

NOTA IMPORTANTE:

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

ININ/ Oficina Nacional de Normalización

NORMA CUBANA

NC

401: 2005

**MATERIALES BITUMINOSOS Y BITUMINOSOS
MODIFICADOS—MATERIAS PRIMAS BITUMINOSAS Y
MÁSTICOS—MÁSTICOS—MÉTODOS DE ENSAYO—
PENETRACIÓN**

**Bituminous and modified bituminous materials—Bituminous raw
materials and mastics—Test methods— Penetration**

ICS: 75.140; 91.100.50

1. Edición Enero 2005
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.
Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048 Correo electrónico: nc@ncnorma.cu



Cuban National Bureau of Standards

NC 401: 2005

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el NC/CTN 7 Impermeabilización en el que están representadas las instituciones siguientes:
 - Ministerio de la Construcción
 - Instituto Nacional de la Vivienda
 - Diseño Ciudad Habana
 - Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas
 - Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
 - Oficina Nacional de Normalización
 - Grupo Industrial Perdurit
- Es una adopción idéntica de la norma UNE 104-281-1-4:1986 Materiales bituminosos y bituminosos modificados. Materias Primas Bituminosas y Másticos. Métodos de ensayo: Penetración
- Presenta los siguientes cambios editoriales:
 - Se ha incluido el Anexo A en el cual aparece la tabla 0 de la norma original (ahora tabla A.1), con modificaciones referidas a las normas originalmente citadas
 - Se ha modificado el capítulo 0 Introducción, con el fin de adaptarla a las condiciones nacionales y en él se profundiza en los aspectos modificados.

© NC, 2005

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:

Oficina Nacional de Normalización (NC)

Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba.

Impreso en Cuba

0 Introducción

La tabla 0 de la norma original se trasladó como anexo informativo ya que algunos de los requisitos que se encuentran en la misma no constituyen especificaciones del producto, pero sí caracterizan al mismo. Esto garantiza una mayor eficiencia en la producción.

En la tabla A.1 del Anexo A, se relacionan las diferentes partes en que se subdivide la norma UNE 104-281 parte 1-4. En ella se han sustituido, a propuesta de los expertos, algunas subpartes por otras normas que valoran mediante otros procedimientos similares los mismos requisitos. Dichas sustituciones aparecen enmarcadas en el Anexo. Si posteriormente la experiencia aconsejase la realización y aplicación de nuevos ensayos, se irían incorporando a esta norma como nuevas subpartes.

MATERIALES BITUMINOSOS Y BITUMINOSOS MODIFICADOS—MATERIAS PRIMAS BITUMINOSAS Y MÁSTICOS—MÉTODOS DE ENSAYO—PENETRACIÓN

1 Objeto y campo de aplicación

La presente norma tiene por objeto la descripción del procedimiento que debe seguirse para determinar la penetración de los materiales bituminosos de consistencia sólida o semisólida, con penetraciones no superiores a 500 décimas de milímetro que vayan a ser utilizados como materiales impermeabilizantes en la construcción.

La toma de muestra se hará de acuerdo con la norma NC¹ (En elaboración). Parte 1.1

2 Fundamento del método

La penetración se define como la distancia, expresada en décimas de milímetro, que penetra verticalmente en el material una aguja normalizada, en condiciones definidas de carga, tiempo y temperatura.

3 Materiales y aparatos

3.1 Penetrómetro

Estará constituido por un mecanismo que permita el movimiento vertical sin rozamiento apreciable, de un vástago o soporte móvil al que se puede fijar firmemente por su parte inferior la aguja de penetración y que permita, además la colocación sobre el mismo de diferentes cargas suplementarias, el aparato deberá estar calibrado para dar directamente la lectura en unidades de penetración, según el capítulo 2.

La masa del vástago o soporte móvil será de 47.5 ± 0.05 g, y la masa total del conjunto móvil formado por el vástago y la aguja, de 50.0 ± 0.05 g. Se dispondrá igualmente de masas individuales suplementarias de 50.0 ± 0.05 g y 100 ± 0.05 g para poder obtenerse otras cargas totales móviles, de acuerdo con las condiciones del ensayo. El penetrómetro deberá ir provisto, además, de una base de apoyo para la colocación del recipiente con la muestra, de forma plana y que forme un ángulo de 90 grados con el sistema móvil, irá dotado igualmente, de un nivel de burbuja y tornillos de nivelación.

