

## **Efecto del agua sobre la cohesión de mezclas bituminosas de granulometría abierta, mediante el ensayo cántabro de pérdida por desgaste**

### **1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION**

**1.1** Esta norma describe el procedimiento de ensayo que debe seguirse para determinar la pérdida de cohesión que se produce por la acción del agua sobre las mezclas bituminosas compactadas de granulometría abierta, de utilización en construcción de carreteras.

**1.2** El procedimiento se aplica a mezclas bituminosas de granulometría abierta fabricadas en frío o en caliente, con ligantes bituminosos modificados o sin modificar, cuyo tamaño máximo de las partículas del árido sea inferior a 25 mm.

**1.3** Con el método se obtiene un índice numérico del aumento de pérdida de masa habido, como consecuencia de comparar los resultados del ensayo entre series duplicadas de probetas, unas mantenidas al aire y otras sometidas a la acción del agua, en las condiciones que se prescriben en esta norma.

### **2 APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS**

**2.1 Tamices**, UNE 25 mm; 12,5 mm; 10 mm; 5 mm; 2,5 mm; 630  $\mu$ m; 320  $\mu$ m y 80  $\mu$ m. Conformes con las características técnicas que para los mismos se especifican en la norma UNE 7.050.

**2.2 Estufa(s)**, ventilación forzada, que pueda alcanzar y mantener las temperaturas de 25 °C, 45 °C, 60 °C, con precisión de  $\pm 1$  °C y de hasta 200 °C con precisión de  $\pm 2$  °C.

**2.3 Balanza**. Hasta 2 kg de carga con 0,1 g de sensibilidad.

**2.4 Conjunto y maza de compactación**. El conjunto de compactación y la maza tendrán los elementos, características y dimensiones que se refieren en la norma NLT-159 para la fabricación de probetas tipo Marshall.

**2.5 Malla de plástico**, tipo de mosquitera de unos 2 mm de luz de malla, para sujeción de las probetas fabricadas en frío.

**2.6 Baño termostático**. De capacidad suficiente para alojar las probetas de ensayo y que pueda mantener la temperatura especificada constante dentro de  $\pm 1$  °C.

**2.7 Máquina de Los Angeles**. La máquina para el ensayo de desgaste de las probetas tendrá las características y dimensiones que se indican para este mecanismo en la norma NLT-149.

**2.8 Cámara termostática**. Recinto apto para alcanzar y mantener la temperatura especificada, con precisión de  $\pm 1$  °C, durante el ensayo y que pueda alojar en su interior la máquina de Los Angeles.

### **3 FABRICACION DE LAS PROBETAS**

#### **3.1 Preparación de los áridos**

**3.1.1** Se procede en primer lugar a separar en fracciones los áridos a emplear mediante su tamizado, en cantidad suficiente para fabricar una serie de un mínimo de ocho probetas, de  $1000 \pm 1$  g cada una, por cada contenido de ligante a ensayar.

**3.1.2** Las fracciones en que se separan los áridos son las siguientes:

25 mm/12,5 mm	2,5 $\mu$ m/630 $\mu$ m
12,5 mm/10 mm	630 $\mu$ m/320 $\mu$ m
10 mm/ 5 mm	320 $\mu$ m/ 80 $\mu$ m
5 mm/ 2,5 mm	polvo mineral

**3.1.3** El tamizado en seco de las fracciones superiores a 2,5 mm se considera suficiente y efectivo si después de terminado el proceso no se pierde por lavado más del 1 % de la cantidad retenida en cada tamiz. En caso contrario, se procede al lavado de cada fracción en su tamiz correspondiente y a su posterior secado en estufa a la temperatura de  $110 \pm 5$  °C hasta masa constante.

**3.1.4** Las fracciones inferiores a 2,5 mm se lavan por los tamices correspondientes y posteriormente se secan en estufa a la temperatura de  $110 \pm 5$  °C hasta masa constante.

**3.1.5** Con los áridos separados en fracciones se procede a dosificarlos ponderalmente, para componer la granulometría de la fórmula de trabajo.

**3.1.6** En un recipiente de tara conocida pesan sucesivamente las cantidades de cada una de las fracciones de tal modo que la cantidad total de árido sea de  $1000 \pm 1$  g.

