

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

PARTE: **4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS**

TÍTULO: 02. Materiales para Subbases y Bases

CAPÍTULO: 003. *Materiales para Bases Tratadas*

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los requisitos de calidad que cumplirán los materiales que se utilicen en la construcción de bases de pavimentos asfálticos y de pavimentos de concreto hidráulico, tratadas químicamente para modificar su comportamiento mecánico e hidráulico.

B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Son materiales granulares que, por razones estructurales, requieren la incorporación de un producto que modifica alguna de sus características físicas, generalmente haciéndolos más rígidos y resistentes, mejorando su comportamiento mecánico e hidráulico para ser colocados sobre la subbase o la subrasante y formar una capa de apoyo para una carpeta asfáltica o para una carpeta de concreto hidráulico.

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Estos materiales, según el producto que se utilice en su tratamiento, se clasifican como:

- B.1.** Materiales modificados con cal. Cuando se les incorpora al menos dos (2) por ciento en masa, de cal, pero no la necesaria para estabilizar el material, solamente para modificar su plasticidad o reducir el efecto de la materia orgánica en los suelos.
- B.2.** Materiales estabilizados con cal. La dosificación de la cal se determina en el laboratorio dependiendo de las características de los materiales, de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-4-02-020, *Criterios para el Diseño de Mezclas de Materiales Tratados con Cal*, permitiendo una disminución de su índice plástico, aumentando la estabilidad volumétrica de los materiales cohesivos, incrementando la resistencia a la compresión simple y el Valor Soporte de California (CBR).
- B.3.** Materiales modificados con cemento Pórtland. Cuando se les incorpora de tres (3) a cuatro (4) por ciento en masa de cemento Pórtland, aunque puede cambiar esta cantidad dependiendo del diseño, para modificar su plasticidad o incrementar su resistencia.
- B.4.** Materiales estabilizados con cemento Pórtland. Cuando se les incorpora generalmente de cuatro (4) a cinco (5) por ciento en masa de cemento Pórtland, aunque puede cambiar esta cantidad dependiendo del diseño, determinado mediante pruebas de laboratorio, para obtener una resistencia a la compresión simple a los veintiocho (28) días de edad no menor de dos coma cinco (2,5) megapascales (25 kg/cm²) de acuerdo con alguno de los procedimientos descritos en los Manuales M-MMP-2-02-058, *Resistencia a la Compresión Simple de Cilindros de Concreto* o M-MMP-2-02-063, *Resistencia a la Compresión Simple de Cubos de Concreto* e incrementar su rigidez, reduciendo así el efecto de la fatiga sobre la carpeta o mejorando el apoyo de las losas de concreto hidráulico.
- B.5.** Materiales estabilizados con asfalto. Cuando se les incorpora, mediante una emulsión, de tres (3) a cuatro (4) por ciento en masa de cemento asfáltico, para mejorar su comportamiento y el efecto de la plasticidad.

- B.6.** Base de mezcla asfáltica (base negra). Cuando a los materiales se les incorpora, en caliente o en frío, de cuatro (4) a cinco (5) por ciento en masa de cemento asfáltico, para formar una capa de concreto asfáltico magro.
- B.7.** Base de concreto hidráulico magro o de baja resistencia. Cuando a los materiales se les incorpora el cemento Pórtland necesario para obtener una resistencia a la compresión simple a los veintiocho (28) días de edad de catorce coma siete (14,7) megapascales (150 kg/cm²) a diecinueve coma seis (19,6) megapascales (200 kg/cm²) y transformar un pavimento flexible en un pavimento rígido, como es el caso de concretos compactados con rodillo o de la recuperación en frío de pavimentos asfálticos y su base hidráulica.

C. REFERENCIAS

Es referencia de esta Norma, la norma AASHTO T 267-22, *Standard Method of Test for Determination of Organic Content in Soils by Loss on Ignition*, publicada por la American Association of State Highway and Transportation Officials, en EUA, en el año 2022.

Además, se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Capas Estabilizadas	N·CTR·CAR·1·04·003
Recuperación de Materiales en Pavimentos Asfálticos Existentes	N·CSV·CAR·3·02·017
Recuperación en Frío de Pavimentos Asfálticos	N·CSV·CAR·4·02·001
Construcción de Subbases o Bases Estabilizadas	N·CSV·CAR·4·02·005
Construcción de Subbases y Bases de Concreto Compactado con Rodillo	N·CSV·CAR·4·02·006
Calidad del Cemento Pórtland	N·CMT·2·02·001
Materiales para Bases Hidráulicas	N·CMT·4·02·002
Cal para Estabilizaciones	N·CMT·4·03·001
Calidad de Materiales Asfálticos	N·CMT·4·05·001
Calidad de Cementos Asfálticos según su Grado de Desempeño (PG)	N·CMT·4·05·004
Calidad de Emulsiones Asfálticas	N·CMT·4·05·005
Contenido de Agua	M·MMP·1·04
Granulometría de Materiales Compactables para Terracerías	M·MMP·1·06
Límites de Consistencia	M·MMP·1·07
Prueba de Compactación Dinámica	M·MMP·1·09
Grado de Compactación	M·MMP·1·10
Grado de Compactación con Deflectómetro de Impacto Ligero (LWD)	M·MMP·1·16
Resistencia a la Compresión Simple de Cilindros de Concreto	M·MMP·2·02·058
Resistencia a la Compresión Simple de Cubos de Concreto	M·MMP·2·02·063
Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base	M·MMP·4·01·001
Criterios para el Diseño de Mezclas de Materiales Tratados con Cal	M·MMP·4·02·020
Resistencia a la Compresión no Confinada de Materiales Tratados con Cal	M·MMP·4·02·021
Equivalente de Arena de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas	M·MMP·4·04·004
Partículas Alargadas y Lajeadas de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas	M·MMP·4·04·005
Desgaste Mediante la Prueba de Los Ángeles de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas	M·MMP·4·04·006
Desprendimiento por Fricción en Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas	M·MMP·4·04·009
Cubrimiento con Asfalto mediante el Método Inglés de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas	M·MMP·4·04·010

