

LIBRO: **MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES**

PARTE: **4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS**

TÍTULO: 05. Materiales Asfálticos, Aditivos y Mezclas

CAPÍTULO: 003. Viscosidad Cinemática de Cementos Asfálticos

A. CONTENIDO

Este Manual describe el procedimiento de prueba para determinar la viscosidad cinemática de los cementos asfálticos a que se refiere la Norma N·CMT·4·05·001, *Calidad de Materiales Asfálticos*, en muestras tomadas conforme al Manual M·MMP·4·05·001, *Muestreo de Materiales Asfálticos*.

B. OBJETIVO DE LA PRUEBA

Esta prueba permite determinar la consistencia de los cementos asfálticos mediante sus características de flujo a una temperatura de 135°C (275°F). Es aplicable a cementos asfálticos que tengan una viscosidad de 30 a 100 000 mm²/s (30 a 100 000 cSt).

La prueba consiste en determinar el tiempo que tardan en pasar 20 mL del material por probar a través de un tubo capilar, bajo condiciones de temperatura preestablecidas, y multiplicar dicho tiempo por el factor de calibración del viscosímetro.

C. REFERENCIAS

Este Manual se complementa con la Norma N·CMT·4·05·001, *Calidad de Materiales Asfálticos* y el Manual M·MMP·4·05·001, *Muestreo de Materiales Asfálticos*.

D. EQUIPO Y MATERIALES

El equipo para la ejecución de la prueba estará en condiciones de operación, calibrado, limpio y completo en todas sus partes. Todos los materiales por emplear serán de alta calidad, considerando siempre la fecha de su caducidad.

D.1. VISCOSÍMETRO

De flujo inverso, tipo Zeitfuchs Cross-Arm, capilar, cilíndrico, hecho de vidrio de borosilicato templado, como el mostrado en la Figura 1 de este Manual y que cumpla con las características establecidas en la Tabla 1.

D.2. TERMÓMETROS

De inmersión total, con escala que abarque de 0 a 150°C y aproximación de 0,2°C.

D.3. BAÑO

- Con las dimensiones adecuadas para que la marca para cronometraje superior del viscosímetro, pueda ubicarse por lo menos a 20 mm por debajo de la superficie del líquido del baño.
- Que permita observar en todo momento tanto el viscosímetro como el termómetro.
- Que forme parte integral del viscosímetro o que cuente con un soporte firme para este último.

D.5. LÍQUIDO PARA LLENAR EL BAÑO

Aceite mineral, para determinaciones de la viscosidad a 135°C. Se puede utilizar agua destilada en el caso de que se deseen realizar determinaciones a 60°C.

D.6. BARÓMETRO

Para medir la presión barométrica en el sitio donde se realice la prueba.

E. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

La preparación de la muestra de cemento asfáltico, obtenida según se establece en el Manual M-MMP-4-05-001, *Muestreo de Materiales Asfálticos*, se hace de la siguiente manera:

- E.1.** Se calienta la muestra en un recipiente apropiado, agitándola ocasionalmente para evitar el sobrecalentamiento local y distribuir el calor uniformemente, hasta que adquiera la fluidez suficiente que facilite su vaciado.
- E.2.** Se vacían 20 mL de la muestra en un contenedor adecuado y se calienta hasta alcanzar una temperatura de $135 \pm 5,5^{\circ}\text{C}$ ($275 \pm 10^{\circ}\text{F}$), agitándola ocasionalmente para evitar el sobrecalentamiento local, distribuir el calor uniformemente y evitar que quede aire atrapado.

F. DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD CINEMÁTICA**F.1. CALIBRACIÓN DEL VISCOSÍMETRO POR MEDIO DE VISCOSIDAD ESTÁNDAR**

- F.1.1.** Se selecciona de la Tabla 2 de este Manual, un aceite de viscosidad estándar que tenga un tiempo mínimo de flujo de 20 s a 37,8°C y se mide el tiempo de flujo con aproximación de 0,1 s, de acuerdo con el procedimiento descrito en la Fracción F.2. de este Manual.

