

Penetración de materiales bituminosos

1. OBJETO

- 1.1. Esta norma describe el procedimiento que debe seguirse para determinar la penetración de materiales bituminosos semisólidos y sólidos.
- 1.2. La penetración se define como la consistencia de un material bituminoso, expresada por la distancia en décimas de milímetro, a la que una aguja normalizada penetra verticalmente dentro de la muestra del material en unas condiciones conocidas de carga, tiempo y temperatura. Cuando no se mencionan expresamente las condiciones del ensayo, se entenderá que la carga, el tiempo y la temperatura son, respectivamente, 0,98 N (100 gramos-fuerza), 5s y 25 °C. La carga comprende el peso de todas las partes móviles, incluida la aguja. Otras condiciones de carga, tiempo y temperatura pueden emplearse para ensayos especiales.

2. APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

- 2.1. Penetrómetro. — Será un aparato que permita, sin rozamiento apreciable, el movimiento vertical de un vástago al que va firmemente unida la aguja de penetración. El aparato estará calibrado para medir directamente las unidades de penetración según el apartado 1.2. Cuando la aguja va montada en un casquillo, la masa del vástago móvil del penetrómetro será de $47,5 \pm 0,05$ g. Independientemente del tipo de montura de la aguja, la masa total del conjunto vástago y aguja será de $50,0 \pm 0,1$ g. Se dispondrá también de pesos de $50,00 \pm 0,05$ g y $100,00 \pm 0,05$ g para conseguir cargas totales de 0,98 y 1,96 N (100 y 200 gramos-fuerza), de acuerdo con las condiciones del ensayo.
- 2.2. Aguja. — La aguja (fig. 1) será de acero inoxidable totalmente endurecido y templado, con una dureza Rockwell C 57 a 60. Tendrá aproximadamente 51 mm de longitud y un diámetro de 1,00 a 1,02 mm, afilada simétricamente en uno de sus extremos formando un cono de aproximadamente 6,5 mm de altura, cuyo ángulo esté comprendido entre 0,151 y 0,169 rad ($8^{\circ} 40'$ y $9^{\circ} 40'$) en toda su longitud y cuyo eje coincida con el de la aguja, admitiéndose una desviación máxima en su punta de 12,7 μ . Después de dada la conicidad se cortará la aguja, quedando ésta con la forma de un cono truncado, cuya base menor tendrá un diámetro comprendido entre 0,14 y 0,16 mm. Este plano será perpendicular al eje de la

aguja, con una tolerancia de 35 mrad (2°) y su borde será agudo y libre de rebabas. La superficie truncada tendrá una terminación suave con tolerancia de 25 micras. La longitud libre de la aguja cuando está montada en el penetrómetro o en un casquillo, será aproximadamente 41 mm. Cuando la aguja va montada en un casquillo, éste tendrá una forma cilíndrica, de unos 3 mm de diámetro y 38 mm de longitud, estará hecho de acero inoxidable o bronce y la aguja estará unida rígida y coaxialmente en él. El peso del conjunto de la aguja con su casquillo será de $2,50 \pm 0,05 \text{ g}$ y tendrá un orificio en el extremo del casquillo para poder controlar este peso.

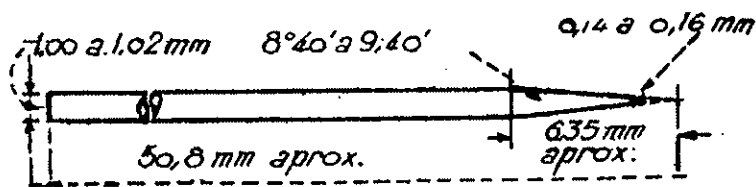


Fig. 1. — Aguja para ensayo de penetración.

- 2.3. Recipiente para la muestra. — El recipiente en el cual se ensaya la muestra será de metal o vidrio, de forma cilíndrica y con un fondo plano. El recipiente que se use para materiales con una penetración menor de 200 tendrá una capacidad de unos 80 cm^3 . Sus dimensiones interiores serán aproximadamente de 55 mm de diámetro y 35 mm de altura. Los recipientes que se empleen para material con penetración superior a 200 serán de una capacidad de 170 cm^3 y sus dimensiones interiores de 70 mm de diámetro y 45 mm de altura.
- 2.4. Baño de agua. — Para sumergir las muestras antes del ensayo se dispondrá de un baño de agua capaz de mantener la temperatura de ensayo sin una variación mayor de $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$. El volumen de agua no será menor de 10 litros. Su altura será suficiente para que permita sumergir la muestra en el agua hasta una profundidad no menor de 100 mm. La muestra estará mantenida sobre un soporte de chapa perforada a una distancia superior a 50 mm respecto del fondo. Se evitará la contaminación del agua con aceite o suciedad. Para determinaciones a bajas temperaturas puede emplearse una solución de salmuera.
- 2.5. Recipiente para el ensayo. — El recipiente donde se sumerge la muestra durante el ensayo será cilíndrico, de vidrio, metal o plástico y con el fondo plano. Estará provisto de cualquier medio que pueda asegurar un firme soporte de la muestra, así como impedir su oscilación. Tendrá un diámetro interior mínimo de 90 mm y una altura superior a 55 mm.
- 2.6. Termómetros para el baño de agua. — Para controlar la temperatura del baño se dispondrá de tres termómetros con escalas de acuerdo con la

temperatura del ensayo; se sumergirán en el baño 150 ± 15 mm y cumplirán con las siguientes características:

Temperatura del ensayo °C	Referencia A.S.T.M.	Escala °C	Graduación °C	Longitud total mm	Error máximo °C
25	17 C	19 a 27	0,1	275	0,1
0 y 4	63 C	-8 a + 32	0,1	379	0,1
46	64 C	25 a 55	0,1	379	0,1

- 2.7. Cronómetro. — Para penetrómetros manuales se dispondrá de un cronómetro graduado en 0,1 segundos. También podrán utilizarse penetrómetros automáticos con un mecanismo calibrado de medición del tiempo.