Viscosidad Saybolt-Furol en Materiales Asfálticos	M·MMP·4·05·004
Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa	M·MMP·4·05·034
Contenido de Agua en Mezclas Asfálticas	M·MMP·4·05·039
Contenido de Disolventes en Mezclas Asfálticas	M·MMP·4·05·040
Pérdida de Estabilidad por Inmersión en Agua de Mezclas Asfálticas	M·MMP·4·05·042
Contenido de Cemento o Residuo Asfáltico en Mezclas Asfálticas mediante Extracción por Centrifugado	M·MMP·4·05·049
Contenido de Cemento o Residuo Asfáltico en Mezclas Asfálticas por el Método de Calcinación	M·MMP·4·05·054

D. REQUISITOS DE CALIDAD PARA MATERIALES MODIFICADOS O ESTABILIZADOS CON CAL O CON CEMENTO PÓRTLAND, PROVENIENTES DE UN BANCO

Los materiales modificados o estabilizados con cal o con cemento Pórtland, cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

- D.1.** La cal o el cemento Pórtland que se utilicen para la modificación o estabilización, cumplirá con los requisitos de calidad que se establecen en las Normas N·CMT·4·03·001, *Cal para Estabilizaciones* o N·CMT·2·02·001, *Calidad del Cemento Pórtland*.
- D.2.** El material por modificar o estabilizar con cal o con cemento Pórtland cumplirá con los requisitos de granulometría que correspondan, entre los indicados en la Norma N·CMT·4·02·002, *Materiales para Bases Hidráulicas*, salvo disposición distinta por parte del proyecto o la Secretaría; y no tendrá un contenido de materia orgánica tal que, al ser probado conforme al procedimiento descrito en la norma AASHTO T 267-22, *Standard Method of Test for Determination of Organic Content in Soils by Loss on Ignition*, produzca un líquido más oscuro que la solución normalizada N°3, indicada en la norma antes mencionada. En caso contrario, se tratará con cal para reducir la actividad de la materia orgánica y cumplir con la condición antes descrita.
- D.3.** El material, una vez modificado o estabilizado con cemento Pórtland, cumplirá con el límite líquido, el índice plástico, el equivalente de arena, el Valor Soporte de California (CBR) y el Desgaste Los Ángeles, que correspondan entre los indicados en la Norma N·CMT·4·02·002, *Materiales para Bases Hidráulicas*.
- D.4.** La resistencia a la compresión simple del material una vez estabilizado con cemento Pórtland, a los veintiocho (28) días de edad, determinada en especímenes cilíndricos con una relación altura/diámetro no menor de uno (1), compactados dinámicamente al cien (100) por ciento respecto de la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba de compactación dinámica modificada, conforme a lo indicado en el Manual M·MMP·1·09, *Prueba de Compactación Dinámica* o al grado de compactación que indique el proyecto o señale la Secretaría y probados mediante el procedimiento descrito en los Manuales M·MMP·2·02·058, *Resistencia a la Compresión Simple de Cilindros de Concreto* o M·MMP·2·02·063, *Resistencia a la Compresión Simple de Cubos de Concreto*, será la establecida en el proyecto o la que indique la Secretaría, pero nunca inferior que dos coma cinco (2,5) megapascales (25 kg/cm²).
- D.5.** El material estabilizado o modificado con cal cumplirá con la resistencia a la compresión simple no confinada determinada mediante el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·02·021, *Resistencia a la Compresión no Confinada de Materiales Tratados con Cal*. La mezcla del material estabilizado o modificado con cal cumplirá con los valores mínimos indicados en la Tabla 1 de esta Norma.
- D.6.** Salvo disposición distinta por parte del proyecto o la Secretaría, los materiales una vez modificados o estabilizados con cal o con cemento Pórtland, se compactarán al cien (100) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba de compactación dinámica modificada, conforme a lo indicado en el Manual M·MMP·1·09, *Prueba de Compactación Dinámica*.

