

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

**PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS**

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

**CAPÍTULO: 008. Mezclas con Material Pétreo Recuperado y Cemento Asfáltico Espumado para Bases**

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene las características de calidad de las mezclas con material pétreo recuperado y cemento asfáltico espumado que se utilicen en la construcción de bases de pavimentos para carreteras.

**B. DEFINICIÓN**

Son mezclas elaboradas en frío, en una planta mezcladora estacionaria o móvil, utilizando cemento asfáltico espumado y materiales pétreos recuperados de un pavimento existente. Estas mezclas generalmente se utilizan para formar una nueva capa de base para pavimentos en rehabilitación en los que se requiere reutilizar los materiales de base y capa de rodadura existentes.

**C. REFERENCIAS**

Son referencia de esta Norma los métodos de prueba AE-X, *Método de prueba para determinar la Resistencia a la Tensión Indirecta (RTI) de material estabilizado con asfalto espumado (BSM)*, y AE-XI, *Método de prueba para determinar las propiedades al corte de un material estabilizado con asfalto espumado (BSM)*, publicados por el Instituto Mexicano del Transporte en la Publicación Técnica No. 623, Manual de pruebas de laboratorio; *Bases estabilizadas con asfalto espumado*, en México, en el año 2021.

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Calidad del Cemento Pórtland .....	N·CMT·2·02·001
Cal para Estabilizaciones.....	N·CMT·4·03·001
Materiales Pétreos Recuperados para Mezclas con Cemento Asfáltico Espumado .....	N·CMT·4·04·001
Calidad de Materiales Asfálticos .....	N·CMT·4·05·001
Calidad de Cementos Asfálticos según su Grado de Desempeño (PG) .....	N·CMT·4·05·004
Cementos Asfálticos Espumados .....	N·CMT·4·05·006
Muestreo de Mezclas Asfálticas .....	M·MMP·4·05·032
Método de Diseño para Mezclas con Material Pétreo Recuperado y Cemento Asfáltico Espumado .....	M·MMP·4·05·066

## D. REQUISITOS DE CALIDAD

### D.1. MATERIALES PARA ELABORAR LA MEZCLA

#### D.1.1. Materiales pétreos

Los materiales pétreos cumplirán con lo establecido en la Norma N-CMT-4-04-001, *Materiales Pétreos Recuperados para Mezclas con Cemento Asfáltico Espumado*. Las cantidades de los distintos tipos de materiales pétreos que se empleen serán las establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

#### D.1.2. Cemento asfáltico espumado

El cemento asfáltico espumado cumplirá con lo establecido en la Norma N-CMT-4-05-006, *Cementos Asfálticos Espumados*. La cantidad de cemento asfáltico espumado en la mezcla será la indicada en el proyecto y generalmente no será mayor al tres (3) por ciento de la masa seca de los materiales pétreos.

#### D.1.3. Material pétreo de aporte

Los requisitos de calidad y de granulometría del material pétreo de aporte, cumplirán con lo establecida en la Norma N-CMT-4-04-001, *Materiales Pétreos Recuperados para Mezclas con Cemento Asfáltico Espumado*.

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

#### D.1.4. Material fino (*filler*)

- D.1.4.1. Cuando se requiera un material fino (*filler*) para estabilizar los materiales pétreos recuperados, se podrá utilizar cemento Pórtland o cal hidratada, según se indique en el proyecto.
- D.1.4.2. En caso de utilizarse cemento Pórtland para estabilizar los materiales pétreos, esté será del tipo CPO, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, en la cantidad indicada en el proyecto, considerando que no será mayor al uno (1) por ciento de la masa seca de los materiales pétreos. El cemento Pórtland utilizado cumplirá con los requisitos de calidad indicados en la Norma N-CMT-2-02-001, *Calidad del Cemento Pórtland*.
- D.1.4.3. En caso de utilizarse cal hidratada para tratar los materiales pétreos, la cantidad de cal hidratada en la mezcla asfáltica será la indicada en el proyecto, pero no será mayor del uno coma cinco (1,5) por ciento de la masa seca de los materiales pétreos. La cal hidratada utilizada en la estabilización cumplirá con los requisitos de calidad indicados en la Norma N-CMT-4-03-001, *Cal para Estabilizaciones*.

