LIBRO: MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES

PARTE: ***4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS***

TÍTULO: 05. Materiales Asfálticos, Aditivos y Mezclas

CAPÍTULO: *041. Desgaste por Abrasión en Húmedo de Microaglomerados*

A. CONTENIDO

Este Manual describe el procedimiento de prueba para determinar el desgaste por abrasión en húmedo de los microaglomerados, a que se refiere la Norma N·CMT·4·05·003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras*.

B. OBJETIVO DE LA PRUEBA

Determinar la susceptibilidad al desgaste por abrasión en condiciones de humedad de microaglomerados simulando condiciones abrasivas, mediante el empleo de una máquina con características específicas.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

C. REFERENCIAS

Este Manual se complementa con la siguiente:

NORMA Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras	N·CMT·4·05·003
Muestreo de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas	M·MMP·4·04·001
Muestreo de Materiales Asfálticos	M·MMP·4·05·001
Diseño de Microaglomerados	M·MMP·4·05·068

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.

D.1. MALLA 4,75 mm (N°4)

Fabricada con alambre de bronce o de acero inoxidable, tejido en forma de cuadrícula, con una abertura nominal de 4,75 mm (malla N°4). 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.

D.2. BALANZA

Con capacidad de 3 000 g y aproximación de 0,1 g.

D.3. BATIDORA TIPO PLANETARIO

D.3.1. Con un cabezal de abrasión de 2,27 ± 0,06 kg (5 ± 0,13 lb), capaz de sujetar una manguera de hule reforzado con las características establecidas en la Fracción D.9. de este Manual, un sistema de montaje de sujeción rápida, una charola de inmersión que será una bandeja metálica de forma cilíndrica y fondo plano, compatible con el modelo de la batidora que se emplee, así como un temporizador que permita programar el tiempo de funcionamiento con aproximación de 1 s, como la mostrada en la Figura 1 de este Manual. El cabezal de abrasión tendrá un movimiento libre de 12,7 ± 0,5 mm (0,5 ± 0,02 in) de arriba hacia abajo sobre el eje del soporte, como se muestra en la Figura 1 de este Manual.

D.3.2. Se sugiere el uso de las batidoras en las que se conozcan los factores de corrección utilizados en los cálculos a los que se refiere la Fracción H.1. de este Manual.