TABLA 1.- Resistencia a la compresión no confinada para revestimientos, subbases y bases

Capa	Resistencia a la compresión no confinada a 7 días de edad MPa (kg/cm ²), mínimo
Revestimiento	0,34 (3,5)
Subbase	0,41 (4,2)
Base	0,69 (7,0)

E. REQUISITOS DE CALIDAD PARA MATERIALES ESTABILIZADOS CON ASFALTO, PROVENIENTES DE UN BANCO

Los materiales estabilizados con asfalto cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

- E.1. El producto asfáltico que se utilice en la estabilización cumplirá con los requisitos de calidad establecidos en las Normas N·CMT·4·05·001, *Calidad de Materiales Asfálticos* o N·CMT·4·05·005, *Calidad de Emulsiones Asfálticas*, según su tipo.
- E.2. El material por estabilizar con asfalto cumplirá con los requisitos de granulometría que correspondan entre los indicados en la Norma N·CMT·4·02·002, *Materiales para Bases Hidráulicas*, salvo disposición distinta por parte del proyecto o la Secretaría. Tendrá un desprendimiento por fricción menor de veinticinco (25) por ciento y un cubrimiento con asfalto mayor de noventa (90) por ciento, determinados conforme a lo indicado en los Manuales M·MMP·4·04·009, *Desprendimiento por Fricción en Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas* y M·MMP·4·04·010, *Cubrimiento con Asfalto mediante el Método Inglés de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*, respectivamente; y no tendrá un contenido de materia orgánica tal que, al ser probado conforme al procedimiento descrito en la norma AASHTO T 267-22, *Standard Method of Test for Determination of Organic Content in Soils by Loss on Ignition*, produzca un líquido más oscuro que la solución normalizada N°3, en caso contrario, se tratará con cal para reducir la actividad de la materia orgánica y cumplir con el valor antes anotado.
- E.3. Para estabilizar los materiales no plásticos, como las arenas, se mezclarán con la cantidad de producto asfáltico necesaria para obtener una estabilidad mínima de cero coma sesenta y cuatro (0,64) kilonewtons (65 kg).
- E.4. Para estabilizar los materiales plásticos que tengan valores de límite líquido y equivalente de arena fuera de los límites indicados en la Norma N·CMT·4·02·002, *Materiales para Bases Hidráulicas*, se mezclarán con la cantidad de producto asfáltico necesaria para cumplir con los requisitos de calidad indicados en la Tabla 2 de esta Norma.

TABLA 2.- Requisitos de calidad de los materiales plásticos estabilizados con productos asfálticos

Característica	Valor
Estabilidad; kg, mínimo	180
Expansión; %, máximo	2
Absorción; %, máximo	5

- E.5. Salvo disposición distinta por parte del proyecto o la Secretaría, los materiales, una vez estabilizados con producto asfáltico, se compactarán al cien (100) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba de compactación dinámica modificada, conforme a lo indicado en el Manual M·MMP·1·09, *Prueba de Compactación Dinámica*.

F. REQUISITOS DE CALIDAD DE MATERIALES PARA BASE DE MEZCLA ASFÁLTICA (BASE NEGRA) PROVENIENTES DE UN BANCO

Los materiales que se empleen en la construcción de bases de mezcla asfáltica (bases negras), cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

- F.1. El producto asfáltico que se utilice cumplirá con los requisitos de calidad establecidos en la Norma N·CMT·4·05·001, *Calidad de Materiales Asfálticos*, según su tipo. En caso de que el proyecto o la Secretaría indique la utilización de cemento asfáltico con un determinado grado de desempeño, este cumplirá con los requisitos de calidad establecidos en la Norma N·CMT·4·05·004, *Calidad de Cementos Asfálticos según su Grado de Desempeño (PG)*.
- F.2. El material pétreo cumplirá con las características granulométricas que se establecen en la Tabla 3 de esta Norma y se muestran en la Figura 1 de esta Norma, con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 4 de esta Norma, en función de la intensidad del tránsito en términos del número de ejes equivalentes acumulados, de ocho coma dos (8,2) toneladas, esperado durante la vida útil del pavimento (ΣL).

TABLA 3.- Requisitos de granulometría del material pétreo para bases de mezcla asfáltica (bases negras)

Malla		Porcentaje que pasa	
Abertura mm	Designación	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
37,5	1½ in	100	100
25	1 in	90 - 100	90 - 100
19	¾ in	76 - 100	76 - 100
9,5	¾ in	42 - 100	42 - 100
4,75	Nº4	24 - 100	24 - 70
2	Nº10	10 - 90	10 - 27
0,85	Nº20	5 - 65	5 - 14
0,425	Nº40	4 - 47	4 - 10
0,25	Nº60	2 - 35	2 - 8
0,15	Nº100	1 - 25	1 - 7
0,075	Nº200	0 - 15	0 - 6

[1] ΣL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

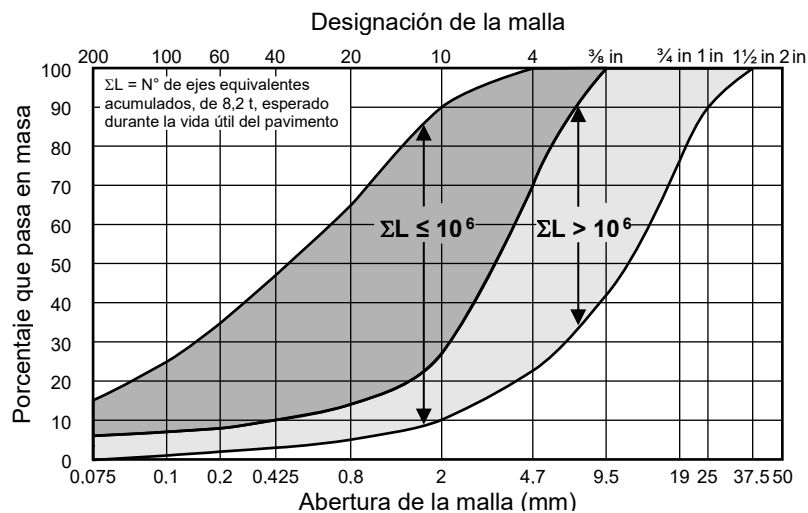


FIGURA 1.- Zonas granulométricas recomendables del material pétreo para bases de mezcla asfáltica (bases negras)