TABLA 2.- Viscosidades estándar de aceites utilizados para la calibración de los viscosímetros

Viscosidad estándar	Viscosidad cinemática aproximada, a 38,7°C (100°F) mm ² /s
S 60	60
S 200	200
S 600	600
S 2 000	2 000
S 8 000	8 000
S 30 000	27 000

- F.1.2.** Se calcula el factor de calibración C , como sigue:

$$C = \frac{v}{t}$$

Donde:

C = Factor de calibración, mm²/s²

v = Viscosidad cinemática del aceite de viscosidad estándar a 37,8°C, mm²/s

t = Tiempo de flujo, s

- F.1.3.** Si el viscosímetro es usado en un lugar distinto al laboratorio de calibración, el factor de calibración C , será corregido por la diferencia entre la aceleración de la gravedad de los

dos lugares, utilizando la expresión que se indica a continuación. Fallas en la corrección de la gravedad pueden provocar errores del 0,2% o mayores.

$$C_2 = \left(\frac{g_2}{g_1} \right) \times C_1$$

Donde:

C_2 = Factor de calibración en el laboratorio de prueba, mm^2/s^2

C_1 = Factor de calibración en el laboratorio de calibración, mm^2/s^2

g_2 = Aceleración de la gravedad en el laboratorio de prueba, m/s^2

g_1 = Aceleración de la gravedad en el laboratorio de calibración, m/s^2

F.1.4. Los certificados de calibración de los viscosímetros deben especificar el valor de g_1 .

F.2. PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

F.2.1. Se mantiene el baño a $135 \pm 0,03^\circ\text{C}$ ($140 \pm 0,02^\circ\text{F}$), aplicando, en su caso, las correcciones necesarias en todas las lecturas del termómetro.

F.2.2. Se selecciona un viscosímetro limpio y seco, que dé un tiempo de flujo mayor de 60 s y se precalienta a $135 \pm 5,5^\circ\text{C}$ ($275 \pm 10^\circ\text{F}$).

F.2.3. Se monta el viscosímetro en el baño manteniendo vertical el tubo N y se carga vertiendo la muestra preparada a través de dicho tubo dentro del tubo D, hasta que el nivel de la muestra esté a una distancia no mayor de 0,5 mm de la línea de llenado G en el tubo de sifón (ver Figura 1 de este Manual), cuidando que no se humedezcan las paredes del tubo N durante el vertido. La muestra debe estar libre de pelusa, partículas sólidas u otras materias ajenas.

F.2.4. Se deja el viscosímetro en el baño hasta que la muestra haya alcanzado la temperatura de prueba de $135 \pm 0,03^\circ\text{C}$ ($140 \pm 0,02^\circ\text{F}$), pero no más de 30 min.

F.2.5. Se aplica una ligera succión al tubo N para hacer que el menisco de la muestra de prueba se mueva hacia el tubo de sifón, hasta aproximadamente 30 mm abajo del nivel del tubo D en el tubo capilar R, con lo que se provoca el flujo de la muestra por gravedad.

F.2.6. Se mide el tiempo requerido para que la orilla principal del menisco pase de la marca E a la F, con aproximación de 0,1 s. Si este tiempo de flujo es menor de 60 s, se selecciona un viscosímetro con un diámetro capilar menor y se repite el procedimiento de prueba indicado en esta Fracción.

G. CÁLCULOS Y RESULTADOS

G.1. Se calcula la viscosidad cinemática mediante la siguiente ecuación:

$$v = C \times t$$

Donde:

v = Viscosidad cinemática, mm^2/s

C = Factor de calibración del viscosímetro, mm^2/s^2

t = Tiempo de flujo, s

- G.2.** La viscosidad cinemática se reportará con una aproximación al milésimo, anotando además, la temperatura de prueba.

H. PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

Para evitar errores durante la ejecución de la prueba, se observan las siguientes precauciones:

- H.1.** Sumergir los termómetros de tal forma que sólo la columna de mercurio este cubierta por el líquido del baño y el resto del tallo y la cámara de expansión estén expuestos a la temperatura del laboratorio y a la presión ambiental, ya que en caso contrario podrían obtenerse mediciones inexactas y tendrían que hacerse correcciones.
- H.2.** Verificar que el viscosímetro esté calibrado de acuerdo con lo establecido en la Fracción F.1. de este Manual.
- H.3.** Limpiar periódicamente el viscosímetro con una solución limpiadora de ácido crómico para remover depósitos orgánicos, enjuagándolo completamente con agua destilada y acetona, y secándolo con aire seco y limpio. Se puede preparar solución limpiadora de ácido crómico, adicionando con las precauciones normales, 800 mL de ácido sulfúrico concentrado a una solución de 92 g de dicromato de sodio en 458 mL de agua destilada. Es aceptable el uso de soluciones limpiadoras de ácido sulfúrico comercial similar. El uso de soluciones limpiadoras alcalinas puede producir un cambio en la calibración del viscosímetro, por lo que no son recomendables.
- H.4.** Cuidar que la variación de temperatura en la muestra durante las calibraciones y las pruebas, esté dentro de la tolerancia indicada.

