

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

**PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS**

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

**CAPÍTULO: 004. Calidad de Cementos Asfálticos según su Grado de Desempeño (PG)**

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los requisitos de calidad de los cementos asfálticos, según su grado de desempeño (PG), para ser utilizados en la elaboración de mezclas asfálticas, que se utilicen para la construcción de pavimentos asfálticos.

**B. DEFINICIONES**

**B.1. CEMENTOS ASFÁLTICOS SEGÚN SU GRADO DE DESEMPEÑO (PG)**

Son aquellos cuyo comportamiento en los pavimentos asfálticos está definido por las temperaturas máxima y mínima que se esperan en el lugar de su aplicación, por la intensidad del tránsito esperada y por la velocidad de proyecto o de operación de la carretera, a partir de las cuales se asegura un desempeño adecuado para resistir deformaciones, agrietamientos por temperaturas bajas y agrietamiento por fatiga, en condiciones de trabajo que se han correlacionado con pruebas y tratamientos especiales para producir simulaciones de envejecimiento a corto y a largo plazo.

**B.2. GRADO DE DESEMPEÑO (PG)**

El grado de desempeño (PG por sus siglas en inglés, *Performance Grade*) es el rango de temperaturas, máxima a mínima, entre las que un cemento asfáltico se desempeña satisfactoriamente. La determinación del grado de desempeño (PG) permite seleccionar el cemento asfáltico adecuado para una determinada obra, en función del clima dominante, de la intensidad del tránsito esperada y de la velocidad de proyecto o de operación a que estará sujeta la carretera durante la vida útil proyectada.

Las temperaturas máximas y mínimas se extienden tanto como sea necesario con incrementos estandarizados de seis (6) grados. Para esta Norma, las temperaturas máximas se consideran entre sesenta y cuatro (64) y setenta y seis (76) grados Celsius, y sólo se considerará la temperatura mínima de menos dieciséis (-16) grados Celsius.

**C. REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con los siguientes:

MANUALES	DESIGNACIÓN
Muestreo de Materiales Asfálticos .....	M·MMP·4·05·001
Viscosidad Rotacional Brookfield de Cementos Asfálticos .....	M·MMP·4·05·005
Punto de Inflamación Cleveland en Cementos Asfálticos .....	M·MMP·4·05·007
Punto de Reblandecimiento en Cementos Asfálticos .....	M·MMP·4·05·009

Separación en Cemento Asfáltico Modificado .....	M·MMP·4·05·022
Recuperación Elástica por Torsión en Cemento Asfáltico Modificado .....	M·MMP·4·05·024
Módulo Reológico de Corte Dinámico .....	M·MMP·4·05·025
Recuperación Elástica en Ductilómetro .....	M·MMP·4·05·026
Envejecimiento del Cemento Asfáltico en Horno Rotatorio de Película Delgada (RTFO) .....	M·MMP·4·05·027
Envejecimiento Acelerado del Cemento Asfáltico en Vasija de Envejecimiento a Presión (PAV) .....	M·MMP·4·05·028
Prueba de Esfuerzo-Deformación-Recuperación Múltiple (MSCR) .....	M·MMP·4·05·055
Selección y Clasificación del Grado de Desempeño (PG) de Cementos Asfálticos .....	M·MMP·4·05·064

#### D. SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL GRADO DE DESEMPEÑO (PG) DEL CEMENTO ASFÁLTICO

La selección del grado de desempeño (PG) del cemento asfáltico, se realizará de acuerdo con lo indicado en el Manual M·MMP·4·05·064, *Selección y Clasificación del Grado de Desempeño (PG) de Cementos Asfálticos*.

#### E. REQUISITOS DE CALIDAD PARA CEMENTOS ASFÁLTICOS SEGÚN SU GRADO DE DESEMPEÑO (PG)

Los cementos asfálticos según su grado de desempeño (PG), cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

##### E.1. REQUISITOS DE CALIDAD DE LOS CEMENTOS ASFÁLTICOS EN CONDICIONES ORIGINALES SEGÚN SU GRADO DE DESEMPEÑO (PG)

Los cementos asfálticos, clasificados según su grado de desempeño (PG), cumplirán con los requisitos de calidad establecidos en la Tabla 1 de esta Norma, en su estado original, es decir, tal como fueron suministrados por el proveedor.