TABLA 4.- Requisitos de calidad del material pétreo para bases de mezcla asfáltica (bases negras)

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido [2], máximo	30	25
Índice plástico [2], máximo	6	6
Contenido de agua [2], máximo	1	1
Equivalente de arena [2], mínimo	40	50
Partículas alargadas y lajeadas [2], máximo	50	40
Desgaste Los Ángeles [2], máximo	30	30
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua, máximo [2]	25	25

[1] ΣL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

[2] Determinado mediante el procedimiento de prueba que corresponda, de los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

- F.3. La curva granulométrica del material pétreo, determinada mediante el procedimiento contenido en el Manual M-MMP-1-06, *Granulometría de Materiales Compactables para Terracerías*, tendrá una forma semejante a las de las curvas que se muestran en la Figura 1 de esta Norma, sin cambios bruscos de pendiente.
- F.4. El tamaño máximo permisible del material pétreo no será mayor de treinta y siete coma cinco (37,5) milímetros (1½ in) ni de dos tercios (⅔) del espesor de la capa de base asfáltica compacta.
- F.5. Cuando la base de mezcla asfáltica se diseñe mediante el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-4-05-034, *Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa*, de acuerdo con la intensidad del tránsito en términos del número de ejes equivalentes acumulados, de ocho coma dos (8,2) toneladas, esperado durante la vida útil del pavimento (ΣL), cumplirá con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 5 y con el porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VAM) indicado en la Tabla 6 de esta Norma.

TABLA 5.- Requisitos de calidad para bases de mezcla asfáltica diseñadas mediante el método Marshall

Características	Valor	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Compactación; número de golpes en cada cara de la probeta	50	75
Estabilidad; N (lb _f), mínimo	4 410 (990)	6 860 (1 540)
Flujo; mm (10 ⁻² in)	2 - 4,5 (8 - 18)	2 - 4 (8 - 16)
Vacíos en la mezcla asfáltica (VMC); %	3 - 8	3 - 8

[1] ΣL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

TABLA 6.- Vacíos en el agregado mineral (VAM) para bases de mezcla asfáltica diseñadas mediante el método Marshall

Tamaño máximo del material pétreo utilizado en la mezcla		Vacíos en el agregado mineral (VAM) %, mínimo
mm	Designación	
4,75	N°4	18
6,3	¼ in	17
9,5	⅜ in	16
12,5	½ in	15
19	¾ in	14
25	1 in	13
37,5	1½ in	12

- F.6. Cuando en la elaboración de la base de mezcla asfáltica se utilice cemento asfáltico, el mezclado en caliente se hará a la temperatura más baja posible que permita obtener una mezcla y cubrimiento del material pétreo uniformes, pero lo suficientemente alta para disponer del tiempo requerido para su transporte, tendido y compactación. En general, la temperatura de mezclado será la que, en la gráfica de viscosidad-temperatura, previamente obtenida para el cemento asfáltico que se utilice, corresponda a una viscosidad *Saybolt-Furol* de ochenta y cinco (85) más menos diez (± 10) segundos, determinada mediante el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·05·004, *Viscosidad Saybolt-Furol en Materiales Asfálticos*. Los materiales pétreos se calentarán a la temperatura de mezclado más diez (10) grados Celsius.
- F.7. Cuando en la elaboración de la base de mezcla asfáltica se utilice emulsión asfáltica, esta será de rompimiento medio o lento de acuerdo con lo indicado en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría. La temperatura de las emulsiones asfálticas al momento del mezclado será de cinco (5) a cuarenta (40) grados Celsius. Para obtener un buen cubrimiento de los materiales pétreos, es conveniente realizar el mezclado en planta.
- F.8. No se aplicarán los materiales asfálticos cuando la temperatura ambiente sea menor de cinco (5) grados Celsius, cuando esté lloviendo o haya amenaza de lluvia o cuando la velocidad del viento impida que la aplicación con petrolizadora sea uniforme.
- F.9. Los contenidos de agua y de disolventes en las bases asfálticas ya compactadas, determinados de acuerdo con los procedimientos descritos en los Manuales M·MMP·4·05·039, *Contenido de Agua en Mezclas Asfálticas* y M·MMP·4·05·040, *Contenido de Disolventes en Mezclas Asfálticas*, así como el contenido de cemento asfáltico determinado como se indica 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*, quedarán dentro de los límites fijados en la Tabla 7 de esta Norma.

TABLA 7.- Contenidos de cemento asfáltico, agua y disolventes en la base de mezcla asfáltica (base negra)

Material asfáltico empleado en la elaboración de la mezcla		Tolerancia en el contenido de cemento asfáltico CA ^[1] %	Contenido de agua libre permitido ^[2] %	Relación de disolventes a cemento asfáltico en masa (valor K)
Cemento asfáltico	Método de extracción	CA $\pm 0,30$	-	0
	Método de calcinación	CA $\pm 0,18$		
Emulsión asfáltica sin disolventes		CA $\pm 0,1$	1	0
Emulsión asfáltica con disolventes		CA $\pm 0,1$	1	0,05 a 0,08

[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. Por ejemplo, la tolerancia en el contenido de cemento asfáltico utilizando el método de extracción corresponde al rango que se establece sumando y restando el 0,3% al contenido de cemento asfáltico determinado en el diseño, es decir, si el contenido de ese cemento asfáltico es de 6%, la tolerancia sería de 6-0,3 a 6+0,3, o sea, de 5,7 a 6,3%.