### D.2. MEZCLA CON MATERIAL PÉTREO RECUPERADO Y CEMENTO ASFÁLTICO ESPUMADO

Las mezclas con material pétreo recuperado y cemento asfáltico espumado, diseñadas mediante el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-4-05-066, *Método de Diseño para Mezclas con Material Pétreo Recuperado y Cemento Asfáltico Espumado*, 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 que se indican en la Tabla 1 de esta Norma.

**TABLA 1.- Requisitos de calidad para mezclas con material pétreo recuperado y cemento asfáltico espumado**

Característica	Valor	
	$\Sigma L \leq 3$ millones <sup>[1]</sup>	$\Sigma L > 3$ millones <sup>[1]</sup>
Resistencia a la tensión indirecta <sup>[2]</sup> en especímenes secos de 150 mm de diámetro, kPa	> 175	> 225
Resistencia a la tensión indirecta <sup>[2]</sup> en especímenes saturados de 150 mm de diámetro, kPa	> 100	> 125
Cohesión en ensaye de compresión triaxial simple <sup>[3]</sup> , kPa	> 200	> 250
Ángulo de fricción interna en ensaye de compresión triaxial simple <sup>[4]</sup> , grados	> 38	> 40

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

[2] Para determinar la resistencia a la tensión indirecta, se utilizará el método descrito en el método de prueba AE-X, *Método de prueba para determinar la Resistencia a la Tensión Indirecta (RTI) de material estabilizado con asfalto espumado (BSM)*.

[3] Para determinar la cohesión, se utilizará el método descrito en el método de prueba AE-XI, *Método de prueba para determinar las propiedades al corte de un material estabilizado con asfalto espumado (BSM)*.

[4] Para determinar el ángulo de fricción interna, se utilizará el método descrito en el método de prueba AE-XI, *Método de prueba para determinar las propiedades al corte de un material estabilizado con asfalto espumado (BSM)*.

#### E. CONDICIONES PREVIAS PARA LA ELABORACIÓN DE LAS MEZCLAS CON MATERIAL PÉTREO RECUPERADO Y CEMENTO ASFÁLTICO ESPUMADO

- E.1. La planta de mezclado se instalará y operará de acuerdo con las instrucciones del fabricante, cuidando que el chasis principal de la máquina permanezca estable y esté nivelado.
- E.2. Cuando se requiera mezclar dos (2) materiales, cada material se cargará en tolvas diferentes y las compuertas de alimentación se ajustarán para proporcionar la mezcla requerida en el transportador primario.
- E.3. Cuando se requiera mezclar tres (3) o más materiales diferentes en la mezcla, se establecerá una serie de depósitos separados, acondicionados con un transportador que alimente la mezcla requerida a las tolvas de la planta de mezclado. Los depósitos de alimentación en frío que normalmente se utilizan para alimentar las plantas de asfalto en caliente son adecuados para este fin.
- E.4. El contenido de humedad del material pétreo en la mezcladora se controlará continuamente, cuidando que las pilas de material pétreo se mantengan cubiertas con lonas para mantener un contenido de humedad constante.
- E.5. Cuando se trabaje con material húmedo en condiciones de viento y a una temperatura ambiente que se aproxime al límite inferior de compactación, se comprobará la temperatura del material húmedo antes de entrar a la mezcladora. Si la temperatura está por debajo del límite que indique el proyecto o marque la Secretaría, el mezclado se detendrá hasta que las condiciones ambientales lo permitan.
- E.6. Los materiales pétreos por mezclar se almacenarán cerca de la planta de mezclado. El almacenamiento de los materiales pétreos cumplirá con lo indicado en la Norma N-CMT-4-04-001, *Materiales Pétreos Recuperados para Mezclas con Cemento Asfáltico Espumado*.
- E.7. El cemento asfáltico empleado en la producción de la mezcla se almacenará en tanques cerca de la planta de mezclado. Los tanques dispondrán de un sistema de calefacción y de bombeo para hacer circular su contenido hacia la planta de mezclado. El almacenamiento del cemento asfáltico cumplirá con lo indicado en las Normas N-CMT-4-05-001, *Calidad de Materiales Asfálticos*, o N-CMT-4-05-004, *Calidad de Cementos Asfálticos según su Grado de Desempeño (PG)*, según sea el caso.

