

Medida de la macrotextura superficial de un pavimento por la técnica volumétrica

1 OBJETO, FUNDAMENTO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 Esta norma de ensayo describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación de la profundidad media de la macrotextura superficial de un pavimento, mediante la aplicación de un volumen conocido de material granular a la superficie y la subsiguiente medida del área total cubierta. En el ensayo, que no es sensible a la microtextura del pavimento, se obtiene la profundidad media de su macrotextura.

1.2 La extensión del material sobre la superficie del pavimento hace que los huecos superficiales de éste se rellenen completamente con aquel hasta nivelarse con las partes más elevadas de los áridos circundantes (figura 1).

1.3 Cuando se utiliza conjuntamente con otros ensayos físicos, los valores de profundidad de macrotextura que se obtienen con este método se pueden utilizar para determinar las características de resistencia al deslizamiento, ruido, así como la idoneidad de los materiales empleados o de su puesta en obra. En estos casos se extremará el cuidado para que los diferentes ensayos se realicen en el mismo emplazamiento.

1.4 El material para aplicar a la superficie del pavimento puede ser, en principio, cualquiera granulado, uniforme y estable, con tamaño de grano adecuado a la macrotextura del pavimento. Está muy generalizado el empleo de arena silícea, aunque la tendencia es sustituirla por esferas de vidrio. Esta norma de ensayo presenta, optativamente, el empleo de uno u otro material.

1.5 El método es adecuado para la determinación de la profundidad media de macrotextura de cualquier tipo de pavimento, tanto bituminoso como de hormigón hidráulico. Se interpretarán con reserva, los resultados obtenidos con este método en pavimentos drenantes, estriados o ranurados o cuando tales resultados se salgan del rango de 0,25 a 5,00 mm.

2 SEGURIDAD Y SALUD

2.1 Cuando se realizan estos ensayos en carreteras abiertas a la circulación, el equipo y el operario invaden un área del firme obstruyendo el tráfico. Se tomarán, por tanto, las medidas adecuadas para conseguir una zona de trabajo segura, conforme a los reglamentos en vigor.

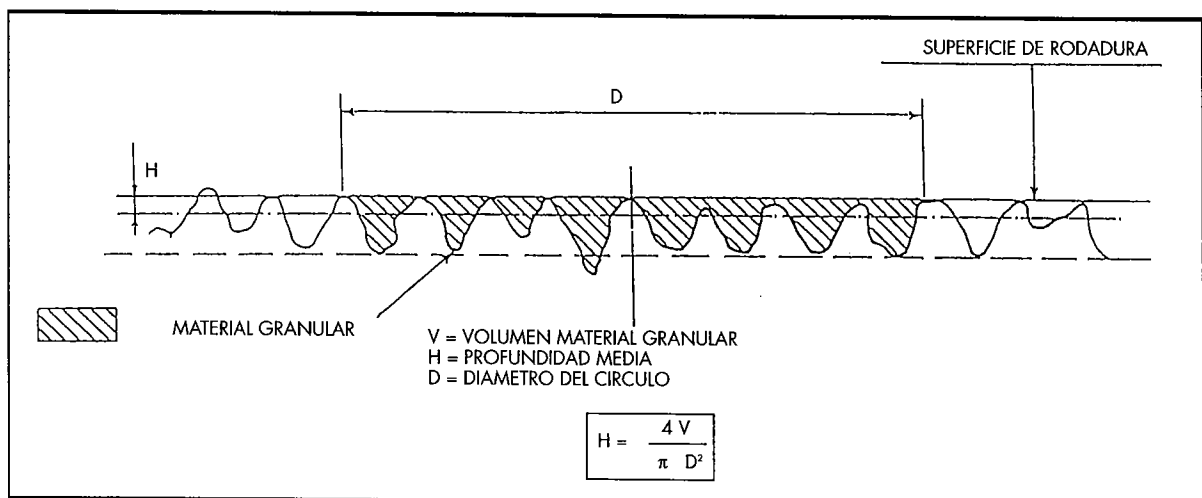


FIGURA 1. Macrotextura superficial mediante técnica volumétrica.