[2] Respecto a la masa de la mezcla asfáltica.

- F.10. Las temperaturas mínimas convenientes para el tendido y compactación de la base de mezcla asfáltica serán determinadas mediante la curva viscosidad-temperatura del material asfáltico que se utilice, pero no será menor a la que corresponda a una viscosidad *Saybolt-Furol* de ciento cuarenta (140) más menos quince (± 15) segundos, determinada mediante el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·05·004, *Viscosidad Saybolt-Furol en Materiales Asfálticos*.
- F.11. El espesor máximo de la base de mezcla asfáltica que se tienda será aquel que el equipo sea capaz de compactar, de tal forma que la diferencia entre los grados de compactación de los tres (3) centímetros superiores y de los tres (3) centímetros inferiores, sea menor de uno (1) por ciento o igual. Si es necesario, la base de mezcla asfáltica se construirá en dos o más capas.
- F.12. Salvo disposición distinta por parte del proyecto o la Secretaría, las bases de mezcla asfálticas se compactarán como mínimo al noventa y cinco (95) por ciento de su masa volumétrica máxima obtenida mediante el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·05·034, *Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa*.

G. REQUISITOS DE CALIDAD DE MATERIALES PARA BASE DE CONCRETO HIDRÁULICO MAGRO O DE BAJA RESISTENCIA, PROVENIENTES DE UN BANCO

Los materiales que se empleen en la construcción de bases de concreto hidráulico magro o de baja resistencia, cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

- G.1.** Salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, el cemento Pórtland que se utilice será ordinario (Tipo CPO) y cumplirá con los requisitos de calidad que se establecen en la Norma N·CMT-2-02-001, *Calidad del Cemento Pórtland*.
- G.2.** El material pétreo cumplirá con las características granulométricas que se establecen en la Tabla 8 de esta Norma y se muestran en la Figura 2 de esta Norma, y con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 9 de esta Norma.

TABLA 8.- Requisitos de granulometría del material pétreo para bases de concreto hidráulico magro o de baja resistencia

Malla		Porcentaje que pasa
Abertura mm	Designación	
25	1 in	100
19	¾ in	87 - 100
9,5	⅜ in	55 - 89
4,75	N°4	35 - 69
2	N°10	22 - 54
0,85	N°20	15 - 40
0,425	N°40	10 - 30
0,25	N°60	8 - 23
0,15	N°100	5 - 18
0,075	N°200	3 - 10

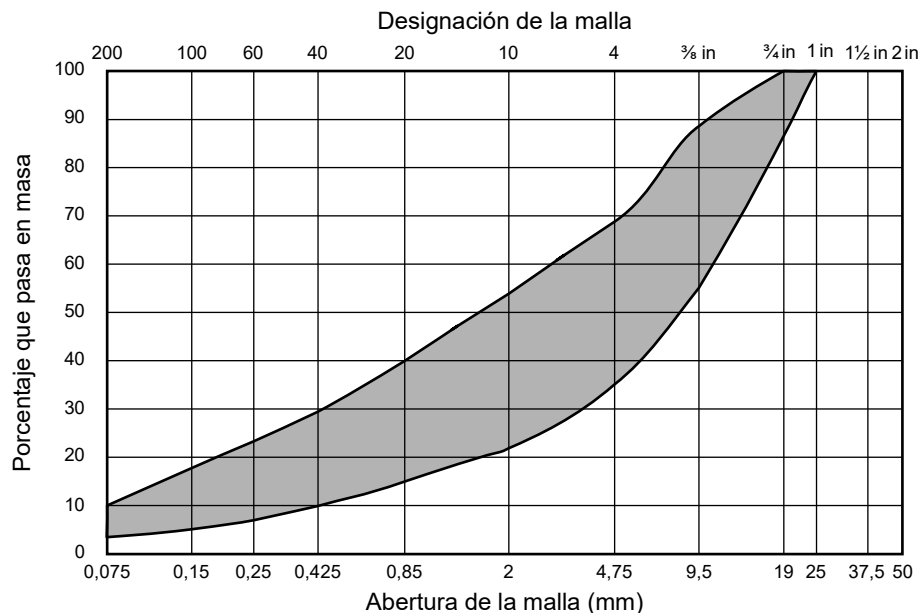


FIGURA 2.- Zona granulométrica recomendable del material pétreo para bases de concreto hidráulico magro o de baja resistencia

TABLA 9.- Requisitos de calidad del material pétreo para bases de concreto hidráulico magro o de baja resistencia

Característica	Valor %
Índice plástico ^[1]	No presente (NP)
Equivalente de arena ^[1] , mínimo	50
Desgaste Los Ángeles ^[1] , máximo	30

[1] Determinado mediante el procedimiento de prueba que corresponda, de los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