3.2 Aguja de penetración (véase fig. 1)

Será de acero inoxidable endurecido y templado, tipo A-1b, ISO 683 / XIII, con una dureza Rockwell 54 a 60 HRC medida por el ensayo UNE 7-053; tendrá unos 50 mm de largo y entre 1.00 y 1,02 mm de diámetro con uno de sus extremos simétricamente aguzado formando un cono de ángulo comprendido entre $8^{\circ} 40'$ y $9^{\circ} 40'$, en toda su longitud y cuyo eje sea coaxial con el de la aguja. La variación permitida entre las intersecciones de las superficies del cono y del cilindro, medida como proyección sobre el eje de simetría de la aguja, no deberá exceder de 0.2 mm. La aguja deberá estar cortada en su punta para formar un cono truncado, cuya base tenga un diámetro comprendido entre 0,14 y 0.16 mm y esté situada en un plano perpendicular al eje de la aguja, con una tolerancia máxima de 2 grados y con los bordes vivos y libres de rebabas. La

¹ Es una adopción idéntica de la Norma UNE 104-281-1-1: 1986. Materiales bituminosos y bituminosos modificados. Materias primas bituminosas y másticos. Métodos de ensayo. Toma de muestra.

textura de la superficie cónica, medida según la norma UNE 82-301 deberá tener una rugosidad media superficial comprendida entre 0.2 y 0.3 mm.

La aguja irá montada rígida y coaxialmente en un casquillo cilíndrico de bronce o acero inoxidable de 3.2 ± 0.05 mm de diámetro y 38 ± 1 mm de largo debiendo quedar una longitud libre de aguja entre 40 y 45 mm para penetraciones hasta 350 y de 50 mm como mínimo, para penetraciones superiores a 30 mm. El descentramiento o distancia máxima al eje del casquillo, desde cualquier punto de la superficie de la aguja, incluida su punta, no excederá de 1 mm. La masa total del conjunto casquillo aguja deberá ser de 2.5 ± 0.05 g, permitiéndose la existencia de un taladro o baje sobre el casquillo para poder controlar su masa. Sobre el casquillo deberá ir grabada la identificación individual de la aguja, no autorizándose la repetición de una misma identificación hasta pasados tres años.

Como únicamente pueden obtenerse resultados correctos con agujas que cumplan las condiciones antes dichas, deben comprobarse periódicamente. Si las agujas estuvieren dañadas u oxidadas, se desecharán. Cuando no se utilicen se guardarán untadas en vaselina.

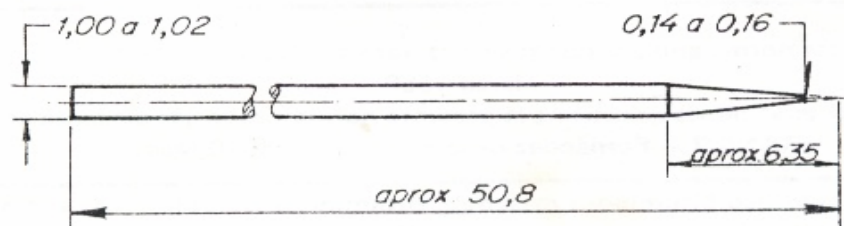


Figura 1—Aguja de penetración

3.3 Recipiente para la muestra

Será de metal o vidrio, de forma cilíndrica y fondo plano, con las siguientes dimensiones interiores:

	Diámetro mm	Profundidad mm
Penetración hasta 200	55	35
Penetración entre 200 y 350	70	45
Penetración entre 350 y 500	70	60

3.4 Baño de agua

Para la inmersión de los recipientes con las muestras, se dispondrá de un baño de agua con una capacidad mínima de 10 l y provisto de un dispositivo capaz de mantener la temperatura especificada para el ensayo con una variación de $\pm 0.1^{\circ}$ C. El baño irá equipado con una plancha soporte perforada, colocada a una distancia no inferior a 50 mm del fondo y a no menos de 100 mm del nivel superior del líquido en el baño. Si la penetración se va a realizar en el mismo

baño, éste deberá disponer además de una plataforma para soportar el penetrómetro. Este baño puede utilizarse igualmente en los ensayos a baja temperatura.

3.5 Baño auxiliar

Para la realización del ensayo de penetración se puede emplear igualmente un baño de agua metálico, de vidrio o plástico, con una capacidad mínima de 2 l y unos 60 mm de profundidad, y capaz de proporcionar una base firme y estable a los recipientes para las muestras impidiendo además cualquier oscilación o basculamiento de los mismos.