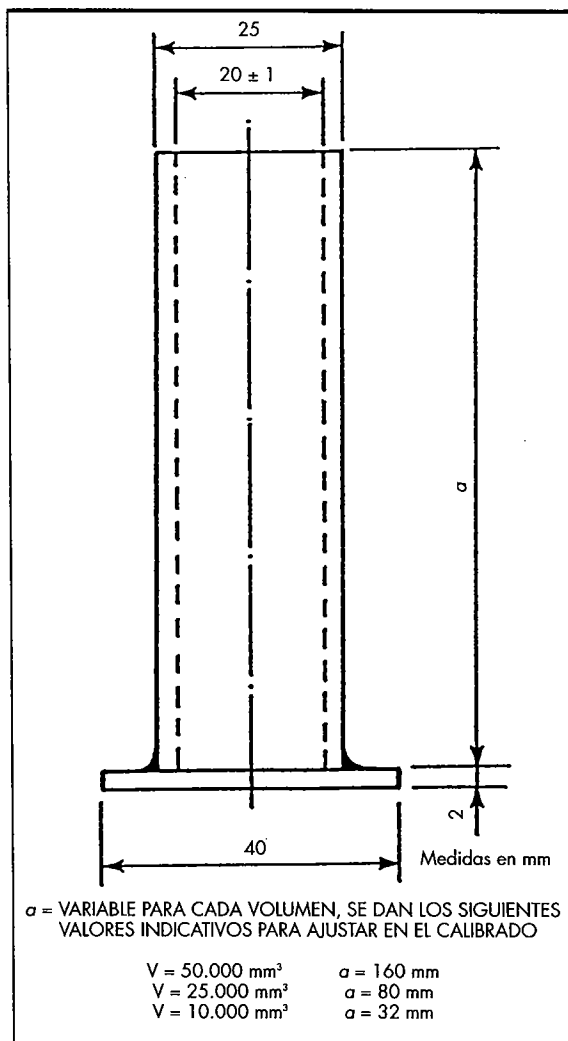


FIGURA 2. Recipiente calibrado para el ensayo.

3 APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

3.1 Material granular: a) esferas de vidrio o b) arena silíceea (optativo):

3.1.1 Esferas de vidrio, resistentes, esencialmente esféricas. Su granulometría será tal que el 90% en masa pase por el tamiz UNE 250 μm y quede retenida en el tamiz UNE 180 μm .

3.1.2 Arena silíceea. Se utilizan dos tipos de arena silíceea de río, de grano redondeado, lavada y secada en estufa a una temperatura de $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$, con las siguientes granulometrías:

- Arena tipo 50-80: pasa UNE 320 μm ; retiene UNE 160 μm .
- Arena tipo 80-200: pasa UNE 160 μm ; retiene UNE 80 μm .

3.2 Recipientes. Tres recipientes cilíndricos de latón o plástico duro y de la forma que se muestra en la figura 2, para tres medidas diferentes del volumen del material granular; su diámetro interior será de (20 ± 1) mm y sus alturas las necesarias para que sus volúmenes respectivos sean de:

- A, $(50.000 \pm 200) \text{ mm}^3$
- B, $(25.000 \pm 150) \text{ mm}^3$
- C, $(10.000 \pm 100) \text{ mm}^3$

3.3 Disco de madera plano de unos 25 mm de espesor y de 50 a 75 mm de diámetro. La superficie inferior del disco llevará adherida una zapata de goma dura y la superior un mango (figura 3).

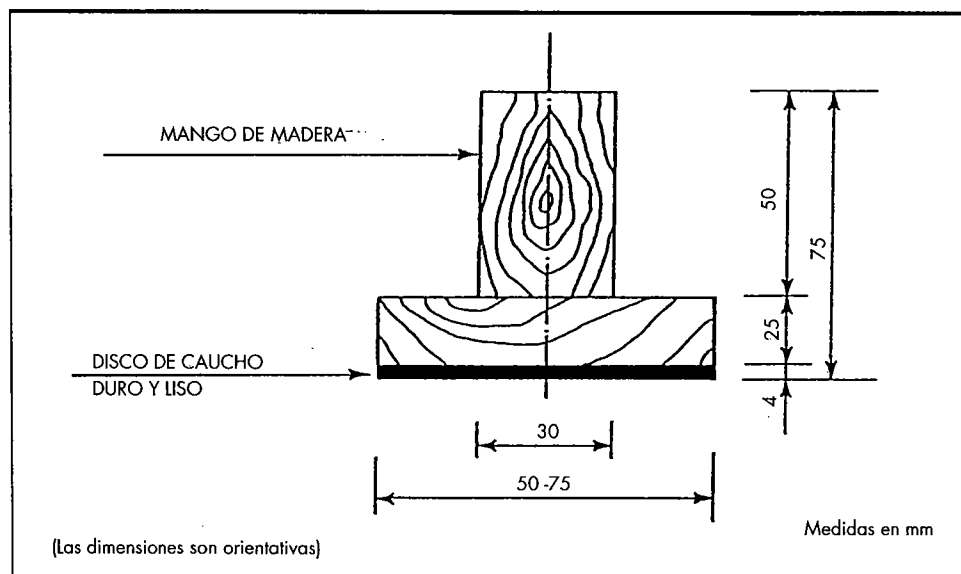


FIGURA 3. Disco extendedor.

