

Resistencia a la deformación plástica de mezclas bituminosas de árido fino empleando el aparato Hubbard-Field

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

1.1 Esta norma se aplica solamente a mezclas bituminosas compuestas de árido fino y un material bituminoso. El método está indicado para el ensayo de mezclas fabricadas y extendidas en caliente en las cuales se emplee un ligante bituminoso.

1.2 La estabilidad viene definida en este ensayo por la máxima resistencia desarrollada por la probeta a 60 °C, cuando se ensaya a extrusión en las condiciones fijadas.

2 APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

2.1 **Moldes (fig. 1).** Los moldes cilíndricos para la fabricación de las probetas de ensayo serán de acero especialmente endurecido, de $50,8 \pm 0,03$ mm de diámetro interior y 120,7 mm de altura. Se recomienda tener como mínimo tres de estos moldes.

2.2 **Pistones inferiores (fig. 1).** Pistones de acero de 50,8 mm de longitud mecanizados para proporcionar un juego de 0,05 mm entre el pistón y el molde y con un diámetro nominal de $50,75 \pm 0,03$ mm. Se recomienda tener como mínimo tres de estos pistones.

2.3 **Soporte para los moldes.** Dos barras de acero de sección cuadrada de 75 mm de longitud y 645 mm^2 de sección.

2.4 **Pistones superiores (fig. 1).** Pistones de acero de 120,7 mm de longitud, terminados por una placa cilíndrica de acero en su parte inferior para efectuar la compresión, atornillada al cuerpo del pistón. Esta placa estará mecanizada para proporcionar un juego de 0,05 mm entre el pistón y el molde; su diámetro será de $50,75 \pm 0,03$ mm y su espesor de 3,2 mm aproximadamente. El cuerpo del pistón tendrá por lo menos cuatro superficies curvas de $50,29 \pm 0,03$ mm de diámetro. Se recomienda tener como mínimo tres de estos pistones.

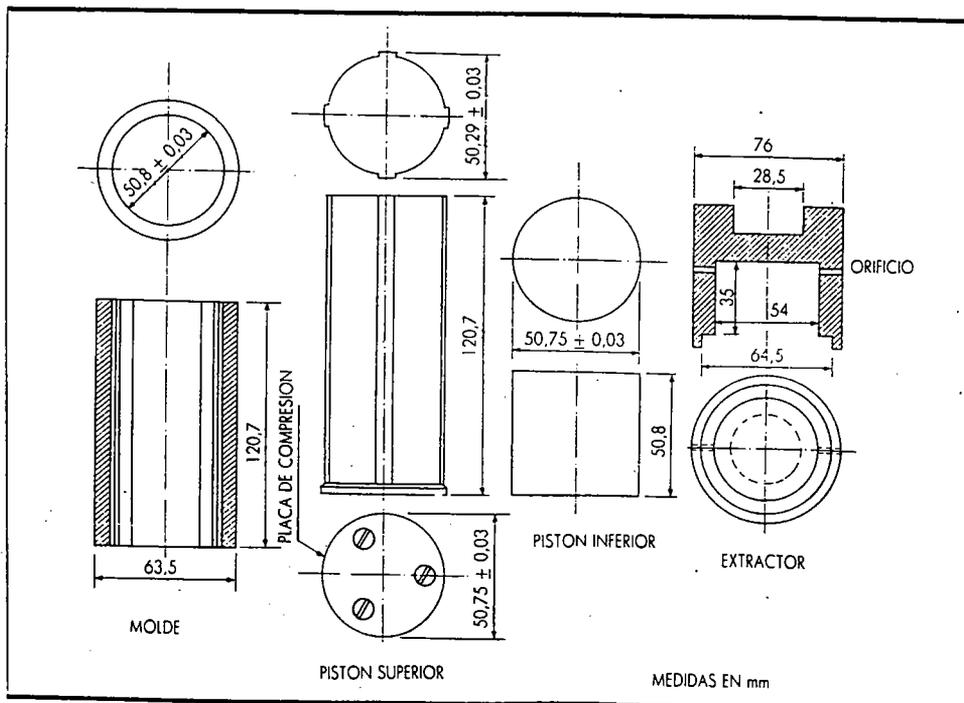


FIGURA 1. Molde, pistones y extractor.

