desempeño**

Requisitos	Proporción máxima de material recuperado, %			
	10	20	30	
	Número de ejes equivalentes de diseño $\Sigma L$ <sup>[1]</sup> millones			
	10 < $\Sigma L$ ≤ 30	$\Sigma L$ > 30	$\Sigma L$ ≤ 30	$\Sigma L$ < 10
Susceptibilidad de la mezcla asfáltica compactada al daño inducido por humedad, %, mínimo <sup>[2]</sup>	80			
Deformación permanente por rodera con rueda cargada de Hamburgo a 50 °C y 20 000 pasadas, mm, máximo <sup>[3]</sup>	10			
Módulo Dinámico, $ E^* $ 20 °C, 10 Hz, MPa, mínimo <sup>[4]</sup>	-	5 000 <sup>[8]</sup>	-	-
Resistencia a la fatiga, viga a flexión en cuatro puntos, 20 °C, f=10 Hz <sup>[5]</sup>				
• Número de ciclos a la falla ( $N_f$ ) a 400 $\mu\epsilon$ <sup>[6]</sup> , mínimo	-	1 500 000	-	-
• Número de ciclos a la falla ( $N_f$ ) a 500 $\mu\epsilon$ <sup>[6]</sup> , mínimo	-	250 000	-	-
• Número de ciclos a la falla ( $N_f$ ) a 600 $\mu\epsilon$ <sup>[6]</sup> , mínimo	-	30 000	-	-
Índice de tolerancia al agrietamiento, adimensional, mínimo <sup>[7]</sup>	80			
Variación del índice de tolerancia al agrietamiento de la mezcla asfáltica con material recuperado respecto al índice de tolerancia al agrietamiento de la mezcla diseñada sin material recuperado, %, máximo	30			

[1]  $\Sigma L$  = Número de ejes equivalentes de 8,2 t (ESAL), esperado durante la vida útil del pavimento.

[2] Para determinar la susceptibilidad de la mezcla asfáltica compactada al daño inducido por humedad, se utilizará el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·05·052, *Susceptibilidad de las Mezclas Asfálticas Compactadas al Daño Inducido por Humedad*.

[3] Para determinar la deformación permanente por rodera con rueda cargada de Hamburgo, se utilizará el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·05·053, *Deformación Permanente por Rodera con Rueda Cargada de Hamburgo*.

[4] Para determinar el módulo dinámico, se utilizará el método descrito en la norma AASHTO T342-22, *Standard Method of Test for Determining Dynamic Modulus of Hot Mix Asphalt (HMA)*.

[5] Para determinar la resistencia a la fatiga, se utilizará el método descrito en la norma AASHTO T321-22, *Standard Method of Test for Determining the Fatigue Life of Compacted Asphalt Mixtures Subjected to Repeated Flexural Bending*. El criterio de falla considerado es la pérdida del 50 % de la rigidez inicial.

[6]  $\mu\epsilon$ , microdeformaciones a flexión.

[7] Para determinar el índice de tolerancia al agrietamiento, se utilizará el procedimiento de prueba descrito en la norma ASTM D8225-19, *Standard Test Method for Determination of Cracking Tolerance Index of Asphalt Mixture Using the Indirect Tensile Cracking Test at Intermediate Temperature*.

[8] Se determinará el módulo Dinámico para niveles de tránsito mayores de veinte (20) millones de ejes equivalentes ( $\Sigma L$  > 20).

### E.2.3. Uso de aditivos en la mezcla

En caso de que así lo indique el proyecto, para mezclas asfálticas con material recuperado en proporción de más de diez (10) por ciento, se emplearán aditivos para evitar el agrietamiento de la mezcla. La selección del tipo y cantidad de aditivo estará en función de las características reológicas del asfalto residual en el material recuperado. El tipo de aditivo y cantidad utilizada en la mezcla asfáltica serán los indicados en el proyecto, cumpliendo con los requisitos del índice de tolerancia al agrietamiento y la variación del índice de tolerancia al agrietamiento indicados en la Tabla 3 de esta Norma.