**TABLA 1.- Requisitos de calidad de los cementos asfálticos según su grado de desempeño (PG) en condiciones originales**

GRADO DE DESEMPEÑO (PG)	PG 64-16		PG 70-16	PG 76-16
Temperatura máxima del pavimento <sup>[1]</sup> , °C	≤ 64		≤ 70	≤ 76
Temperatura mínima del pavimento <sup>[1]</sup> , °C	≥ -16			
Letra asignada por intensidad de tránsito ( $\Sigma L$ ) y velocidad de proyecto u operación <sup>[3]</sup>	S	H, V y E	S, H, V y E	S, H, V y E
<b>Cemento asfáltico original</b>				
Punto de inflamación Cleveland <sup>[2]</sup> , °C, mínimo	230			
Viscosidad rotacional 135 °C <sup>[2]</sup> , Pa·s, máximo	3			
Punto de reblandecimiento <sup>[2]</sup> , °C, mínimo	48		55	
Separación, diferencia anillo y esfera <sup>[2]</sup> , °C, máximo	-	2	2	
Recuperación elástica por torsión 25 °C <sup>[2]</sup> , %, mínimo	-	30	35	
Módulo reológico de corte dinámico ( $G^*/\text{sen } \delta$ ) <sup>[2]</sup> , kPa, mínimo	1			
Temperatura de prueba @ 10 rad/s, °C	64		70	76

[1] Determinada como se indica en la Cláusula D. de esta Norma.

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

[3] Letra asignada de acuerdo con la Tabla 1 del Manual M·MMP·4·05·064, *Selección y Clasificación del Grado de Desempeño (PG) de Cementos Asfálticos*.

**E.2. REQUISITOS DE CALIDAD DE LOS CEMENTOS ASFÁLTICOS SEGÚN SU GRADO DE DESEMPEÑO (PG) DESPUÉS DE ENVEJECIDOS EN HORNO ROTATORIO DE PELÍCULA DELGADA (RTFO)**

Los requisitos de calidad que cumplirán los cementos asfálticos según su grado de desempeño (PG), después de ser envejecidos en horno rotatorio de película delgada (RTFO), de acuerdo con lo indicado en el Manual M·MMP-4-05-027, *Envejecimiento del Cemento Asfáltico en Horno Rotatorio de Película Delgada (RTFO)*, son los indicados en la Tabla 2 de esta Norma.

**TABLA 2.- Requisitos de calidad para cementos asfálticos según su grado de desempeño (PG) después de envejecidos en horno rotatorio de película delgada (RTFO)**

GRADO DE DESEMPEÑO (PG)	PG 64-16		PG 70-16	PG 76-16
Temperatura máxima del pavimento <sup>[1]</sup> , °C	≤ 64		≤ 70	≤ 76
Temperatura mínima del pavimento <sup>[1]</sup> , °C	≥ -16			
Letra asignada por intensidad de tránsito (ΣL) y velocidad de proyecto u operación <sup>[3]</sup>	S	H, V y E		S, H, V y E
<b>Después de envejecimiento en horno rotatorio de película delgada (RTFO) <sup>[2]</sup></b>				
Pérdida por calentamiento <sup>[2]</sup> , %, máx.	1			
Recuperación elástica en ductilómetro <sup>[5]</sup> , 25 °C, %, mín.	-	60	75	
Módulo reológico de corte dinámico ( $G^*/sen \delta$ ) <sup>[2]</sup> , kPa, mín.	2,2			
Temperatura de prueba @ 10 rad/s, °C	64		70	76
<b>Tránsito Normal "S", (MSCR) <sup>[3]</sup></b>				
• $J_{nr}$ a 3,2 kPa en MSCR <sup>[2][4]</sup> , kPa <sup>-1</sup> , máx.	4	-	4	
• Temperatura de prueba, °C	64	-	70	76
• Respuesta elástica, RE a 3,2 kPa en MSCR <sup>[2][6]</sup> , %, mín.	-		25	
<b>Tránsito Alto "H", (MSCR) <sup>[3]</sup></b>				
• $J_{nr}$ a 3,2 kPa en MSCR <sup>[2][4]</sup> , kPa <sup>-1</sup> , máx.	-	-	2	
• Temperatura de prueba, °C	-	64	70	76
• Respuesta elástica, RE a 3,2 kPa en MSCR <sup>[2][6]</sup> , %, mín.	-	25	25	
<b>Tránsito Muy Alto "V", (MSCR) <sup>[3]</sup></b>				
• $J_{nr}$ a 3,2 kPa en MSCR <sup>[2][4]</sup> , kPa <sup>-1</sup> , máx.	-	-	1	
• Temperatura de prueba, °C	-	64	70	76
• Respuesta elástica, RE a 3,2 kPa en MSCR <sup>[2][6]</sup> , %, mín.	-	30		
<b>Tránsito Extremadamente Alto "E", (MSCR) <sup>[3]</sup></b>				
• $J_{nr}$ a 3,2 kPa en MSCR <sup>[2][4]</sup> , kPa <sup>-1</sup> , máx.	-	-	0,5	
• Temperatura de prueba, °C	-	64	70	76
• Respuesta elástica, RE a 3,2 kPa en MSCR <sup>[2][6]</sup> , %, mín.	-	40		