3.4 Compás de puntas, para medir diámetros de hasta 400 mm.

3.5 Regla, metálica o de plástico, de 400 mm o mayor, graduada en milímetros.

3.6 Recipientes de boca ancha, para el almacenamiento y transporte del material granular (~ 2 litros).

3.7 Cepillos. Uno de alambre duro y otro de cerdas blandas. Se utilizan para la limpieza de la superficie de ensayo antes de aplicar el material granular.

3.8 Pantalla cortavientos, formada por varias chapas metálicas rectangulares unidas de manera que se pueda formar con ellas una barrera poligonal alrededor del emplazamiento del ensayo para impedir la acción directa del viento sobre el mismo. Puede utilizarse, como sustitutivo, una cubierta de camión.

3.9 Mechero portátil de gas

3.10 Balanza de precisión $\pm 1\%$ de la carga

4 PROCEDIMIENTO

4.1 Se examina la superficie del pavimento en el que se vayan a realizar las medidas y se selecciona una zona, representativa del tramo o sección en estudio, seca y homogénea, que no presente aisladamente grietas, descascarillado, desprendimientos de árido, exudación o cualquier otra falla.

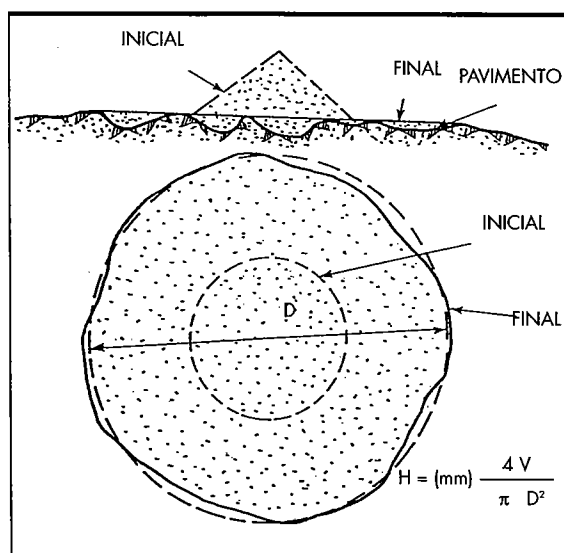


FIGURA 4. Esquema del ensayo de macrotextura superficial.

4.2 Se limpia cuidadosamente la zona seleccionada utilizando los cepillos, primero el metálico y después el blando. La zona debe quedar exenta de cualquier partícula suelta o residuo. Se instala la pantalla cortavientos alrededor del punto de ensayo (nota 1).

Nota 1 Si la superficie del pavimento está húmeda, se puede secar con la llama de un mechero portátil de gas, sin dañarla.

4.3 Se llena el recipiente de volumen conocido con el material granular que se vaya a emplear:

- Si se utilizan esferas de vidrio, se empleará el recipiente de 25.000 mm³.

- Si se utiliza arena silíceas, se empleará el recipiente adecuado de los tres descritos en 3.2, de manera que, dependiendo de la textura de la superficie que se ensaya, el radio del círculo de arena, resultante del vertido de la arena sobre la superficie, esté comprendido entre 5 cm y 18 cm. El tamaño máximo del grano de arena empleado no será superior a la profundidad media obtenida. En el nomograma de la figura 5 se muestran los rangos de empleo para cada volumen y granulometría de la arena.

4.4 Se llena el recipiente adecuado, con el material granular seleccionado (esferas de vidrio o arena silíceas) seco, y suavemente se golpea la base del recipiente varias veces contra una superficie rígida. Se añade más material para llenar el recipiente hasta el borde enrasándolo finalmente con una regla. Si se dispone de una balanza, se determina la masa del material granular en el recipiente, por diferencia con la tara; esta masa se puede utilizar como referencia para los ensayos subsiguientes.