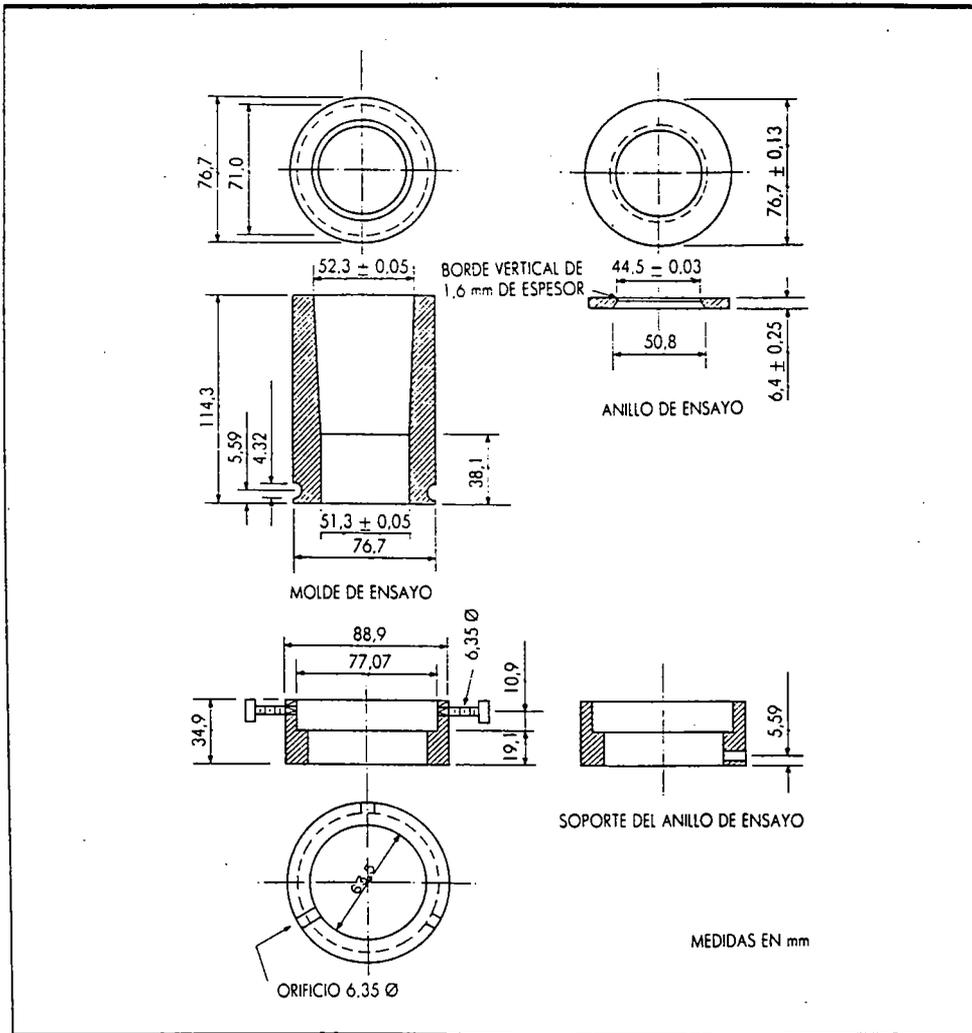


FIGURA 2. Molde tipo 1 y anillo de ensayo.

2.5 Extractor de probetas (fig. 1). Construido en acero y de las dimensiones y forma indicadas, empleado para sacar las probetas del molde.

2.6 Molde y anillo de ensayo

2.6.1 Tipo 1 (fig. 2). Un molde cilíndrico de ensayo de $51,3 \pm 0,05$ mm de diámetro interior hasta una altura de 38,1 mm desde su base, a partir de la cual aumenta gradualmente su diámetro interior hasta un máximo de $52,3 \pm 0,05$ mm en su extremo superior. El diámetro exterior será aproximadamente de 76,7 mm. El molde tendrá una altura de 114,3 mm y estará hecho de acero especial de herramientas. El molde de ensayo estará equipado con un anillo de ensayo de acero endurecido de $76,7 \pm 0,13$ mm de diámetro exterior y $6,4 \pm 0,25$ mm de espesor, con un orificio circular de $44,5 \pm 0,03$ mm de diámetro en una cara. Este orificio tendrá un borde vertical de 1,6 mm de espesor

y $44,5 \pm 0,03$ mm de diámetro y abierto gradualmente hasta un diámetro de unos 50,8 mm en la cara opuesta. Se dispondrá también de un soporte para mantener el anillo de ensayo perfectamente ajustado y concéntrico contra el fondo del molde, así como para servir de base del mismo.

2.6.2 Tipo 2 (fig. 3) alternativo. Este molde de ensayo tendrá las mismas dimensiones que el del tipo 1 y estará, además, revestido interiormente de acero especial de herramientas endurecido para reducir el desgaste.

2.7 Prensa mecánica de 50 kN (5.000 kg) de capacidad provista de anillo dinamométrico y capaz de aplicar la carga a una velocidad constante de 61,0 mm por minuto.