[1] Determinada como se indica en la Cláusula D. de esta Norma.

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

[3] Letra asignada de acuerdo con la Tabla 1 del Manual M·MMP-4-05-064, *Selección y Clasificación del Grado de Desempeño (PG) de Cementos Asfálticos*.

[4]  $J_{nr}$  representa la fluencia relativa del cemento asfáltico y la prueba con que se simulan las condiciones de trabajo del cemento asfáltico durante la vida útil del pavimento.

[5] Determinado mediante el procedimiento de prueba correspondiente al método de ensayo A indicado en el Manual M·MMP-4-05-026, *Recuperación Elástica en Ductilómetro*.

[6] La respuesta elástica es el porcentaje de deformación recuperada generada por los ciclos de esfuerzo-deformación-recuperación y permite determinar el comportamiento elástico y la susceptibilidad a la deformación permanente del cemento asfáltico.

**E.3. REQUISITOS DE CALIDAD DE LOS CEMENTOS ASFÁLTICOS SEGÚN SU GRADO DE DESEMPEÑO (PG) DESPUÉS DE ENVEJECIDOS EN LA VASIJAS DE ENVEJECIMIENTO A PRESIÓN (PAV)**

Los requisitos de calidad que cumplirán los cementos asfálticos según su grado de desempeño (PG), después de ser envejecidos en la vasija de envejecimiento a presión (PAV), de acuerdo con lo indicado en el Manual M·MMP-4-05-028, *Envejecimiento Acelerado del Cemento Asfáltico en Vasija de Envejecimiento a Presión (PAV)*, son los indicados en la Tabla 3 de esta Norma.

**TABLA 3.- Requisitos de calidad para cementos asfálticos según su grado de desempeño (PG) después de envejecidos en vasija de envejecimiento a presión (PAV)**

GRADO DE DESEMPEÑO (PG)	PG 64-16	PG 70-16	PG 76-16
Temperatura máxima del pavimento <sup>[1]</sup> , °C	≤ 64	≤ 70	≤ 76
Temperatura mínima del pavimento <sup>[1]</sup> , °C	≥ -16		
Letra asignada por intensidad de tránsito ( $\Sigma L$ ) y velocidad de proyecto u operación <sup>[3]</sup>	S	H, V y E	S, H, V y E
<b>Después de envejecimiento en vasija de envejecimiento a presión (PAV)</b>			
Temperatura de envejecimiento PAV <sup>[2]</sup> , °C			
• En climas normales	100		
• En climas desérticos (caluroso y muy seco)	100	110	110
Rigidización ( $G^* \text{sen } \delta$ ) <sup>[2]</sup> , kPa, máxima <sup>[4]</sup>	5 000		
Temperatura de prueba @ 10 rad/s, °C	28	31	34
Rigidez de flexión <sup>[2]</sup>	-6		
• S(t) [1], máximo 300 MPa			
• Valor m, mínimo 0,300			
• Temperatura de prueba, °C, @ 60 s			

[1] Determinada como se indica en la Cláusula D. de esta Norma.

