

LIBRO: MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES

PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS

TÍTULO: 04. Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas

CAPÍTULO: 007. Resistencia a la Degradación por Abrasión del Material Pétreo con la Máquina Micro–Deval

A. CONTENIDO

Este Manual describe el procedimiento de prueba para determinar la resistencia a la degradación por abrasión de los materiales pétreos con la máquina Micro–Deval, que se utilicen en mezclas asfálticas, a las que se refiere la Norma N·CMT·4·04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*, en muestras tomadas conforme al Manual M·MMP·4·04·001, *Muestreo de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*.

B. OBJETIVO DE LA PRUEBA

Esta prueba permite determinar la resistencia a la degradación por abrasión en condiciones húmedas de los materiales pétreos empleados en las mezclas asfálticas, midiendo la pérdida de masa de la muestra después de haber sido sometida al proceso abrasivo y expresando el resultado en porcentaje.

C. REFERENCIAS

Son referencias de este Manual, la Norma N·CMT·4·04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas* y el Manual M·MMP·4·04·001, *Muestreo de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*.

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.

D.1. MÁQUINA MICRO–DEVAL

De mecanismo giratorio, como la que se muestra en la Figura 1 de este Manual, capaz de hacer girar de forma constante y continua al contenedor de prueba a una velocidad de 100 ± 5 r/min. Equipada con un temporizador que permita programar el tiempo de operación. En caso de que el equipo no cuente con temporizador, se podrá usar un dispositivo que permita contar el número de revoluciones totales.

D.2. CONTENEDORES CILÍNDRICOS

De acero inoxidable con una capacidad de 5 L, con tapa de cierre y junta de hule capaz de sellar el contenedor y evitar la pérdida de agua; con un diámetro externo de 194 a 202 mm y una altura interna entre 170 a 177 mm. Las superficies interior y exterior de los contenedores serán lisas, libres de protuberancias o hendiduras.

D.3. CARGA ABRASIVA

De balines magnéticos de acero inoxidable con un diámetro de $9,5 \pm 0,5$ mm.