3.6 Cronómetro

Si se emplean penetrómetros manuales, el tiempo del ensayo se puede medir con un reloj eléctrico, un cronómetro u otro mecanismo cualquiera graduado en 0.1 s o menos y con una exactitud de $\pm 0,1$ s en 60 s. Igualmente se puede emplear un contador sonoro de tiempos que emita una señal cada 0,5 s.

En los penetrómetros automáticos, el dispositivo de tiempos estará igualmente calibrado para proporcionar el tiempo de ensayo con una exactitud de ± 0.1 s.

3.7 Termómetros

Para controlar las temperaturas del ensayo en el baño de agua, se dispondrá de una serie de termómetros de inmersión total y con las características de la tabla 1.

Tabla 1²

Temperatura del ensayo	Graduación °C	Escala °C	Error máximo °C	Longitud total mm
25	19 a 27	0.1	275	0.1
0 y 4	-8 a 32	0.1	379	0.1
46	25 a 55	0.1	379	0.1

4 Procedimiento operatorio

4.1 Preparación de la muestra

La muestra representativa del material se calienta con cuidado, evitando los sobrecalentamientos locales y agitándola constantemente en cuanto su consistencia lo permita, hasta que alcance la suficiente fluidez para permitir su vertido en los recipientes para muestra. Cuando se ensaya un betún, la temperatura de calentamiento estará comprendida entre 80 y 90 °C por encima de su Punto de Reblandecimiento, y entre 50 y 60° igualmente por encima de su punto de reblandecimiento si se trata de un alquitrán. En cualquier caso, el tiempo total de calentamiento no excederá de 30 min, evitándose en todo momento la inclusión de burbujas de aire durante la agitación. A continuación se llena el recipiente para la muestra, calentado previamente a una temperatura análoga a la del material bituminoso, hasta una altura que, medida a la temperatura del ensayo, sea superior al menos en 10 mm a la penetración esperada. Se prepararán un total de dos recipientes por cada muestra o ensayo de iguales características. Una vez llenos los

² Estos termómetros se corresponden respectivamente con los 17C, 63 C y 64 C de la norma ASTM E- 1-83

recipientes, se cubren con un vidrio de reloj o vaso invertido para protegerlos del polvo y se dejan enfriar al aire a una temperatura entre 15 y 30 °C, durante un período de tiempo comprendido entre una hora y hora y media si se emplean recipientes pequeños para muestras, y entre hora y media y dos horas si se usan los de mayor tamaño. Seguidamente se sumergen los recipientes en el baño de agua a la temperatura de ensayo entre una hora y hora media si se trata de recipientes pequeños, y entre hora y media y dos horas para los recipientes grandes.

4.2 Condiciones de ensayo

Cuando no se mencionan expresamente las condiciones de ensayo, se entenderá que la temperatura, la carga y el tiempo son respectivamente de 25 °C 100g y 5s

En otros casos, las condiciones del ensayo deberán ser claramente especificadas.

4.3 Realización del ensayo

Primero se comprueba que el vástago soporte de la aguja se encuentra perfectamente limpio y seco, sin restos de agua ni sustancias extrañas, y que desliza de forma suave y sin rozamiento sobre su guía. La aguja de penetración se limpia con tolueno u otro disolvente apropiado y se seca con un paño limpio, fijándola a continuación otra carga, se coloca la masa suplementaria de 50g sobre el vástago, para obtener la masa móvil total de 100 ± 0.1 g.

El ensayo de penetración puede realizarse directamente en el baño de agua, colocando entonces el penetrómetro sobre la plataforma que para este fin debe llevar el baño, y sobre la base del penetrómetro, el recipiente con la muestra, que debe quedar completamente sumergido. La penetración puede igualmente llevarse a cabo en el baño auxiliar, colocado sobre la base del penetrómetro y conectado directamente al baño de agua mediante un sistema de alimentación en circuito cerrado, que mantenga constante la temperatura de ambos baños. El recipiente con la muestra se introduce en el baño auxiliar debiendo quedar también completamente sumergido

Si no se dispone del circuito cerrado de alimentación, puede realizarse la penetración fuera del baño de agua mediante un recipiente auxiliar de unos 350 a 400 ml de capacidad y de profundidad suficiente.

Este baño se llena con agua a la temperatura de ensayo procedente del baño de agua, se coloca igualmente sobre la base del penetrómetro y se introduce en él el recipiente con la muestra, que quedará completamente sumergido. Después de cada penetración el recipiente con la muestra se pasa de nuevo al baño de agua hasta que se vaya a realizar la penetración siguiente.