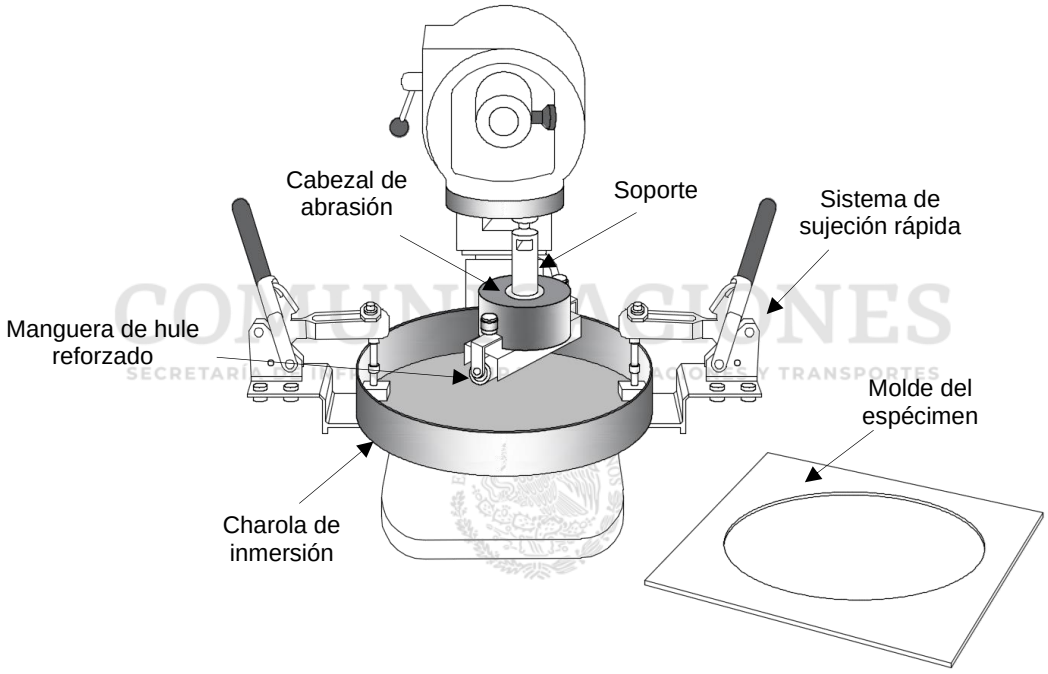


FIGURA 1.- Batidora tipo planetario

D.4. RECIPIENTE DE MEZCLADO

Metálico, resistente a la corrosión y al desgaste, de superficie lisa, con capacidad de al menos 2 L para contener los diferentes componentes durante el mezclado, como el mostrado en la Figura 2 de este Manual.

FIGURA 2.- Recipiente de mezclado y cuchara

D.5. CUCHARA O ESPÁTULA DE ACERO GALVANIZADO

Resistente a la corrosión y al desgaste, de tamaño adecuado que permita mezclar los diferentes componentes dentro del recipiente, como la mostrada en la Figura 2 de este Manual.

D.6. HORNO

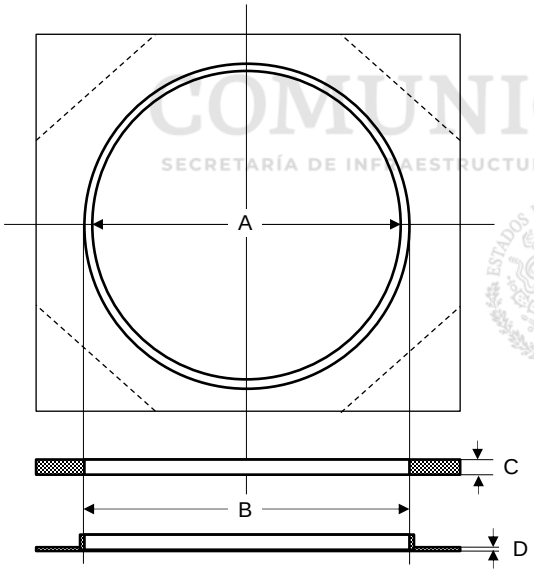
Capaz de mantener una temperatura constante de 60 °C, controlado termostáticamente mediante un regulador de temperatura con una precisión de ± 3 °C.

D.7. BAÑO DE AGUA

De tamaño adecuado, capaz de mantener una temperatura constante de 25 ± 3 °C.

D.8. MOLDES PARA ESPÉCIMEN

De superficie plana con un aro cuyo centro coincida con el de la lámina que lo sostenga, cuyas dimensiones serán compatibles con el modelo de batidora utilizada para la prueba, como se muestra en la Figura 3 de este Manual.



Unidades en mm

Modelo de batidora	A	B	C	D
C – 100	280 ± 6	304,8 a 381,0	6,35 ± 0,6	1,9
A – 120				
N – 50	248 ± 6			

FIGURA 3.- Molde para espécimen

D.9. MANGUERA

De hule reforzado, con una dureza Shore “A” grado 75–85, en tramos con una longitud de 127 ± 3 mm, en número suficiente para la adecuada ejecución de la prueba. Con un diámetro interior de 19 mm (¾ in), diámetro exterior de 31 mm (1¼ in) y un espesor entre 4,75 y 5,75 mm.

Conviene considerar que, para cada prueba de abrasión, se utilizará una sola cara de la manguera, girándola en cada ocasión, considerando que cada manguera dispone de 4 caras útiles, como se muestra en la Figura 4 de este Manual.

D.10. ENRASADOR DE MUESTRAS

Se utilizará un jalador de mango corto con una hoja de goma (tipo limpia vidrios) de 300 a 360 mm (11,8 a 14,2 in) de largo o un rodillo de madera de 350 a 480 mm (13,8 a 18,8 in) de largo por 25 a 27 mm (1 a 1,1 in) de diámetro.