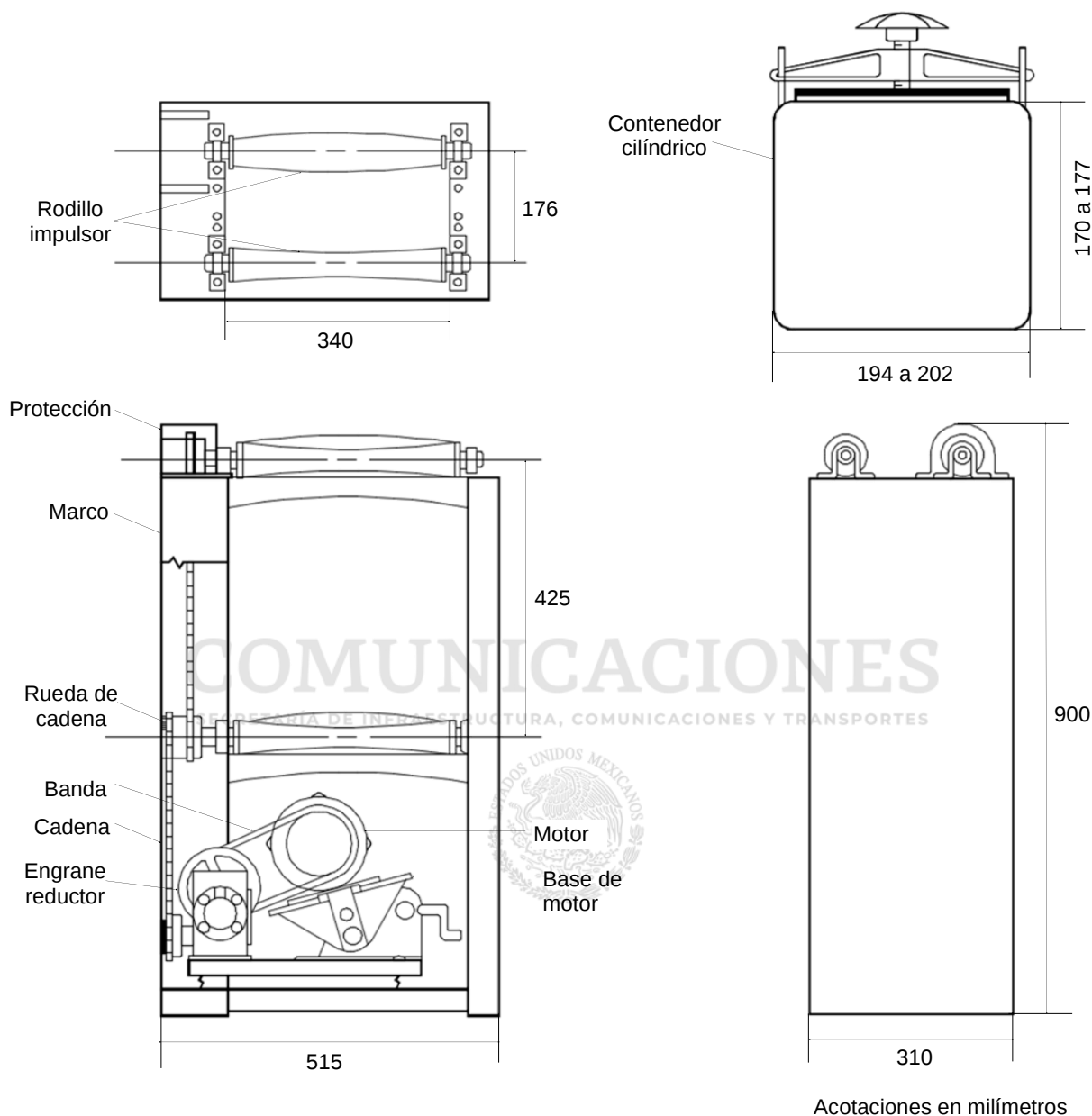


FIGURA 1.- Máquina Micro-Deval

D.4. JUEGO DE MALLAS

Fabricadas con alambre de bronce o de acero inoxidable de diversos calibres, tejidos en forma de cuadrícula, con las aberturas indicadas en la Tabla 1 de este Manual. El tejido estará sostenido mediante un bastidor circular metálico, de lámina de bronce o latón, de 206 ± 2 mm de diámetro interior y 68 ± 2 mm de altura, sujetando la malla rígida y firmemente mediante un sistema de engargolado de metales, a una distancia de 50 mm del borde superior del bastidor. Para el caso del agregado grueso y con el propósito de facilitar su cribado, se podrán utilizar mallas con bastidor cuadrado de 400 mm o más por lado.

D.5. TERMÓMETRO

Con un rango de medición de 15 a 25 °C y una resolución mínima de 0,5 °C.

TABLA 1.- Juego de mallas para material pétreo

Malla	
Designación	Abertura mm
¾ in	19
⅝ in	16
½ in	12,5
⅜ in	9,5
¼ in	6,3
N°4	4,75
N°16	1,18
N°20 ^[1]	0,85

[1] Esta malla sólo se usará para el lavado del material posterior a la abrasión, por lo que no se considera para la separación y clasificación del material pétreo.

D.6. BALANZA

Con capacidad de 5 kg y aproximación de 1 g.

D.7. HORNO

Equipado con regulador de temperatura, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C y con capacidad suficiente para contener la muestra de material.

D.8. CHAROLA

De lámina galvanizada de forma circular o rectangular con capacidad suficiente para contener, secar y cuartear el material por tratar.

D.9. IMÁN

De aleación de aluminio, níquel y cobalto (imanes de alnico) o un electroimán.

D.10. AGUA

Potable.

E. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA DE PRUEBA

La obtención de la muestra de prueba se hace de la siguiente manera:

- E.1. De la muestra de material pétreo que se recibe en laboratorio, obtenida según se establece en el Manual M·MMP·4·04·001, *Muestreo de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*, se reduce mediante cuarteo una porción de material de aproximadamente 14 kg, sin excluir algún tamaño para obtener la masa. Enseguida, se separa la porción de material que pase por la malla con abertura de 19 mm (¾ in) y se retenga en la malla con abertura de 4,75 mm (N°4).
- E.2. Sobre una superficie plana y utilizando el cucharón, se coloca el material formando un cono trunco, el cual se extiende hasta lograr una capa circular de espesor uniforme.
- E.3. Se divide el material en cuatro partes iguales; con el material de dos cuadrantes opuestos y con la ayuda de la balanza se obtiene una muestra de al menos 4 kg.
- E.4. Hecho lo anterior, la muestra del material se mezcla hasta que quede homogénea.

- E.5.** Se coloca la muestra de material pétreo en una charola, se lava y se seca en el horno a 110 ± 5 °C hasta masa constante; a continuación, se saca del horno y se deja enfriar a la temperatura ambiente.
- E.6.** Se separa y clasifica el material por tamaños utilizando el arreglo de mallas indicado en la Tabla 1 de este Manual.
- E.7.** Una vez separado y clasificado por tamaños, se elige el tipo de composición que se utilizará para integrar la muestra de prueba de $1\,500 \pm 5$ g, que mejor se asemeje a las características granulométricas obtenidas después de la clasificación del material, de acuerdo con lo siguiente:
- E.7.1.** Composición A: la muestra de prueba consistirá en material que pasa la malla con abertura de 19 mm ($\frac{3}{4}$ in) y se retiene en la malla con abertura de 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ in).
- E.7.2.** Composición B: si el tamaño nominal del agregado es de 12,5 mm ($\frac{1}{2}$ in) o menor.
- E.7.3.** Composición C: si el tamaño nominal del agregado es de 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ in) o menor.
- E.8.** Se integra la muestra de prueba de $1\,500 \pm 5$ g con las proporciones correspondientes a la composición elegida, de acuerdo con las cantidades indicadas en la Tabla 2 de este Manual.
- E.9.** Se obtiene la masa de la muestra de prueba, registrándola como P_i , con aproximación de 0,1 g.