- G.3.** La fracción del material pétreo que se retenga en la malla con abertura de cuatro coma setenta y cinco (4,75) milímetros (N°4) tendrá al menos cincuenta (50) por ciento en masa de partículas trituradas, que presenten dos caras fracturadas o más.
- G.4.** Los materiales pétreos nuevos, que no procedan de la recuperación en frío de pavimentos asfálticos, no tendrán un contenido de materia orgánica tal que, al ser probado conforme al procedimiento descrito en la norma AASHTO T 267-22, *Standard Method of Test for Determination of Organic Content in Soils by Loss on Ignition*, produzca un líquido más oscuro que la solución normalizada N°3.
- G.5.** Los materiales pétreos se suministrarán fraccionados al menos en dos tamaños, separados por la malla con abertura de cuatro coma setenta y cinco (4,75) milímetros (N°4), si la dosificación del cemento se hace en planta estacionaria. Si el cemento se agrega en el camino, se suministrará en un solo tamaño.
- G.6.** Los materiales pétreos combinados y el cemento Pórtland se mezclarán en la proporción necesaria para producir un concreto hidráulico homogéneo, con la resistencia a la compresión simple establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, de forma que en su estado fresco tenga un revenimiento de cero (0) centímetros. Será responsabilidad del Contratista de Obra determinar el proporcionamiento adecuado en el laboratorio para alcanzar la resistencia de proyecto.
- G.7.** La curva granulométrica de los materiales pétreos mezclados con el cemento Pórtland en la proporción a que se refiere la Fracción anterior, determinada mediante el procedimiento contenido en el Manual M·MMP·1·06, *Granulometría de Materiales Compactables para Terracerías*, tendrá una forma continua, ubicada dentro de los límites que se establecen en la Tabla 10 de esta Norma y se muestran en la Figura 3 de esta Norma.

TABLA 10.- Requisitos de granulometría del material pétreo para bases de concreto hidráulico magro o de baja resistencia, habiendo agregado el cemento Pórtland

Malla		Porcentaje que pasa
Abertura mm	Designación	
25	1 in	100
19	¾ in	88 - 100
9,5	⅜ in	59 - 90
4,75	N°4	41 - 72
2	N°10	29 - 58
0,85	N°20	23 - 45
0,425	N°40	18 - 36
0,25	N°60	16 - 30
0,15	N°100	14 - 25
0,075	N°200	12 - 18

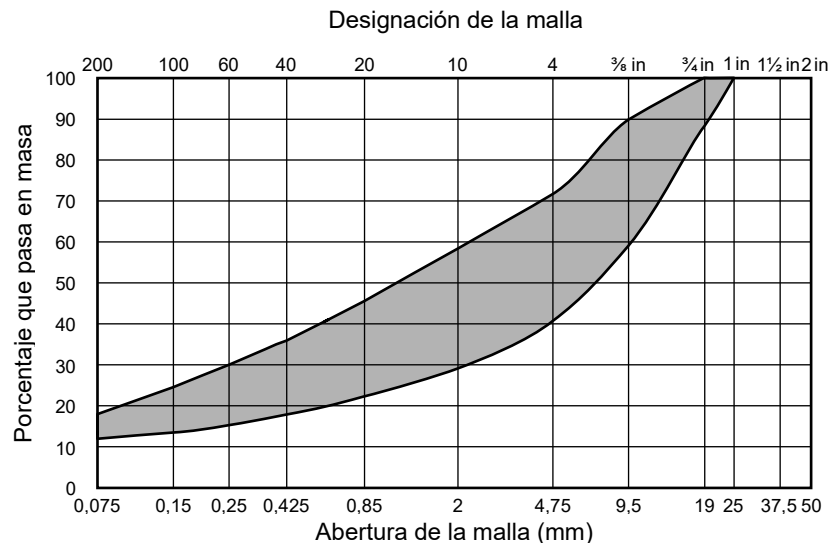


FIGURA 3.- Zona granulométrica recomendable del material pétreo para bases de concreto hidráulico magro o de baja resistencia, habiendo agregado el cemento Pórtland

- G.8.** Salvo disposición distinta por parte del proyecto o la Secretaría, la base de concreto hidráulico magro o de baja resistencia, una vez agregado el cemento Pórtland, se compactará al cien (100) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba de compactación dinámica modificada, conforme a lo indicado en el Manual M·MMP·1·09, *Prueba de Compactación Dinámica*, con el contenido de agua óptimo. La compactación de una sección transversal cualquiera se terminará totalmente en menos de tres (3) horas, desde el instante en que se haya iniciado la incorporación y mezclado del agua para el concreto hidráulico magro o de baja resistencia destinado a esa sección, excepto cuando el proyecto indique o la Secretaría apruebe la utilización de un aditivo retardador de fraguado, en cuyo caso dicha sección se compactará totalmente dentro del plazo de trabajabilidad de la mezcla.
- G.9.** En todo momento se mantendrá húmeda la superficie de la base de concreto hidráulico magro o de baja resistencia mediante riegos de agua finamente pulverizada, hasta la colocación de la membrana de curado, si el camino está fuera de operación; en caso contrario, se continuará con los riegos durante tres (3) días.
- G.10.** Una vez compactada y curada la base, su resistencia a la compresión simple a los veintiocho (28) días de edad, determinada mediante el procedimiento descrito en los Manuales M·MMP·2·02·058, *Resistencia a la Compresión Simple de Cilindros de Concreto* o M·MMP·2·02·063, *Resistencia a la Compresión Simple de Cubos de Concreto*, será la establecida en el proyecto o la que indique la Secretaría.