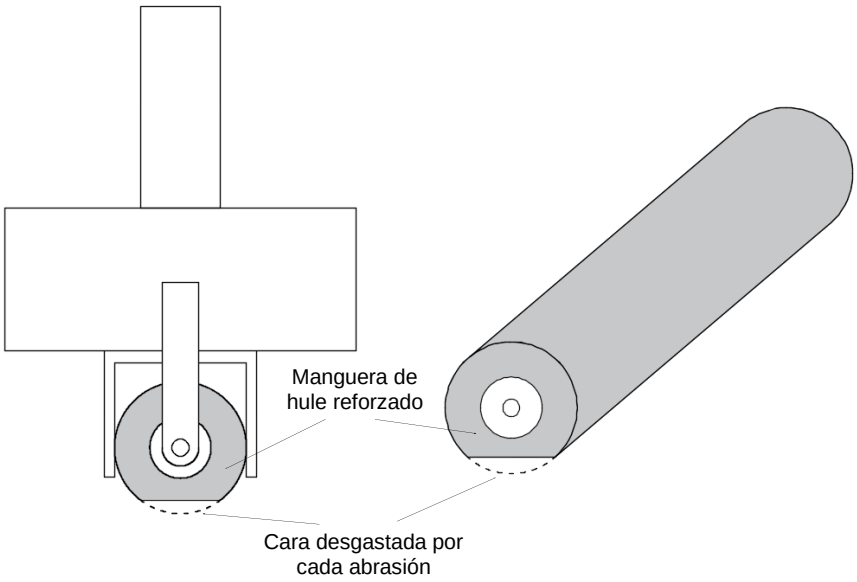


FIGURA 4.- Manguera de hule reforzado

D.11. DISCOS DE PAPEL

Asfaltados, con un diámetro mayor que el espécimen de prueba y menor que el diámetro interior de la charola de inmersión.

D.12. BASES PARA LOS ESPECÍMENES

Rígidas, de material no absorbente y de tamaño adecuado para contener cada espécimen y evitar agrietamientos y deformaciones durante las maniobras del transporte.

D.13. REJILLA PARA TRANSPORTAR LOS ESPECÍMENES EN SUS BASES

Con una base de láminas de acero o similar que permita que las bases para los especímenes estén apiladas, con un espacio libre entre las bases para evitar que se toquen entre sí.

D.14. EMULSIÓN ASFÁLTICA

En cantidad suficiente para cubrir los requisitos de este Manual, del tipo y con las características indicadas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, obtenida según se establece en el Manual M·MMP·4·05·001, *Muestreo de Materiales Asfálticos*.

D.15. AGUA

Potable.

E. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

E.1. MATERIALES PÉTREOS

La preparación de la muestra de materiales pétreos, obtenida según se establece en el Manual M·MMP·4·04·001, *Muestreo de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*, se hace de la siguiente manera:

E.1.1. Si la muestra del material, recibida en el laboratorio con su contenido de agua natural y tal como llegó del campo, está saturada, se dejará escurrir hasta contenido de agua constante o la condición de saturado y superficialmente seco.

E.1.2. Logrado lo anterior, se aplicarán cuarteos sucesivos hasta obtener una masa aproximada de 1 kg para cada espécimen; en el proceso no se permitirá el ajuste de la masa mediante la inclusión o exclusión de tamaños para obtener la masa más próxima a la indicada, la cual se criba utilizando la malla con abertura de 4,75 mm (N°4), desechando la porción retenida en la misma malla.

E.1.3. Del material que pasa la malla con abertura de 4,75 mm (N°4), se obtiene mediante cuarteos sucesivos, al menos una cantidad de 800 g para cada espécimen por elaborar.

E.2. EMULSIÓN ASFÁLTICA

La preparación de la muestra de emulsión asfáltica, obtenida según se establece en el Manual M·MMP·4·05·001, *Muestreo de Materiales Asfálticos*, se hace añadiendo a un recipiente de mezclado una porción de aproximadamente 200 g por cada espécimen de prueba y sometiéndola a un ligero calentamiento para hacerla manejable, conforme a las condiciones de usos esperadas durante los trabajos de campo indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

F. ELABORACIÓN DE LOS ESPECÍMENES DE PRUEBA

F.1. Para cada contenido de emulsión asfáltica se prepararán dos especímenes, uno se probará después de 60 a 75 min de iniciada la saturación y el otro después de 6 días de iniciada la saturación, como se indica en la Fracción G.3. de este Manual.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

F.2. Se evalúan al menos 4 contenidos de emulsión asfáltica diferentes. El primer contenido considerará el determinado mediante el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·05·068, *Diseño de Microaglomerados*. Posteriormente y a partir de este valor inicial, se varía el contenido de emulsión asfáltica de 0,5 hasta 2,0 %, en intervalos de 0,5 %. Se probarán en pares un total de 6 especímenes, de acuerdo con lo siguiente:

F.2.1. El material pétreo saturado se coloca en el recipiente de mezclado y se añade el resto de los componentes de la mezcla del microaglomerado, considerando que la proporción de cemento Pórtland, cal o cualquier otro aditivo, será la indicada en el proyecto o aprobada por la Secretaría.