TABLA 2.- Composición granulométrica de la muestra de prueba

Tipo de composición de la muestra de prueba	Rango de tamaños		Masa de la fracción g
	Pasa	Retiene	
A	19,0 mm ($\frac{3}{4}$ in)	16,0 mm ($\frac{5}{8}$ in)	375
	16,0 mm ($\frac{5}{8}$ in)	12,5 mm ($\frac{1}{2}$ in)	375
	12,5 mm ($\frac{1}{2}$ in)	9,5 mm ($\frac{3}{8}$ in)	750
	Masa total de la muestra de prueba		$1\,500 \pm 5$
B	12,5 mm ($\frac{1}{2}$ in)	9,5 mm ($\frac{3}{8}$ in)	750
	9,5 mm ($\frac{3}{8}$ in)	6,3 mm ($\frac{1}{4}$ in)	375
	6,3 mm ($\frac{1}{4}$ in)	4,75 mm (N°4)	375
	Masa total de la muestra de prueba		$1\,500 \pm 5$
C	9,5 mm ($\frac{3}{8}$ in)	6,3 mm ($\frac{1}{4}$ in)	750
	6,3 mm ($\frac{1}{4}$ in)	4,75 mm (N°4)	750
	Masa total de la muestra de prueba		$1\,500 \pm 5$

F. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

- F.1.** Se vierte en el contenedor cilíndrico $2 \pm 0,05$ L de agua que se encuentre a una temperatura de 20 ± 5 °C y se introduce la muestra de prueba integrada dejándola reposar por un tiempo mínimo de 1 h.
- F.2.** Se colocan $5\,000 \pm 5$ g de la carga abrasiva dentro del contenedor que ya incluye la muestra de prueba integrada y el agua. Se tapa herméticamente el contenedor cilíndrico.
- F.3.** Posteriormente, se coloca el contenedor en la máquina Micro-Deval como se muestra en la Figura 2 de este Manual y se hace funcionar a 100 ± 5 r/min, seleccionando el tiempo en función del tipo de composición elegido de acuerdo con lo establecido en la Tabla 3 de este Manual.

- F.4.** Si el equipo cuenta con un contador de revoluciones totales en lugar de un temporizador, la prueba se ejecutará de acuerdo con las revoluciones indicadas en la Tabla 3 de este Manual.