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

[3] Letra asignada de acuerdo con la Tabla 1 del Manual M·MMP·4-05-064, *Selección y Clasificación del Grado de Desempeño (PG) de Cementos Asfálticos*.

[4] Si la rigidez a temperatura intermedia  $G^* \text{sen } \delta$  está en un rango de 5 000 a 6 000 kPa, se cumplirá con un ángulo de fase de 42° mínimo. Si el  $G^* \text{sen } \delta$  es menor a 5 000 kPa, el ángulo de fase mínimo no es requerido.

## F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE LOS CEMENTOS ASFÁLTICOS

Con el propósito de evitar la alteración de las propiedades de los cementos asfálticos antes de su utilización en la obra, ha de tenerse cuidado en su transporte y almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

### F.1. TRANSPORTE DE CEMENTOS ASFÁLTICOS

**F.1.1.** Los cementos asfálticos se transportarán utilizando equipos que permitan calentar el producto cuando así se requiera. Los tanques serán herméticos y tendrán tapas adecuadas para evitar fugas y contaminaciones. El transporte se hará observando las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, sujetándose en lo que corresponda a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

**F.1.2.** Antes de cargar el cemento asfáltico, los tanques estarán completamente limpios, eliminando residuos de productos asfálticos transportados anteriormente, grasas, polvo o cualquier otra sustancia que lo pueda contaminar. Una vez cargado el cemento asfáltico, las tapas y llaves del tanque se sellarán en forma inviolable. Los sellos se retirarán en el momento de la descarga del material en el almacenamiento de la obra. No se aceptará el material cuando los sellos hayan sido violados o cuando no se pueda comprobar su procedencia y certificados de calidad del proveedor que acrediten su trazabilidad.

### F.2. ALMACENAMIENTO DE CEMENTOS ASFÁLTICOS

**F.2.1.** Los cementos asfálticos se almacenarán en depósitos adecuadamente ubicados, con la capacidad suficiente para recibir cada entrega, que reúnan los requisitos necesarios para evitar la contaminación del material que contengan, que estén protegidos contra incendios y fugas y que cuenten con los equipos adecuados para calentar el producto cuando así se requiera, así como con los elementos necesarios para su carga, descarga y limpieza.

- F.2.2.** Antes de utilizar cualquier depósito, estos han de ser limpiados cuidadosamente, eliminando natas o residuos de otros productos, materiales extraños o materiales asfálticos de tipo diferente al que se almacenará. Esta operación se repetirá cada vez que sea necesario para evitar la contaminación del producto.
- F.2.3.** Cada depósito de almacenamiento se identificará, indicando en un lugar visible su capacidad, el tipo de material asfáltico que contiene y, cuando se trate de recipientes, origen del material y fecha de producción. Asimismo, para cada depósito se llevará un registro en el que se indiquen las fechas y volúmenes de los suministros recibidos y de las salidas del material.

## G. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

- G.1.** Para que un cemento asfáltico con un determinado grado de desempeño (PG) sea aceptado por la Secretaría, antes de su utilización, el Contratista de Obra entregará a la Secretaría un certificado de calidad por cada autotanque o depósito que garantice la calidad de este y será motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos en esta Norma. El certificado de calidad que entregue el Contratista de obra será expedido por su laboratorio de control de calidad o por un laboratorio externo, que se encuentre aprobado en evaluación emitida por parte de la Secretaría en el área de asfaltos.
- G.2.** Además, como parte del control de calidad del cemento asfáltico utilizado durante la ejecución de la obra, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias, en muestras obtenidas como se establece en el Manual M·MMP·4·05·001, *Muestreo de Materiales Asfálticos* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma, en el número y con la periodicidad que se establezca en el proyecto autorizado por la Secretaría. En todo momento, la Secretaría podrá verificar la calidad del cemento asfáltico.

## H. BIBLIOGRAFÍA

AASHTO (2023). *Norma AASHTO M 320, Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, DC, EUA.

AASHTO (2023). *Norma AASHTO M 332, Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder Using Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, DC, EUA.

Federal Highway Administration (1998). *LTPP Seasonal Asphalt Concrete (AC) Pavement Temperature Models*. Report No. FHWA-RD-97-103. McLean, VA, EUA.

# 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)