2.8 Estufa o placa de calefacción. Para la preparación de las mezclas bituminosas se dispondrá de

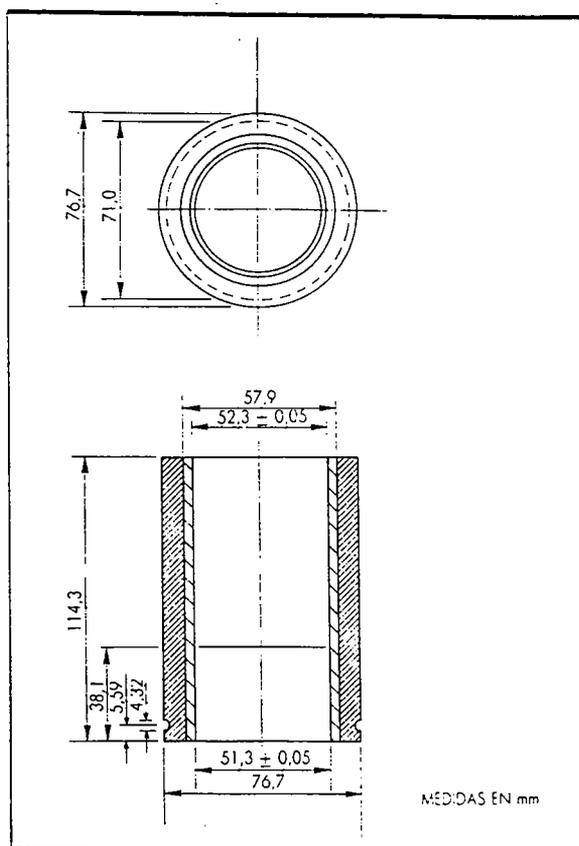


FIGURA 3. Molde tipo 2.

una estufa o placa de calefacción, capaz de calentar los áridos y materiales bituminosos a una temperatura que no exceda de 163 °C. Cuando se emplee la placa de calefacción se interpondrá una protección entre la placa y los cazos y moldes que contienen la mezcla. Esta protección se puede hacer fácilmente doblando los bordes de una plancha de metal de manera que deje un espacio de aire entre las dos superficies.

2.9 Dispositivos para la mezcla. Se pueden emplear cazos de aluminio de aproximadamente un litro de capacidad y una espátula de unos 25 mm de ancha con los extremos redondeados. También se puede emplear una mezcladora mecánica de las que se utilizan corrientemente para este tipo de mezclas.

2.10 Baño de agua, con fondo metálico resistente y control termostático para el ensayo de probetas, capaz de mantener sumergido durante el ensayo el conjunto del molde, anillo y probeta. La temperatura del baño será de 60 ± 1 °C.

2.11 Balanza con una capacidad mínima de 500 g y una sensibilidad de 0,1 g.

2.12 Cronómetro.

2.13 Termómetros, tres de 200 °C.

2.14 Material general. Bandejas, cazos, cogedores curvos, etc.

3 PROCEDIMIENTO

3.1 Preparación de las mezclas

3.1.1 Se prepara la cantidad suficiente de áridos secos para poder fabricar tres probetas. Estas se pesan con una aproximación de 0,1 g en los cazos previamente tarados. Se calientan los áridos hasta la temperatura necesaria sin pasar de 163 °C y se mezclan totalmente.

3.1.2 Se coloca el cazo con la mezcla de áridos en la balanza y se agrega la cantidad necesaria de ligante, a una temperatura que no exceda de 163 °C, con una aproximación de 0,1 g. Se mezclan totalmente los materiales deshaciendo con la espátula los grumos que se puedan formar. La superficie de todos los áridos deberá quedar totalmente cubierta y la mezcla presentará un color uniforme.

3.2 Tamaño y compactación de las probetas

3.2.1 Las probetas de la mezcla compactada tendrán 50,8 mm de diámetro y 25,4 mm de altura.

3.2.2 Antes de preparar la mezcla se calientan los moldes y pistones a la temperatura de compactación deseada.

3.2.3 En cada uno de los tres moldes, dentro de los cuales se han introducido sus correspondientes pistones inferiores, se coloca la cantidad suficiente de la mezcla recién preparada o recalentada, para obtener el tamaño adecuado de la probeta compactada.

3.2.4 Los moldes conteniendo la mezcla y con el pistón inferior en su sitio se colocan en una estufa, regulada a la temperatura de compactación deseada, por un tiempo superior a diez minutos para asegurar que dicha temperatura se haya alcanzado, la cual se mide con termómetros introducidos en la mezcla. Al lado de los moldes se colocan en la estufa los pistones superiores para que alcancen también la misma temperatura. La temperatura de moldeo variará según el tipo de ligante empleado, pero en ningún caso será superior a 150 °C. Una vez alcanzada la temperatura, se colocan los pistones superiores.