**F. CONDICIONES PARA LA ELABORACIÓN Y USO ADECUADO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS**

- F.1.** La planta de mezclado se instalará y operará de acuerdo con las instrucciones del fabricante, cuidando que el chasis principal de la planta permanezca estable y esté nivelado.
- F.2.** Los materiales recuperados utilizados en la elaboración de mezclas asfálticas con material recuperado en proporción de más de diez (10) por ciento serán disgregados y posteriormente cribados en dos (2) fracciones con tamaños retenidos en la malla 4,75 mm (Nº4) y tamaños que pasan la malla 4,75 mm (Nº4), retirando todo aquel material mayor de diecinueve (19) milímetros ( $\frac{3}{4}$  in).
- F.3.** Cuando se utilice una (1) fracción de tamaño del material recuperado en la elaboración de la mezcla asfáltica, la planta de mezclado contará con lo siguiente:
- F.3.1.** Cuando la planta de mezclado sea de producción discontinua, también conocida como de bachas, contará con una tolva exclusiva para la incorporación del material recuperado.
- F.3.2.** Cuando la planta de mezclado sea de producción continua, la planta contará por lo menos con cuatro (4) tolvas, tres (3) para el material pétreo virgen y una (1) tolva para el agregado recuperado, una para cada proporción de material pétreo virgen y recuperado que indique el diseño.
- F.4.** Cuando se utilicen dos (2) fracciones de tamaño del material recuperado en la elaboración de la mezcla asfáltica, la planta de mezclado contará con lo siguiente:
- F.4.1.** Cuando la planta de mezclado sea de producción discontinua (bachas), la planta contará con una tolva exclusiva para la incorporación del material recuperado.
- F.4.2.** Cuando la planta de mezclado sea de producción continua, la planta contará por lo menos con cinco (5) tolvas, tres (3) para el material pétreo virgen y dos (2) tolvas para el agregado recuperado, una para cada proporción de material pétreo virgen y recuperado que indique el diseño.
- F.5.** Cuando la planta de mezclado sea de producción continua, la planta contará con los aditamentos necesarios para evitar el contacto directo del material recuperado con la flama en el tambor de mezclado de la planta durante su mezclado.
- F.6.** Los materiales recuperados por mezclar se almacenarán junto a la planta de mezclado y protegidos de la contaminación de otros materiales y de la humedad. El almacenamiento de los materiales recuperados cumplirá con lo indicado en la Norma N·CSV·CAR·3·02·017, *Recuperación de Materiales en Pavimentos Asfálticos Existentes*.
- F.7.** El cemento asfáltico empleado en la producción de la mezcla se almacenará en tanques junto a la planta de mezclado. Los tanques dispondrán de un sistema de calefacción y estarán equipados con una bomba para hacer circular su contenido. El almacenamiento del cemento asfáltico cumplirá con lo indicado en la Norma N·CMT·4·05·004, *Calidad de Cementos Asfálticos según su Grado de Desempeño (PG)*.
- F.8.** No se aplicará la mezcla asfáltica cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendencia sea a la baja, cuando haya amenaza de lluvia o esté lloviendo y en superficies con agua libre o encharcada.
- F.9.** Las cantidades del material pétreo virgen, material recuperado, así como del cemento asfáltico, serán las establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría. La tolerancia del contenido de cemento asfáltico en la mezcla determinado mediante alguno de los procedimientos descritos en los Manuales M·MMP·4·05·049, *Contenido de Cemento o Residuo Asfáltico en Mezclas Asfálticas mediante Extracción por Centrifugado* o M·MMP·4·05·054, *Contenido de Cemento o Residuo Asfáltico en Mezclas Asfálticas por el Método de Calcinación*, será la mostrada en la Tabla 4 de esta Norma.

TABLA 4.- Tolerancia en el contenido de cemento asfáltico en la mezcla asfáltica

Material asfáltico empleado en la elaboración de la mezcla		Proporción máxima de material recuperado %		
		10	20	30
		Tolerancia en el contenido de cemento asfáltico, CA %		
Cemento asfáltico	Método de extracción por centrifugado	CA ± 0,35 <sup>[1]</sup>	CA ± 0,40 <sup>[2]</sup>	CA ± 0,45 <sup>[3]</sup>
	Método de calcinación	CA ± 0,23 <sup>[1]</sup>	CA ± 0,28 <sup>[2]</sup>	CA ± 0,33 <sup>[3]</sup>

[1] CA corresponde al contenido de cemento asfáltico determinado en el diseño de la mezcla, en por ciento respecto a la masa del material pétreo. La tolerancia en el contenido de cemento asfáltico corresponde al rango que se establece sumando y restando el 0,35 % o el 0,23 % al contenido de cemento asfáltico determinado en el diseño, por ejemplo, si el contenido de ese cemento asfáltico es de 6 % determinado por el método de extracción por centrifugado, la tolerancia sería de 6-0,35 a 6+0,35, es decir, de 5,65 a 6,35 %.