- E.8.** El cemento Pórtland o la cal hidratada empleados como material fino (*filler*) en la producción de la mezcla asfáltica espumada, se almacenará conforme a lo establecido en las Normas N·CMT-2-02-001, *Calidad del Cemento Pórtland*, o N·CMT-4-03-001, *Cal para Estabilizaciones*, según sea el caso.

## **F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS ESPUMADAS**

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

### **F.1. ALMACENAMIENTO**

- F.1.1.** Cuando no se utilice material fino (*filler*) en la producción de la mezcla, la mezcla podrá ser almacenada hasta siete (7) días considerando lo siguiente:

**F.1.1.1.** La mezcla se almacenará en pilas o montones en un sitio específicamente destinado para tal uso. Cuando dicho sitio no cuente con un firme, previo a su utilización:

- Se removerá la materia vegetal y se limpiará la superficie.
- Se conformará, nivelará y compactará la superficie dejando una sección transversal uniforme que permita el drenaje.
- Se colocará, compactará y mantendrá sobre el terreno, una capa de quince (15) centímetros de espesor como mínimo, utilizando el mismo material por almacenar, para evitar la contaminación del material que se coloque encima.

**F.1.1.2.** Las pilas de almacenamiento serán formadas sin compactar el material.

**F.1.1.3.** El contenido de humedad de la mezcla se mantendrá cercano al setenta y cinco (75) por ciento del contenido óptimo de humedad del material pétreo, de manera que se mantengan los requisitos de índice plástico y límite líquido, cuando sea el caso.

**F.1.1.4.** Durante el almacenamiento se evitará la circulación de vehículos sobre los montículos de materiales.

**F.1.1.5.** Para evitar que se mezclen los diferentes materiales de distintos montículos, éstos estarán lo suficientemente alejados uno del otro o separados entre sí por barreras colocadas con tal propósito.

**F.1.1.6.** Las pilas de mezcla se cubrirán con lonas impermeables que las protejan del intemperismo.

- F.1.2.** Cuando se utilice cemento Pórtland o cal hidratada como *filler* en la producción de la mezcla con material pétreo recuperado y cemento asfáltico espumado, la mezcla no será almacenada y se transportará directamente al sitio de la obra para su colocación.

### **F.2. TRANSPORTE**

**F.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 ésta se adhiera a la caja.

**F.2.2.** Antes de cargar el vehículo de transporte, se limpiará su caja y se recubrirá 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 apropiado que no altere las propiedades de la mezcla. En ningún caso se usarán productos derivados del petróleo o cualquier producto nocivo para el medio ambiente. Una vez hecho lo anterior, se levantará la caja para drenar el exceso de lubricante.

- F.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.
- F.2.4.** Una vez cargado el vehículo de transporte, se cubrirá la mezcla con una lona que la preserve del polvo, materias extrañas y de la pérdida de humedad durante el trayecto.

## **G. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO**

La aceptación de las mezclas con material pétreo recuperado y cemento asfáltico espumado por parte de la Secretaría se hará considerando lo siguiente:

- G.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.
- G.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 quinientos (500) metros cúbicos de producción de la planta, realizará las pruebas necesarias que aseguren que la mezcla cumple con la resistencia a la tensión indirecta 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.
- G.3.** Cuando así lo indique el proyecto o la Secretaría, durante el proceso de producción, con objeto de controlar la calidad de la mezcla en la ejecución de la obra, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias que aseguren que la mezcla cumple con la cohesión, el ángulo de fricción interna y 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.
- G.4.** En cualquier momento, la Secretaría puede verificar que la mezcla suministrada cumpla con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, según el tipo de mezcla de que se trate, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos.

## **H. BIBLIOGRAFÍA**

Delgado, H., García, F., Campos, D., Publicación Técnica No. 519, *Diseño de bases estabilizadas con asfalto espumado*, Instituto Mexicano del Transporte, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Querétaro, México (2018).

Southern African Bitumen Association (Sabita), *Technical Guideline: Bitumen Stabilised Materials, Guideline for the Design and Construction of Bitumen Emulsion and Foamed Bitumen Stabilised Materials* - TG2, 3ª ed, Howard Place, South Africa (junio 2020).

Wirtgen GMBH, *Wirtgen Cold Recycling Technology*, 1ª ed, Windhagen, Germany (2012).

# 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

## 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)