3. PROCEDIMIENTO

3.1. Preparación de la muestra.

- 3.1.1. La muestra de material bituminoso se calienta con cuidado, evitando los sobrecalentamientos locales, a una temperatura lo más baja posible, hasta conseguir que esté lo suficientemente fluida para permitir su vertido. Con agitación constante y evitando la inclusión de burbujas, se sube la temperatura entre 80 y 90 °C por encima de su punto de reblandecimiento, cuando se trata de betunes asfálticos y no más de 56 °C por encima de su punto de reblandecimiento en el caso de alquitranes. Se vierte dentro de los recipientes para muestras, hasta una altura que sea por lo menos 10 mm mayor que el espesor al cual se prevé que penetrará la aguja durante el ensayo. El recipiente y su contenido se cubren para protegerlos contra el polvo y se dejan enfriar en el ambiente a temperatura inferior a 30 °C y superior a 21 °C, durante un período de tiempo comprendido entre hora y media y dos horas cuando la muestra esté en un recipiente de 170 cm³ y durante un período comprendido entre hora y hora y media cuando las muestras estén en recipientes de 80 cm³. Después se coloca en el baño de agua durante un tiempo comprendido entre hora y media y dos horas para las muestras grandes y hora y hora y media para las muestras pequeñas.

3.2. Condiciones de ensayo.

- 3.2.1. Cuando no se mencionan expresamente las condiciones de ensayo, se entenderá que la carga, el tiempo y la temperatura son, respectivamente, 0,98 N (100 gramos-fuerza), 5 segundos y 25 °C. Para ensayos especiales pueden emplearse otras condiciones tales como:

Temperatura	Carga	Tiempo
0 °C	1,96 N (200 gramos-fuerza)	60 s
4 °C	1,96 N (200 gramos-fuerza)	60 s
46 °C	0,49 N (50 gramos-fuerza)	5 s

3.3. Ejecución del ensayo.

- 3.3.1. Al hacer el ensayo, la muestra se coloca en el recipiente para ensayo con agua procedente del baño donde ha estado sumergida, lleno con la cantidad suficiente de agua para cubrir completamente el recipiente de muestra. El recipiente para ensayo conteniendo la muestra se coloca entonces sobre la base del penetrómetro. La aguja cargada con el peso correspondiente se aproxima a la superficie de la muestra hasta que haga contacto, sin penetrar. Esto se puede realizar aproximando la punta de la aguja hasta que coincida con su imagen reflejada sobre la superficie de la muestra, auxiliándose de una lámpara colocada convenientemente. Se pone la lectura del penetrómetro a cero. Se dispara el dispositivo que mantiene retenida la aguja con su carga durante el período de tiempo normalizado y después se ajusta el dispositivo que tenga el penetrómetro para medir la distancia a que ha penetrado la aguja.
- 3.3.2. Se realizarán por lo menos tres ensayos en diferentes puntos de la superficie de la muestra a una distancia mayor de 10 mm de las paredes del recipiente y de los pinchazos anteriores. Después de cada ensayo el recipiente con la muestra se vuelve a poner en el baño de agua mientras se limpia cuidadosamente la aguja, primero con un trapo humedecido en un disolvente apropiado, para quitar todo el betún adherido, y después con un trapo limpio y seco. Cuando se obtienen penetraciones mayores de 225 se deben usar por lo menos tres agujas sin sacar las otras de la muestra hasta la terminación del ensayo, con objeto de no alterar su superficie.

4. RESULTADOS

4.1. Expresión de los resultados.

- 4.1.1. Acompañando al valor de los resultados se indicarán las condiciones de carga, tiempo y temperatura en que ha sido realizado el ensayo.
- 4.1.2. El resultado del ensayo será la media, calculada con aproximación de una unidad, de al menos tres ensayos cuyos valores no difieran en más de la siguiente cantidad:

Penetración	0 a 49	50 a 149	150 a 249	Mayor de 249
Diferencia máxima entre los valores determinados	2	4	6	8

4.2. Precisión.

4.2.1. Repetición. Dos resultados obtenidos por el mismo operador, sobre la misma muestra, en el mismo laboratorio, empleando el mismo aparato y en diferentes días, no se considerarán aceptables si difieren en más de las siguientes cantidades a 25 °C:

Betunes asfálticos con penetración menor de 50.	1 unidad
Betunes asfálticos con penetración igual o superior a 50.	3 % de su media
Breas de alquitrán.	15 % de su media

4.2.2. Reproducción. Dos resultados obtenidos por diferentes operadores, en diferentes laboratorios y en diferentes días, no se considerarán aceptables si difieren en más de las siguientes cantidades a 25 °C:

Betunes asfálticos con penetración menor de 50.	4 unidades
Betunes asfálticos con penetración igual o superior a 50.	8 % de su media
Breas de alquitrán.	4 unidades

5. OBSERVACIONES

5.1. Es conveniente la comprobación frecuente del libre deslizamiento del mecanismo del penetrómetro, del correcto estado de la aguja y de las cargas normalizadas.

6. CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

A.S.T.M. D 5-65.
UNE 7013.