F.2.2. Usando una cuchara o espátula, se agrega la cal o el cemento Pórtland al material pétreo, según sea el caso, hasta que se distribuya uniformemente. Después se agrega el agua y se mezcla hasta que los materiales estén homogéneamente húmedos.

F.2.3. Se adiciona paulatinamente la emulsión asfáltica y se mezcla hasta cubrir de forma homogénea a la mezcla de materiales descrita en el Inciso anterior, cuidando que esta operación se ejecute en no más de 30 s.

F.2.4. Inmediatamente después, se vacía la mezcla sobre los moldes, los cuales estarán apoyados en una superficie resistente, en que previamente se colocó el disco de papel asfaltado. La mezcla se vierte sobre el molde de adelante hacia atrás paralelos a la superficie de apoyo y posteriormente se enrasa mediante movimientos que van de atrás hacia adelante para nivelar la mezcla y asegurar un llenado total. Este proceso de vertido se realiza en una sola pasada y no durará más de 15 s.

F.2.5. Se retira el molde después de dejarlo reposar junto con la mezcla durante 1 min. Se considera que la mezcla es adecuada cuando al retirar el molde el material pétreo-agua-emulsión no escurra y conserve su forma. En caso contrario, se considera inadecuada, debiéndose preparar nuevamente. Se retiran los especímenes de su molde con un movimiento hacia arriba.

G. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

G.1. Una vez desmoldados los especímenes, se colocan en un horno a 60 ± 3 °C durante un mínimo de 15 h pero no más de 30 h, hasta obtener masa constante, condición que se alcanza cuando la diferencia entre dos mediciones consecutivas de su masa, tomadas con una hora de diferencia, sea menor al 0,1 %. Se retiran del horno y se dejan enfriar a temperatura ambiente.

G.2. Se determina la masa de cada espécimen, registrándola como M_1, con aproximación de 0,1 g.

G.3. Se saturan los especímenes sometiéndolos a inmersión en un baño de agua, a una temperatura de 25 ± 3 °C, durante un tiempo determinado en función de la condición de saturación por probar, de acuerdo con lo siguiente:

G.3.1. Un espécimen se satura de 60 a 75 min y el otro espécimen se satura de 142 a 146 h (6 días aproximadamente).

G.3.2. La prueba se iniciará dentro de las 2 h posteriores al final del período de saturación de cada espécimen.

G.3.3. Durante esta saturación se comprueba que el líquido cubra ligeramente los especímenes en todo momento.

G.4. Sobre la charola de inmersión de la batidora se coloca centrado el papel asfaltado con el espécimen y se fija la base de la batidora sujetándola al soporte de la máquina. Se cubre la muestra con agua a 25 °C, comprobando que el nivel del agua quede aproximadamente a 6,35 mm por arriba de la superficie del espécimen.

G.5. Se coloca un tramo de manguera sobre el cabezal de abrasión y se fija a éste de acuerdo con las especificaciones del equipo; posteriormente se coloca el cabezal de abrasión en el eje del soporte, de tal manera que la manguera haga contacto sobre el espécimen sin ejercer mayor presión que la masa del cabezal, como se muestra en la Figura 5 de este Manual.