Una vez transcurridos los tiempos de inmersión prescritos en el apartado 4.1, se aproxima cuidadosamente la aguja del penetrómetro hasta que su punta toque justamente la superficie de la muestra, pero sin penetrar en la misma, lo que se facilita aproximando la aguja y su imagen reflejada mediante una lámpara auxiliar convenientemente colocada. Se anota o pone a cero la lectura del penetrómetro y se dispara seguidamente el mecanismo liberador de la aguja durante el tiempo especificado. Finalmente se lee y anota la distancia, expresada en décimas de milímetro, que ha penetrado la aguja en la muestra.

En el caso de que el recipiente con la muestra se mueva durante la penetración, se anula el resultado.

Se realizarán al menos tres penetraciones en cada recipiente, en diferentes puntos de la superficie de la muestra y separados como mínimo 10 mm entre sí y de las paredes del recipiente. Después de cada penetración se desmonta y saca la aguja y se limpia cuidadosamente con el disolvente adecuado, secándola a continuación con un trapo limpio y seco. Cuando las penetraciones obtenidas sean superiores a 200, las agujas no se sacarán después de cada penetración, hasta haber completado el número de las mismas.

Para materiales que presenten un valor de penetración comprendido entre 350 y 500, el volumen de la muestra empleada no excederá de 125 ml.

5 Obtención y expresión de los resultados

El resultado del ensayo será la media aproximada a una unidad, de tres penetraciones cuyos valores no difieren en más de las cantidades indicadas en la tabla 2.

Tabla 2

Penetración	0 a 49	50 a 149	150 a 249	Mayor de 249
Diferencia Máxima entre Valores extremos	2	4	6	8

Si se sobrepasan las anteriores tolerancias, se repite el ensayo utilizando el segundo recipiente con muestra previamente preparado. Si se excediera de nuevo la tolerancia admitida, se anulan los resultados obtenidos y se realiza un nuevo ensayo.

6 Precisión

6.1 Repetibilidad

Los ensayos realizados por duplicado por un mismo operador y equipo y sobre una misma muestra, no se considerarán aceptables si difieren en más de las siguientes tolerancias (ensayos a 25°C):

- a) Betunes asfálticos con penetración inferior a 50: 1 unidad
- b) Betunes asfálticos con penetración igual o mayor de 50: 3 % de su promedio
- c) Breas de alquitrán: 15% de su promedio

6.2 Reproducibilidad

Los ensayos realizados por distintos operadores en diferentes laboratorios y sobre una misma muestra, no se considerarán aceptables si difieren en más de las siguientes tolerancias:

- a) Betunes asfálticos con penetración inferior a 50: 4 unidades
- b) Betunes asfálticos con penetración igual o mayor de 50: 8 % del promedio
- c) Breas de alquitrán: 4 unidades

7 Normas para consulta

UNE 7-053- Ensayo de dureza en productos de acero por el método Rockwell.

UNE 82-301- Determinación de la rugosidad superficial

UNE 104-281/1-1 Materiales bituminosos y bituminosos modificados. Materias primas Bituminosas y másticos. Métodos de ensayo. Toma de muestras

UNE 104-281-86 Parte 1-4 Materiales bituminosos y bituminosos modificados. Materias primas Bituminosas y másticos. Métodos de ensayo. Penetración

8 Correspondencias con otras normas

Esta norma concuerda esencialmente con las ANSI-ASTM D-5-83, DIN 52010 DIC. 1983 y NLT 124/ 84.

Anexo A
(informativo)

Tabla A. 1 — Métodos de ensayo

Norma	Ensayo
UNE 104-281/1-1	Toma de muestras
UNE 104-281/1-2	Densidad relativa
UNE 104-281/1-3	Punto de reblandecimiento
UNE 104-281/1-4	Penetración
UNE 104-281/1-5	Índice de penetración
UNE 104-281/1-8	Contenido de agua
UNE 104-281/1-10	Ductilidad
UNE 104-281/1-12	Punto de inflamación y combustión. Cleveland v/a
NC 054-118	Pérdida por calentamiento
NC 33-16	Contenido de cenizas
Además para la determinación de la fluencia, se empleará la norma UNE 104-281 Parte 4-3	

- UNE 104-281/1-6 Punto de fragilidad Fraass (norma anulada)
- UNE 104-281/1-9 Solubilidad en disolventes orgánicos (norma anulada)
- UNE 104-281 /1-7 Contenido de cenizas (El método de ensayo se sustituyó por NC 33-16)
- UNE 104-281/1-11 Pérdida por calentamiento (El método de ensayo se sustituyó por NC 054-118)