[2] CA corresponde al contenido de cemento asfáltico determinado en el diseño de la mezcla, en por ciento respecto a la masa del material pétreo. La tolerancia en el contenido de cemento asfáltico corresponde al rango que se establece sumando y restando el 0,40 % o el 0,28 % al contenido de cemento asfáltico determinado en el diseño, por ejemplo, si el contenido de ese cemento asfáltico es de 6 % determinado por el Método de extracción por centrifugado, la tolerancia sería de 6-0,40 a 6+0,40, es decir, de 5,60 a 6,40 %.

[3] CA corresponde al contenido de cemento asfáltico determinado en el diseño de la mezcla, en por ciento respecto a la masa del material pétreo. La tolerancia en el contenido de cemento asfáltico corresponde al rango que se establece sumando y restando el 0,45 % o el 0,33 % al contenido de cemento asfáltico determinado en el diseño, por ejemplo, si el contenido de ese cemento asfáltico es de 6 % determinado por el Método de extracción por centrifugado, la tolerancia sería de 6-0,45 a 6+0,45, es decir, de 5,55 a 6,45 %.

**F.10.** El responsable de las actividades de mezclado y compactación de la mezcla asfáltica determinará el rango de las temperaturas de mezclado y compactación considerando lo siguiente:

**F.10.1.** Cuando se utilice en la mezcla cemento asfáltico modificado, el proveedor de este entregará al responsable del mezclado y compactación de la mezcla asfáltica la recomendación del rango de las temperaturas de mezclado y compactación para la utilización de su producto. El proveedor del cemento asfáltico y el laboratorio de control de calidad indicarán el método empleado para establecer dichas temperaturas, considerando criterios reológicos, de trabajabilidad y experiencia de campo.

**F.10.2.** Para cementos asfálticos sin modificar, la consistencia del cemento asfáltico se obtendrá mediante el procedimiento de prueba indicado en el Manual M·MMP·4-05-005, *Viscosidad Rotacional Brookfield de Cementos Asfálticos*.

**F.11.** Los espesores compactos de las capas que se construyan con la mezcla asfáltica no serán menores que uno coma cinco (1,5) veces el tamaño nominal del material pétreo utilizado. El espesor máximo de la capa será aquel que el equipo sea capaz de compactar, de tal forma que la diferencia entre el grado de compactación en los tres (3) centímetros superiores y los tres (3) centímetros inferiores, no difiera en más del uno (1) por ciento; si esto sucede, la carpeta se construirá en dos o más capas.

**F.12.** Las capas construidas con mezcla asfáltica serán compactadas entre el noventa y tres (93) y noventa y siete (97) por ciento de su densidad relativa teórica máxima ( $d_{mm}$ ), determinada de acuerdo con los métodos de prueba que fije la Secretaría.

**F.13.** Las propiedades de la mezcla asfáltica durante su producción serán las obtenidas mediante el diseño de la mezcla aprobado por la Secretaría, en cumplimiento con los requisitos de calidad establecidos dentro de esta Norma. En caso de existir variaciones entre las propiedades de la mezcla asfáltica durante su producción y las propiedades indicadas en el diseño, se realizará una revisión y, en su caso, un ajuste del diseño de la mezcla. Si las propiedades de la mezcla o la procedencia de los materiales son distintas a las indicadas en el proyecto, se realizará un nuevo diseño de la mezcla asfáltica.

## G. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

Con el propósito de evitar la alteración de las características de las mezclas asfálticas con material pétreo virgen, material recuperado y cemento asfáltico antes de su utilización en la obra, se tendrá cuidado en su transporte y almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

### G.1. ALMACENAMIENTO

- G.1.1. La mezcla asfáltica en caliente puede ser almacenada por corto tiempo en tolvas metálicas sin orificios, con superficie interior lisa y limpia, pero teniendo en cuenta que la temperatura de la mezcla se reducirá rápidamente. No se permitirá el almacenamiento en pilas o acopios, aun cuando estos se cubran con lonas.
- G.1.2. Si se utilizan silos térmicamente aislados, la mezcla puede ser almacenada hasta por veinticuatro (24) horas sin pérdidas de temperatura y calidad considerables.
- G.1.3. De requerirse largos periodos de almacenamiento, se utilizarán silos que incluyan sistemas de calentamiento que permitan mantener la temperatura de la mezcla, pero cuidando que no se presente escurrimiento del asfalto u oxidación de la mezcla.