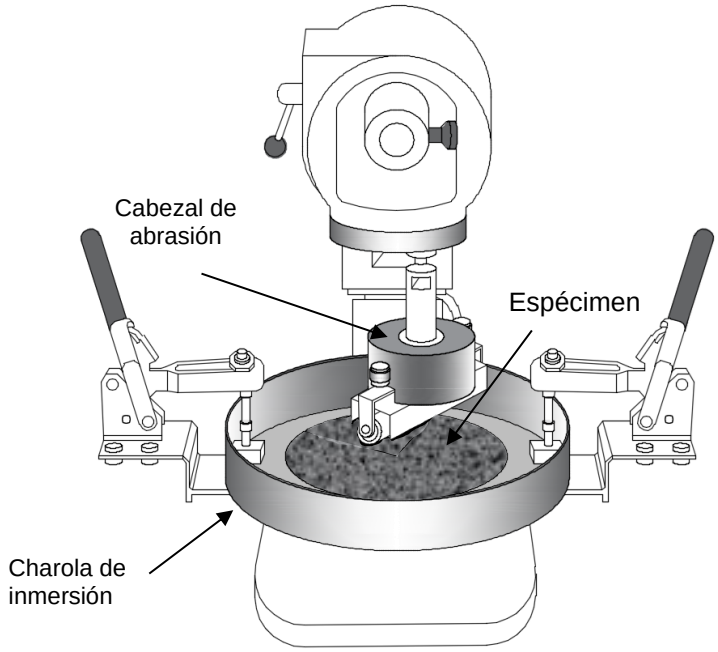


FIGURA 5.- Montaje de los especímenes en la batidora

G.6. Una vez dentro de la charola, es necesario contar previamente con el tiempo suficiente para realizar la abrasión, independientemente de la condición de saturación por probar. Cada uno de los especímenes se someten a abrasión durante un período de tiempo que está en función del modelo de batidora empleado.

G.7. Después de la abrasión de cada uno de los especímenes, éstos se retiran de la charola de inmersión, se lavan para retirar la arena suelta producto de la abrasión y se secan en el horno a una temperatura de 60 $\pm$ 5 °C, hasta masa constante.

G.8. Se retiran los especímenes del horno y se dejan enfriar a temperatura ambiente. Se determina la masa de cada espécimen, registrándolas como M_2, con aproximación de 0,1 g.

H. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Para cada condición de saturación se calcula y reporta como resultado de la prueba, lo siguiente:

H.1. El desgaste por abrasión en húmedo de cada espécimen con aproximación a un décimo, expresado como pérdida de masa por unidad de área, se determina mediante la siguiente expresión:

$$P_a = (M_1 - M_2) \times F$$

Donde:

P_a = Desgaste por abrasión en húmedo, (g/m^2)

M_1 = Masa inicial del espécimen de prueba, (g)

M_2 = Masa final del espécimen de prueba, (g)

F = Factor de corrección de acuerdo con el modelo de batidora

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

H.2. Además, como datos adicionales se reportarán:

- El desgaste por abrasión en húmedo promedio de los especímenes probados según el tiempo de saturación a los que fueron sometidos, en g/m^2.
- El porcentaje de emulsión asfáltica utilizado.
- El contenido de agua del material pétreo y el porcentaje de *filler*, de cemento, cal o algún otro modificante y su proporción.

I. PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

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

I.1. Que la prueba se realice en un lugar cerrado, bien ventilado, limpio y libre de corrientes de aire, de cambios de temperatura y de partículas que provoquen la contaminación de las muestras de material.

I.2. Que todo el equipo esté perfectamente limpio, para que, al realizar la prueba, los materiales no se mezclen con agentes extraños que alteren el resultado.

I.3. Que la balanza esté limpia en todas sus partes, bien calibrada y colocada en una superficie horizontal, sin vibraciones que alteren las lecturas.

I.4. Que las muestras se sometan al tiempo de abrasión en húmedo establecido en este Manual, pero sin aplicarles una presión mayor a la indicada en este método durante la prueba.

I.5. Que, durante el proceso de saturación de los especímenes en el baño de agua, se evite que éstos entren en contacto entre sí, así como manipularlos con la mano.

I.6. Que la preparación de las muestras se haga con el contenido de emulsión asfáltica indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

I.7. Que el material no escurra agua o mezcla o se segregue durante la preparación de las muestras, previa al inicio de la prueba.

I.8. Que al utilizar el jalador de mango corto (tipo limpia vidrios) para enrasar la mezcla asfáltica en el molde, se tenga cuidado de no hacer una depresión en el centro de la muestra.

I.9. Que al finalizar una prueba de abrasión en húmedo de microaglomerados, se sustituya el agua del baño de saturación de especímenes para evitar su contaminación.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

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