3.2.5 Después de sacarlos de la estufa se compactarán las probetas sin pérdida de tiempo de la si-

guiente forma: los moldes se colocan sobre las barras cuadradas empleadas como soporte, de manera que la parte inferior del molde esté mantenida 25,4 mm por encima de la superficie de la placa de la prensa, quedando, por tanto, el pistón inferior introducido solamente otros 25,4 mm dentro del molde. Se aplica una carga inicial de 2,225 kN (227 kgf) para asentar la mezcla en el interior del molde. Se retira la carga inicial y se quitan las barras soporte. A continuación se compactan las probetas aplicando una carga total de 41,922 kN (4.275 kgf). Se mantiene esta carga durante dos minutos y luego se retira.

3.2.6 Se sacan las probetas de los moldes, para lo cual se quita el pistón inferior y se coloca el molde en el extractor; se aplica una ligera carga con la prensa al pistón superior, con lo que la probeta caerá a la parte ensanchada del extractor. Se coge cuidadosamente, se marca para su identificación y se guarda hasta que se vaya a ensayar. Debe transcurrir el menor tiempo posible entre la compactación de cada probeta. Las probetas se dejan al aire a temperatura ambiente un mínimo de 12 horas antes del ensayo.

3.3 Preparación de las probetas tomadas del pavimento

3.3.1 Las probetas extraídas con sonda de pavimentos terminados tendrán $50,8 \pm 0,13$ mm de diámetro y $25,4 \pm 1,3$ mm de altura.

3.4 Determinación de la densidad

3.4.1 Este ensayo puede hacerse tan pronto como las probetas se hayan enfriado a temperatura ambiente y se aplicará cualquiera de los procedimientos descritos en la norma NLT-168, según las características superficiales de las mismas.

3.5 Determinación de la estabilidad

3.5.1 Las probetas se pondrán a la temperatura de ensayo manteniéndolas durante una hora como mínimo en un baño de aire regulado a 60 °C. También se mantendrán a la misma temperatura y durante el mismo tiempo el molde y el pistón de ensayo.

3.5.2 Se monta el anillo de ensayo, con su borde biselado hacia abajo, sobre el soporte, colocando a continuación encima el molde de ensayo y fijándolo por medio de los tornillos. El conjunto se sumerge en el baño de agua, se introduce la probeta en el molde y se coloca encima el pistón. La temperatura del baño será de 60 ± 1 °C. Se coloca el conjunto en la prensa y se aplica la carga a una velocidad uniforme de 61,0 mm por minuto. Durante el ensayo,

al aplicar la carga ésta aumenta rápidamente venciendo la resistencia opuesta por la probeta, hasta alcanzar un máximo que se produce justamente antes de la rotura de la probeta. Si se continúa el ensayo, el valor de la resistencia fluctúa por debajo de este máximo.

3.5.3 La máxima carga en newtons registrada será el valor de la resistencia plástica de la muestra en este ensayo.

4 RESULTADOS

4.1 Para cada probeta ensayada se incluirá la siguiente información:

- Tipo y proporción de ligante.
- Densidad relativa.
- Estabilidad en newtons.

4.2 Además de los datos incluidos en el apartado anterior, es conveniente conocer la procedencia de la muestra (laboratorio, obra o testigo) y si la muestra es original o ha sido recalentada para la realización del ensayo.

5 DETERMINACION DEL CONTENIDO OPTIMO DE LIGANTE

5.1 Cuando se utilice esta norma para la determinación del contenido óptimo de ligante de una mezcla de áridos de composición y granulometría determinadas, se preparan series de probetas que difieran en cantidades crecientes y fijas de ligante, en número tal que se tengan dos series con contenidos de ligante superiores y otras dos inferiores al valor óptimo.

5.2 Fabricadas y ensayadas todas las probetas según esta norma, se determinan para cada serie los valores medios de estabilidad, densidad relativa y contenidos de huecos, dibujándose los siguientes gráficos:

Estabilidad	% de ligante
Densidad relativa	% de ligante
% de huecos en mezcla	% de ligante
% de huecos rellenos	% de ligante
% de huecos en áridos	% de ligante

5.3 Con estas curvas, y de acuerdo con los criterios basados en las especificaciones correspondientes, se determina el valor del contenido óptimo de ligante.

6 CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

ASTM D 1138-52 (1968) «Test Method for Resistance to Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Hubbard-Field Apparatus».

The Asphalt Institute, Manual Series, MS-2 (1969).

7 NORMA PARA CONSULTA

NLT-168 «Densidad y huecos en las mezclas bituminosas compactadas».