### G.2. TRANSPORTE

- G.2.1. La mezcla se transportará en vehículos con caja metálica con superficie interior lisa, sin orificios, limpia y libre de residuos de mezcla asfáltica, para evitar que esta se adhiera a la caja.
- G.2.2. Antes de cargar el vehículo de transporte, se limpiará su caja y se cubrirá la superficie interior de la misma con un lubricante para evitar que se le adhiera la mezcla, utilizando para ello una solución de agua y cal, agua jabonosa o algún producto comercial apropiado. En ningún caso se usarán productos derivados del petróleo como el diésel, debido a problemas ambientales y posibles daños a la mezcla. Una vez hecho lo anterior, se levantará la caja para drenar el exceso de lubricante.
- G.2.3. El vehículo de transporte se llenará con varias descargas sucesivas de la mezcla para minimizar la segregación de los materiales pétreos, acomodándolas desde los extremos de la caja hacia su centro.
- G.2.4. Una vez cargado el vehículo de transporte, se cubrirá la mezcla asfáltica con una lona que la preserve del polvo, materias extrañas y de la pérdida de calor durante el trayecto.
- G.2.5. El tiempo de transporte está en función de la pérdida de temperatura de la mezcla, la que será mezclada y compactada a las temperaturas mínimas como se indica en la Fracción F.10. de esta Norma.
- G.2.6. La temperatura de fabricación de la mezcla no se incrementará para que al final de su transporte tenga la temperatura adecuada para el tendido y compactación.

## H. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

### H.1. MEZCLAS ASFÁLTICAS DISEÑADAS MEDIANTE EL MÉTODO MARSHALL

La aceptación de las mezclas asfálticas con material pétreo virgen, material recuperado y cemento asfáltico por parte de la Secretaría, diseñadas mediante el procedimiento contenido en el Manual M·MMP·4·05·034, *Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa*, se hará considerando lo siguiente:

- H.1.1.** El Contratista de Obra será el responsable de demostrar que la mezcla cumple con las características y los requisitos de calidad señalados en esta Norma para su aprobación por parte del Residente, según el tipo de mezcla establecida en el proyecto, en muestras obtenidas y preparadas como se establece en el Manual M·MMP·4·05·032, *Muestreo de Mezclas Asfálticas*, mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. El Contratista de Obra entregará a la Secretaría un certificado de calidad que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma, expedido por su propio laboratorio o por un laboratorio externo aprobado por la Secretaría.
- H.1.2.** Durante el proceso de producción, con objeto de controlar la calidad de la mezcla en la ejecución de la obra, el Contratista de Obra, por cada doscientos (200) metros cúbicos o fracción de la mezcla de un mismo tipo producido en la planta, realizará las pruebas necesarias que aseguren que cumple con el contenido de asfalto y granulometría establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, considerando lo establecido en la Norma N·CMT·4·04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas* y entregará a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas y preparadas como se establece en el Manual M·MMP·4·05·032, *Muestreo de Mezclas Asfálticas* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de lo mencionado en este Inciso.
- H.1.3.** Además de lo señalado en el Inciso anterior, el Contratista de Obra, por cada dos mil (2 000) metros cúbicos de producción de la planta, realizará las pruebas necesarias que aseguren que la mezcla asfáltica cumple con todos los requisitos establecidos en esta Norma y entregará a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas y preparadas como se establece en el Manual M·MMP·4·05·032, *Muestreo de Mezclas Asfálticas* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos.
- H.1.4.** Una vez tendida y compactada la mezcla asfáltica, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias que aseguren la estabilidad y flujo indicados en el Párrafo D.1.1.1. de la Norma N·CMT·4·05·003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras*, en el proyecto o lo señalado por la Secretaría, de acuerdo con lo indicado en la Norma N·CTR·CAR·1·04·006, *Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente*, mediante el procedimiento contenido en la norma ASTM D6927-22, *Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Asphalt Mixtures*. El Contratista de Obra entregará a la Secretaría los resultados de dichas pruebas.