4.5 Se vierte el contenido del material granular, medido en el recipiente, sobre el punto de ensayo. Con esmero se esparce el material granular, de modo que forme una superficie circular. Esta operación se efectúa con el disco descrito en 3.3, situando la zapata de goma hacia abajo, mediante movimientos rotatorios, hasta conseguir un área enrasada lo más circular posible, en la que el material granular -esferas o arena- rellene todas las oquedades y depresiones (figura 4). El movimiento de esparcimiento debe ser suave, sin ejercer presión, hasta que la zapata de goma contacte con los puntos del árido en el pavimento.

4.6 Con el compás de puntas se determina el diámetro del área circular formada por el material granular, en cuatro líneas diametrales regularmente espa-

ciadas unos 45 grados. El valor numérico de cada uno de los cuatro diámetros se obtiene llevando el compás de puntas, sin modificar su abertura, sobre la regla graduada en milímetros. Se calcula el valor medio de las cuatro medidas del diámetro; este valor se expresa en milímetros (nota 2).

Nota 2 Si la superficie del pavimento es lisa, los diámetros del área formada con las esferas de vidrio pueden superar los 300 mm, en cuyo caso se recomienda utilizar la mitad del volumen normal de tales esferas.

4.7 En cada emplazamiento o sección del pavimento se realizan al menos cuatro (4) determinaciones separadas aleatoriamente como mínimo un metro entre sí. La media aritmética de estas determinaciones es el valor numérico de la profundidad media de macrotextura de la superficie del emplazamiento o sección considerado.

5 CÁLCULOS Y RESULTADOS

5.1 Se calcula el volumen interno del recipiente que se vaya a utilizar con la siguiente expresión:

$$V = \frac{1}{4} \pi d^2 h$$

donde:

- V = volumen del recipiente, mm³
- d = diámetro interior del recipiente, mm
- h = altura interior del recipiente, mm
- π = 3,1415...

5.2 Se calcula la profundidad media de macrotextura, H, con la siguiente relación:

$$H = \frac{4 V}{\pi D^2}$$

donde:

- H = profundidad media de macrotextura, mm
- V = volumen del material granular (igual al del recipiente), mm³
- D = valor medio del diámetro del área formada por el material granular, mm
- π = 3,1415...

5.3 En el nomograma de la figura 5 se puede obtener directamente la profundidad media, para cada volumen y tipo de arena empleado, si es el caso. Se delimitan, asimismo, las zonas adecuadas para cada volumen y granulometría de la arena.