H. REQUISITOS DE CALIDAD DE MATERIALES PROVENIENTES DE LA RECUPERACIÓN DE PAVIMENTOS EXISTENTES

- H.1.** Los materiales obtenidos de la recuperación en el lugar de pavimentos existentes, para ser utilizados en una nueva carpeta o base, podrán corregirse mediante la adición de otros materiales provenientes de banco, de tal manera que cumplan con los requisitos establecidos en esta Norma según el uso al que se destinen. En los casos en que esto no sea posible o sea económicamente inconveniente, tal situación será tomada en cuenta en el diseño del pavimento.
- H.2.** 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 podrán ser utilizados para formar nuevas bases o para nuevas carpetas asfálticas en el porcentaje que establezca el proyecto.
- H.3.** El material recuperado estará libre de partículas sintéticas como fragmentos de plástico o geotextiles, partículas metálicas, materia vegetal, restos de combustibles o lubricantes.

- H.4.** Los materiales recuperados, una vez extraídos, serán transportados al sitio de almacenamiento para su clasificación, disgregación y posterior uso.

I. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Con el propósito de evitar la alteración de las características de los materiales antes de su utilización en la obra, se tendrá cuidado en su transporte y almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

- I.1.** Los materiales nuevos por modificar o estabilizar, o el material pétreo nuevo que se emplee en la construcción de bases de mezcla asfáltica o de concreto de baja resistencia, se almacenarán en un sitio específicamente destinado para tal uso, considerando lo siguiente:
- I.1.1.** Cuando en el almacén no se cuente con un firme, previamente a su utilización:
- Se removerá la materia vegetal y se limpiará la superficie;
 - se conformará, nivelará y compactará la superficie hasta dejar una sección transversal uniforme que permita el drenaje para protección del material almacenado evitando su contaminación con otro material; y
 - 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 almacene encima.
- I.1.2.** Durante el almacenamiento, se evitará la circulación de vehículos sobre los montículos de materiales, pero en caso de que esto sea estrictamente necesario, se colocará un camino de tableros o planchas de madera o metálicas, lo suficientemente resistentes para soportar el paso de los vehículos, para evitar la contaminación y degradación del material, o bien, se usará una banda transportadora.
- I.1.3.** Para evitar que se mezclen los diferentes materiales de distintos montículos, estos estarán lo suficientemente alejados uno del otro o separados entre sí por barreras colocadas con tal propósito.
- I.1.4.** Cuando el material no vaya a usarse por un periodo prolongado, es conveniente cubrirlo con lonas para protegerlo de contaminantes y del clima.
- I.2.** Para la base de mezcla asfáltica elaborada con cemento asfáltico, una vez concluido el mezclado en caliente se considerará lo siguiente:
- I.2.1.** La mezcla asfáltica 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 montones, aun cuando estos se cubran con lonas.
- I.2.1.1.** Si se utilizan silos térmicamente aislados, la mezcla asfáltica puede almacenarse hasta por veinticuatro (24) horas sin pérdida de temperatura o sangrado importante.
- I.2.1.2.** 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 sangrado u oxidación de esta.
- I.2.2.** La mezcla asfáltica en caliente se transportará en vehículos con caja metálica con superficie interior lisa, sin orificios y que esté siempre limpia y libre de residuos de mezcla asfáltica, para evitar que la mezcla que se transporte se adhiera a la caja.
- I.2.3.** Antes de cargar el vehículo de transporte, se limpiará su caja y se cubrirá la superficie interior con un lubricante para evitar que se le adhiera la mezcla, utilizando 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.

- I.2.4. El vehículo de transporte se llenará con varias descargas sucesivas de la mezcla para minimizar la segregación de los materiales pétreos, colocándolas desde los extremos de la caja hacia su centro.
- I.2.5. Una vez cargado el vehículo de transporte, se cubrirá la mezcla asfáltica con una lona que la preserve del polvo o de otro material contaminante y reduzca la pérdida de calor durante el trayecto.
- I.2.6. El tiempo máximo de transporte dependerá de la pérdida de calor de la mezcla, la que se tenderá y compactará a las temperaturas mínimas determinadas como se indica en la Fracción F.10. de esta Norma.
- I.2.7. La temperatura de fabricación de la mezcla no se incrementará para lograr que al final de su transporte tenga la temperatura adecuada para el tendido y compactación.
- I.2.8. El transporte de la mezcla se hará siempre sobre superficies pavimentadas.
- I.2.9. La longitud del transporte será de sesenta (60) kilómetros como máximo, la que se reducirá un diez (10) por ciento por cada grado de pendiente ascendente, medida como el desnivel de la planta de mezclado y el punto de tiro, dividido entre la longitud de transporte.

J. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

La aceptación de los materiales por parte de la Secretaría se hará considerando lo siguiente:

- J.1. Que la cal, cemento Pórtland, cemento o emulsión asfáltica, cumplan con los requisitos de calidad indicados en esta Norma y que los materiales tratados hayan sido mezclados conforme al proporcionamiento indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- J.2. El responsable del estudio geotécnico del banco determinará a nivel de estudio que el material cumple con las características y los requisitos de calidad indicados en esta Norma, según el tipo de material requerido en el proyecto, probando muestras obtenidas como se establece en el Manual M·MMP·4-01-001, *Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base*, mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma, e indicará en cada caso el tratamiento a que se sujetará el material.
- J.3. En caso de que el Contratista de Obra seleccione el banco, será el responsable de demostrar que el material cumple con las características y los requisitos de calidad señalados en esta Norma, con base en lo indicado en la Fracción anterior, y de realizar, cuando proceda, el estudio para su tratamiento y obtener la aprobación por parte del Residente. 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 laboratorio de control de calidad o por un laboratorio externo, aprobados por la Secretaría.
- J.4. Durante el proceso de producción, con el propósito de controlar la calidad del material al ejecutar la obra, el Contratista de Obra, por cada trescientos (300) metros cúbicos o fracción de material que suministre o recupere en el camino, realizará las pruebas necesarias que aseguren que:
 - J.4.1. El material pétreo de un mismo tipo, para ser modificado con cal o con cemento Pórtland, estabilizado con cal, con cemento Pórtland o con asfalto, o utilizado en la construcción de bases de mezcla asfáltica o de bases de concreto hidráulico magro o de baja resistencia, cuando no proceda de la recuperación en frío de pavimentos asfálticos, cumpla con la granulometría y, en su caso, con el contenido de materia orgánica indicados en esta Norma.
 - J.4.2. El material pétreo de un mismo tipo, una vez modificado o estabilizado con cal, cumpla con la resistencia a la compresión o confinada, indicada en esta Norma.
 - J.4.3. El material pétreo de un mismo tipo, una vez modificado o estabilizado con cemento Pórtland, cumpla con el límite líquido, el índice plástico, el equivalente de arena, el Valor Soporte de California (CBR) y el Desgaste Los Ángeles, indicados en esta Norma.

- J.4.4.** El material pétreo de un mismo tipo, una vez estabilizado con cemento Pórtland, cumpla con la resistencia a la compresión simple indicada en esta Norma, en el proyecto o señalada por la Secretaría.
- J.4.5.** El material pétreo de un mismo tipo, una vez estabilizado con asfalto, cumpla con la estabilidad indicada en esta Norma.
- J.4.6.** El material pétreo de un mismo tipo, que se emplee en la construcción de bases de mezcla asfáltica (bases negras) o de concreto magro o de baja resistencia, cumpla con la granulometría y el equivalente de arena indicados en esta Norma.
- J.4.7.** La mezcla asfáltica producida para bases (bases negras), con material pétreo de un mismo tipo, cumpla con el contenido de asfalto indicado en esta Norma.
- J.4.8.** El material pétreo de un mismo tipo, que se emplee en la construcción de bases de concreto hidráulico magro o de baja resistencia, una vez mezclado con el cemento Pórtland, cumpla con la granulometría indicada en esta Norma.
- J.4.9.** El concreto hidráulico magro o de baja resistencia, producido con material pétreo de un mismo tipo, cumpla con el revenimiento señalado en esta Norma.
- J.5.** Una vez tendidas y compactadas las capas de base tratada, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias que aseguren el cumplimiento del grado de compactación mediante alguno de los procedimientos descritos en los Manuales M·MMP·1·10, *Grado de Compactación* o M·MMP·1·16, *Grado de Compactación con Deflectómetro de Impacto Ligero (LWD)* en el caso de que las condiciones de las bases tratadas con cal o cemento Pórtland lo permitan y, en su caso, de la estabilidad o la resistencia a la compresión simple, establecidos en esta Norma, en el proyecto o señalado por la Secretaría, de acuerdo con lo indicado en las Cláusulas H. de las Normas N·CTR·CAR·1·04·003, *Capas Estabilizadas*, N·CSV·CAR·4·02·001, *Recuperación en Frío de Pavimentos Asfálticos*, N·CSV·CAR·4·02·005, *Construcción de Subbases o Bases Estabilizadas* y N·CSV·CAR·4·02·006, *Construcción de Subbases y Bases de Concreto Compactado con Rodillo*, según sea el caso, salvo que en el caso de especímenes cilíndricos de bases tratadas con cal o con cemento Pórtland, se omita el método de curado por inmersión en agua, ya que los especímenes al ser sumergidos tienden a deshacerse, por lo que se utilizará el método de curado por medio del cuarto de curado a vapor, cubriéndolos con material plástico resistente que evite la pérdida de humedad, con la finalidad de preservarlos en las mejores condiciones hasta su prueba.
- J.6.** Además de lo señalado en las Fracciones J.4. y J.5., el Contratista de Obra, por cada tres mil (3 000) metros cúbicos o fracción de material estabilizado con asfalto, de mezcla asfáltica para bases (bases negras) y de concreto hidráulico magro o de baja resistencia, que se hayan producido con un mismo tipo de material pétreo, realizará las pruebas necesarias que aseguren que cumplen con todos los valores establecidos en esta Norma.
- J.7.** Las pruebas a que se refieren las Fracciones J.4. y J.6., se realizarán en muestras obtenidas como se establece en el Manual M·MMP·4·01·001, *Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base*, y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Si el material procede de la recuperación in situ de pavimentos existentes, se muestreará después de corregido mediante la adición de otro material y mezclado, o inmediatamente después de recuperado si así lo establece el proyecto, para comprobar el cumplimiento de las características establecidas en el proyecto.
- El Contratista de Obra entregará a la Secretaría los resultados de las pruebas que realice de acuerdo con las Fracciones J.4. a J.6. de esta Norma y será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos en esas Fracciones.
- J.8.** En cualquier momento, la Secretaría podrá verificar que los materiales suministrados para la construcción de bases tratadas cumplan con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de alguno de ellos.

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



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