## **3.2 Preparación de las probetas**

### **A. Mezclas en caliente**

#### **3.2.1 Elaboración de la mezcla**

**3.2.1.1** Se coloca a continuación el recipiente con los áridos preparados según el apartado 3.1 en una estufa o placa de calefacción y se calienta el conjunto a una temperatura que sea, como máximo,  $25^\circ\text{C}$  superior a la especificada para la mezcla, NLT-159.

**3.2.1.2** La cantidad de ligante necesaria para la fabricación de las probetas se coloca en un cazo pequeño y se calienta en estufa a la temperatura prescrita de mezclado. El ligante no debe de estar más de 1 hora a esta temperatura. El material sobrante se desecha.

**3.2.1.3** A continuación se vierten los áridos en el recipiente para el mezclado y se efectúa una mezcla ligera en seco de los mismos, se forma un cráter en su centro y se añade por pesada la cantidad exacta de ligante calculada para la mezcla.

**3.2.1.4** Manteniendo la temperatura de los materiales dentro de los límites especificados para su mezcla, se inicia el proceso de mezclado, y se continúa hasta que la mezcla quede homogéneamente cubierta por el ligante.

#### **3.2.2 Compactación de las probetas**

**3.2.2.1** La compactación de las probetas se realiza empleando los elementos y el procedimiento de compactación descritos en la norma NLT-159.

**3.2.2.2** El número de golpes a aplicar con la maza es de 50 por cara.

**3.2.2.3** La temperatura de la mezcla, inmediatamente antes de la compactación, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos, de acuerdo con la NLT-159.

**3.2.2.4** Una vez compactada la probeta, se espera un tiempo mínimo de 2 horas antes de extraerla del molde.

### **B. Mezclas en frío**

#### **3.2.3 Elaboración de la mezcla**

**3.2.3.1** Se vierten los áridos, preparados según el apartado 3.1, en el recipiente para el mezclado, y se efectúa una mezcla ligera de los mismos.

**3.2.3.2** A continuación, y sólo cuando sea necesaria su aportación, se añade por pesada la cantidad exacta de agua de preenvuelta y se efectúa el mezclado hasta su homogénea distribución.

**3.2.3.3** En seguida se añade por pesada la cantidad exacta de emulsión y se continúa el proceso de mezclado hasta que la mezcla quede homogéneamente cubierta.

#### **3.2.4 Compactación de las probetas**

**3.2.4.1** La compactación de las probetas se realiza empleando los elementos y el procedimiento de compactación descritos en la norma NLT-159.

**3.2.4.2** La compactación se realiza a temperatura ambiente después de realizada la envuelta.

**3.2.4.3** El número de golpes a aplicar con la maza es de 50 por cara.

**3.2.4.4** Tras la compactación se desliza la probeta dentro del molde, empleando para ello un gato hidráulico, hasta enrasarla con su borde.

**3.2.4.5** A continuación se coloca el molde sobre una bandeja apoyándolo sobre su base enrasada.

**3.2.4.6** La bandeja deberá tener su fondo perforado y revestido de una fina malla tipo mosquitera que permita la libre circulación del aire.

#### **3.2.5 Curado de las probetas**

**3.2.5.1** Se introduce la bandeja con las probetas dentro del molde en una estufa de secado a la temperatura de  $45 \pm 2^\circ\text{C}$ , con ventilación forzada.

**3.2.5.2** Transcurridas 48 horas se saca la bandeja, se dejan enfriar las probetas durante un tiempo mínimo de 2 horas, y a continuación se procede a desmoldarlas siguiendo la norma NLT-159.

**3.2.5.3** Cada una de las probetas se envuelve lateralmente con una tira sujetadora de plástico, tipo mosquitera de 2 mm de luz de malla, que se fija a la probeta con dos gomas elásticas.

**3.2.5.4** A continuación se vuelven a colocar de nuevo las probetas sobre la bandeja, apoyadas sobre su base, y se introduce el conjunto en la estufa para

el curado de aquéllas a  $45 \pm 2$  °C durante 120 horas.

**3.2.5.5** El tiempo empleado en desmoldar las probetas, ponerles la malla sujetadora e introducirlas de nuevo en estufa no deberá superar las 4 horas.

#### 4 DENSIDAD Y ANALISIS DE HUECOS

**4.1** La densidad de las probetas se puede determinar tan pronto como se hayan enfriado a temperatura ambiente las probetas fabricadas en caliente, y cuando se haya terminado el proceso de curado de las probetas fabricadas en frío.