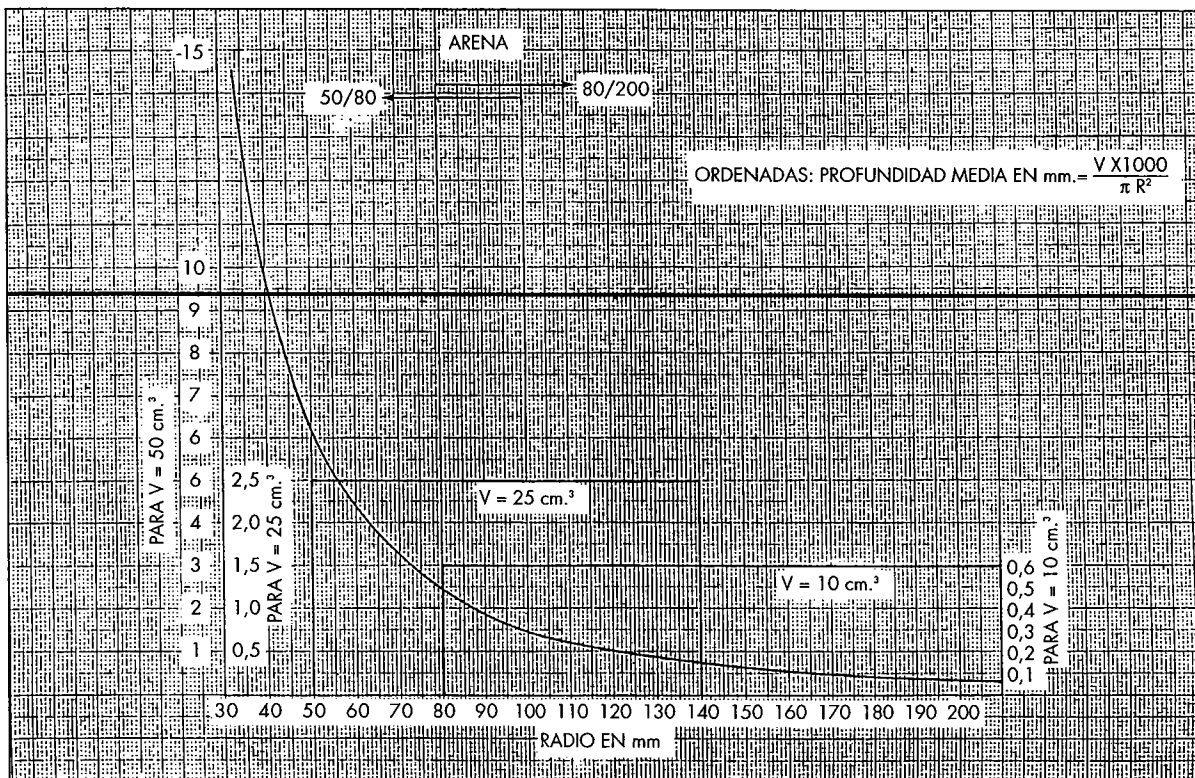


FIGURA 5. Nomograma para determinar la profundidad media de enrase.

5.4 El resultado de un ensayo será el valor medio de al menos cuatro (4) determinaciones realizadas dentro de una zona de pavimento dada, expresado con aproximación de 0,1 mm.

6 INFORME DEL RESULTADO

6.1 Junto con el resultado del ensayo determinado según el apartado 5 de esta norma, el informe referirá las siguientes circunstancias:

6.1.1 Localización e identificación de la superficie de ensayo.

6.1.2 Fecha y hora.

6.1.3 Volumen del material granular empleado - esferas de vidrio o arena- en mm³.

6.1.4 Número de determinaciones por ensayo.

6.1.5 Diámetro medio de cada área circular, mm.

6.1.6 Profundidad media de macrotextura, mm, por cada emplazamiento de ensayo.

6.1.7 Profundidad media de macrotextura, mm, para todo el tramo o sección del pavimento en estudio.

7 PRECISIÓN

7.1 **Ensayo con arena.** Cuando las medidas se repiten en emplazamientos diferentes en el mismo tramo de ensayo, la desviación típica es $0,4/\sqrt{n}$, siendo "n" el número de ensayos de diez determinaciones cada uno (según B.S. 598 Part 105: 1990; clause 4.6).

7.2 **Ensayos con esferas de vidrio.** Ensayos realizados sobre muestras de laboratorio con profundidades medias de macrotexturas comprendidas entre 0,5 mm y 1,2 mm:

7.2.1 La desviación típica en condiciones de repe-

tilidad es igual o menor al 1% de la profundidad media de macrotextura.

7.2.2 La desviación típica en condiciones de reproducibilidad es igual o menor al 2% de la profundidad media de macrotextura.

7.2.3 La desviación típica de ensayos realizados sobre emplazamientos definidos aleatoriamente en una sección homogénea de pavimento, puede alcanzar valores del 27% de la profundidad media de macrotextura. Todo esto implica la realización de gran número de determinaciones si se quiere estimar este parámetro con cierta seguridad para los tipos de pavimento que presenten grandes variaciones de textura, a pesar del hecho que el método presenta una alta repetibilidad y no está sujeto a grandes influencias metodológicas (según ASTM, Research Report RR: E17-1001. American Society for Testing and Materials).

7.3 **Correlación.** El Centro de Estudios de Carreteras (CEDEX) ha realizado un estudio de correlación (tabla 1) entre los resultados obtenidos empleando como material granular arena fina o arena gruesa y esferas de vidrio, en treinta (30) puntos de ensayo, por duplicado, diferentes. El rango de textura superficial de los pavimentos ensayados fue lo suficientemente amplio para el fin pretendido.

8 CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

CEN/TC 227 WG 5. (W.i 00227-111 ex 500) "Measurement of pavement surface macrotexture depth using a volumetric technique" April 1995.

Centre de Recherches Routières C.R.R. MF 32/69 "Essai à la tache de sable".

ASTM E 965-87 (Reapproved 1995) "Standard Test Method for Measuring Surface Macrotexture Depth Using a Volumetric Technique".

AFNOR. NP P98-216-1 Détermination de la macrotexture: Essai de profondeur au sable vraie. Janvier 1992.

BS 598: Part 105: 1990. "Methods of test for the determination of texture depth".

materiales	recta de regresión	coeficiente de correlación
arena gruesa-esferas de vidrio	$y = 0,9628 x - 0,0065$	$r = 0,9989$
arena fina-esferas de vidrio	$y = 0,8716 x + 0,039$	$r = 0,9846$

TABLA 1. Regresión y correlación.