## **H.2. MEZCLAS ASFÁLTICAS DISEÑADAS MEDIANTE EL MÉTODO DE DESEMPEÑO**

La aceptación por parte de la Secretaría de las mezclas asfálticas con material pétreo virgen, material recuperado y cemento asfáltico, diseñadas mediante el procedimiento contenido en el Manual M·MMP·4·05·046, *Método de Diseño por Desempeño para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa*, se hará considerando lo siguiente:

- H.2.1.** El Contratista de Obra será el responsable de demostrar que la mezcla cumple con las características y los requisitos de calidad señalados en esta Norma para su aprobación por parte del Residente, según el tipo de mezcla establecida en el proyecto, en muestras obtenidas y preparadas como se establece en el Manual M·MMP·4·05·032, *Muestreo de Mezclas Asfálticas*, mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. El Contratista de Obra entregará a la Secretaría un certificado de calidad que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma, expedido por su propio laboratorio o por un laboratorio externo aprobado por la Secretaría.

**H.2.2.** Durante el proceso de producción, con objeto de controlar la calidad de la mezcla en la ejecución de la obra, el Contratista de Obra, por cada doscientos (200) metros cúbicos o fracción de la mezcla de un mismo tipo producido en la planta, realizará las pruebas necesarias que aseguren que cumple con el contenido de asfalto y la granulometría establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, considerando lo establecido en la Norma N·CMT·4·04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas* y entregará a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. La tolerancia en la dosificación de cada fracción del material pétreo en la mezcla respecto a la granulometría de diseño será la mostrada en la Tabla 5 de esta Norma. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas y preparadas como se establece en el Manual M·MMP·4·05·032, *Muestreo de Mezclas Asfálticas* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de lo mencionado en este Inciso.

**TABLA 5.- Tolerancia en la dosificación de cada fracción del material pétreo en la mezcla respecto a la granulometría de diseño**

Fracción del material pétreo empleado en la elaboración de la mezcla		Proporción máxima de material recuperado %		
		10	20	30
Abertura de malla mm	Designación de malla	Tolerancia en la dosificación de la fracción [1], %		
50	2 in	± 3,5	± 3,5	± 4
37,5	1½ in	± 3,5	± 3,5	± 4
25	1 in	± 3,5	± 3,5	± 4
19	¾ in	± 3,5	± 3,5	± 4
12,5	½ in	± 3,5	± 3,5	± 4
9,5	⅜ in	± 3,5	± 3,5	± 4
6,3	¼ in	± 3,5	± 3,5	± 4
4,75	Nº4	± 3,5	± 3,5	± 4
2	Nº10	± 2,5	± 2,5	± 3
0,85	Nº20	± 2,5	± 2,5	± 3
0,425	Nº40	± 2,5	± 2,5	± 3
0,25	Nº60	± 2,5	± 2,5	± 3
0,15	Nº100	± 2,5	± 2,5	± 3
0,075	Nº200	± 1,5	± 1,5	± 1,5

[1] La tolerancia en la dosificación de cada fracción del material pétreo se establece sumando y restando el 3,5 %, el 2,5 % o el 1,5 % a la dosificación en la granulometría de diseño, por ejemplo, si la dosificación en la granulometría de diseño para el material que pasa por la malla de 2 mm (Nº10) es de 35 %, para una proporción de material recuperado de hasta el 10 % y un tamaño nominal del material pétreo de 9,5 mm (¾), la tolerancia sería de 35-2,5 a 35+2,5, es decir, de 32,5 a 37,5 %.

**H.2.3.** Además de lo señalado en el Inciso anterior, el Contratista de Obra, por cada dos mil (2 000) metros cúbicos de producción de la planta, realizará las pruebas necesarias que aseguren que la mezcla asfáltica cumple con los requisitos de volumetría, susceptibilidad de la mezcla asfáltica compactada al daño inducido por humedad, deformación permanente por rodera con rueda cargada de Hamburgo, índice de tolerancia al agrietamiento y variación del índice de tolerancia al agrietamiento de la mezcla asfáltica con material recuperado respecto al índice de tolerancia al agrietamiento de la mezcla diseñada sin material recuperado establecidos en esta Norma y entregará a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas y preparadas como se establece en el Manual M·MMP·4·05·032, *Muestreo de Mezclas Asfálticas* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos.

- H.3.** En cualquier momento, la Secretaría puede verificar que la mezcla suministrada cumpla con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos.

# Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes



# Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA  
Dirección General de Servicios Técnicos  
Av. Coyoacán 1895  
Col. Acacias, Benito Juárez, 03240  
Ciudad de México  
[www.gob.mx/sct](http://www.gob.mx/sct)



INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE  
Km 12+000, Carretera Estatal No. 431  
"El Colorado-Galindo", San Fandila,  
Pedro Escobedo, 76703, Querétaro  
<https://normas.imt.mx>  
[normas@imt.mx](mailto:normas@imt.mx)