**4.2** La determinación de las densidades y de los porcentajes de huecos se realizará de acuerdo con lo especificado en la norma NLT-168.

#### 5 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

**5.1** Las series de probetas fabricadas (y curadas si es el caso) se dividen aleatoriamente en dos grupos numéricamente iguales.

**5.2** Se determina la masa de cada probeta con aproximación de 0,1 g y se anota como  $p_1$ .

**5.3** Uno de los dos grupos de probetas se coloca en la estufa o en un recinto regulado a  $25 \pm 1$  °C, durante al menos 24 horas.

**5.4** El otro grupo de probetas se sumerge durante 24 horas en un baño de agua regulado a la temperatura que proceda según lo que sigue:

Mezclas fabricadas en caliente:  $60 \pm 1$  °C  
Mezclas fabricadas en frío:  $45 \pm 1$  °C

Seguidamente se sacan las probetas del baño y se mantienen en un recinto o estufa regulada a  $25 \pm 1$  °C durante otras 24 horas, con ventilación forzada.

Se determina la masa de cada probeta con aproximación de 0,1 g y se anota como  $p_c$ . La diferencia, si la hubiese, entre  $p_c$  y  $p_1$ , representa la masa de agua retenida por la probeta después del período de secado a 25 °C. Esta diferencia se tendrá en cuenta en el cálculo del resultado, apartado 6.1, restándola de  $p_2$ .

**5.5** Después de las acciones y períodos de tiempo que se prescriben en 5.3 y 5.4, respectivamente, se procede a determinar la pérdida por desgaste por medio del ensayo cántabro, de acuerdo con la norma

NLT-352, de cada una de las probetas de los dos grupos.

**5.6** El número de vueltas del tambor de la máquina de Los Angeles durante el ensayo será:

300 vueltas para mezclas en caliente.  
200 vueltas para mezclas en frío.

**5.7** Al final del número especificado de vueltas del tambor, se para la máquina, se saca la probeta ensayada, se determina su masa con aproximación de 0,1 g y se anota este valor como  $p_2$ .

**5.8** El ensayo se repite de igual manera, con cada una de las probetas de cada serie fabricada.

#### 6 CALCULOS Y RESULTADO

**6.1** Se calcula para cada probeta ensayada la pérdida por desgaste expresada en tanto por ciento de la masa inicial con la siguiente expresión:

$$p \% = \frac{p_1 - p_2}{p_1} \times 100$$

$p$  = valor de la pérdida por desgaste, en %.

$p_1$  = masa inicial de la probeta, en 0,1 g.

$p_2$  = masa final de la probeta, en 0,1 g.

**6.2** Se determina el valor medio de los porcentajes de las pérdidas de las probetas de cada grupo por separado, anotándose como  $P_A$  el grupo conservado al aire y  $P_S$  el grupo sumergido en agua.

**6.3** El resultado del ensayo se expresará:

$$\text{Índice de aumento de pérdidas, \%} = \frac{P_S}{P_A} \times 100$$

en donde,

$P_S$  = pérdidas ensayo cántabro grupo probetas sumergidas.

$P_A$  = pérdidas ensayo cántabro grupo probetas no sumergidas.

**6.4** El valor calculado del índice de pérdida se redondea al 1 % para expresarlo como resultado del ensayo.

**6.5** En el resultado del ensayo se incluirá la información siguiente:

- Condiciones de la inmersión.
- Valor medio de la densidad de cada grupo de probetas.
- Pérdida al ensayo cántabro de cada grupo.

- Índice de aumento de pérdida.
- Tiempo que han permanecido las probetas en la cámara a la temperatura de ensayo.

## **7 CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS**

Esta norma de ensayo se ha redactado teniendo como fundamento los trabajos e ideas desarrollados en la Cátedra de Caminos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Cataluña (1991).

## **8 NORMAS PARA CONSULTA**

UNE 7.050 «Tamices de ensayo».

NLT-159 «Resistencia a la deformación plástica de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall».

NLT-149 «Resistencia al desgaste de los áridos por medio de la máquina Los Angeles».

NLT-352 «Caracterización de las mezclas bituminosas abiertas por medio del ensayo cántabro de pérdida por desgaste».

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

---