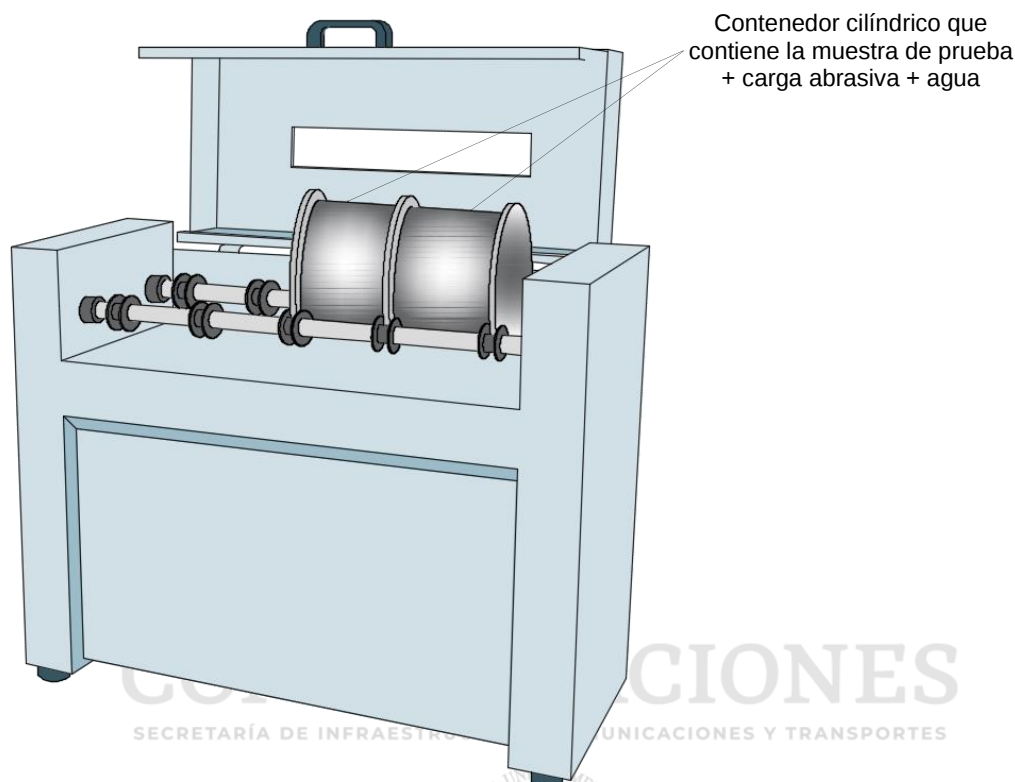


FIGURA 2.- Disposición de los contenedores en la máquina Micro-Deval

TABLA 3.- Tiempos de prueba para cada tipo de composición granulométrica

Tipo de composición de la muestra de prueba	Si la máquina Micro-Deval cuenta con:	
	Temporizador	Medidor de revoluciones
	Minutos totales de operación	Número total de revoluciones
A	120 ± 1	12 000 ± 100
B	105 ± 1	10 500 ± 100
C	95 ± 1	9 500 ± 100

- F.5.** Una vez que se ha cumplido el tiempo establecido o el número total de revoluciones, se vierte cuidadosamente la muestra y los balines de acero del interior del cilindro, depositándolo sobre la malla con abertura de 4,75 mm (N°4) superpuesta sobre la malla con abertura de 1,18 mm (N°16). Si es necesario, para evitar que el material se vaya por el drenaje o caiga sobre el área de trabajo, se colocará la malla con abertura de 0,85 mm (N°20) debajo de la malla con abertura de 1,18 mm (N°16). Se desecha la fracción de la muestra de prueba que pasa la malla con abertura de 1,18 mm (N°16).
- F.6.** Se lava la muestra de prueba sobre el arreglo de mallas indicado en la Fracción anterior, con un chorro de agua constante para eliminar todo el material que pase la malla con abertura de 1,18 mm (N°16).
- F.7.** Se retiran los balines de acero haciendo uso de un imán, cuidando no perder material retenido en las mallas con aberturas de 4,75 mm (N°4) y 1,18 mm (N°16) en este proceso, reintegrando las partículas que pudieran irse adheridas a los balines durante esta operación.

- F.8.** Sobre una charola se combina el material retenido en las mallas con aberturas de 4,75 mm (N°4) y 1,18 mm (N°16), teniendo cuidado de no perder partículas durante este proceso.
- F.9.** Se seca la muestra a masa constante en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C.
- F.10.** Se registra la masa final como P_f , en g.

G. CÁLCULOS Y RESULTADOS

- G.1.** Se calcula y reporta como resultado de la prueba, el desgaste por abrasión de la muestra de prueba en presencia de agua, utilizando la siguiente expresión:

$$P_a = \left(\frac{P_i - P_f}{P_i} \right) \times 100$$

Donde:

P_a = Desgaste por abrasión en húmedo de la muestra de prueba, (%)

P_i = Masa inicial de la muestra de prueba, (g)

P_f = Masa final del material de la muestra de prueba mayor a 1,18 mm, (g)

- G.2.** Además de lo indicado en la Fracción anterior, el informe de los resultados incluirá, como mínimo, los siguientes datos:

- Tamaño nominal del agregado y la composición utilizada, de acuerdo con lo indicado en la Fracción E.7. de este Manual.
- Porcentaje de desgaste de la muestra de prueba con una aproximación de 0,1 %.

H. PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

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

- H.1.** Que la prueba se realice en un lugar cerrado, con ventilación indirecta, limpio y libre de corrientes de aire que puedan provocar la contaminación de la muestra de prueba con otras partículas.
- H.2.** Que la muestra haya sido lavada de tal manera que quede libre de material fino adherido y esté perfectamente seca al momento de efectuar los cribados.
- H.3.** Que todo el equipo esté perfectamente limpio y funcional. Especialmente las mallas estarán limpias y sin indicios de falla, es decir, que los hilos presenten aberturas uniformes y no estén dañados ni rotos.
- H.4.** Que los balines cumplan con la dimensión indicada en la Fracción D.3. de este Manual.
- H.5.** Que la balanza esté limpia en todas sus partes, bien calibrada y colocada en una superficie horizontal, sin vibraciones que alteren las lecturas.
- H.6.** Que el horno esté limpio y completo en todas sus partes y que su termostato trabaje correctamente.
- H.7.** Que, al momento de vaciar el contenedor sobre las mallas, se haga de una altura pequeña para evitar dañar la abertura de las mallas con los balines.

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