

## Método de ensayo para clasificar las lechadas bituminosas por medida del par de torsión, en el cohesiómetro, en función del tiempo de curado

### 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

1.1 Esta norma describe el procedimiento que debe seguirse para clasificar las lechadas bituminosas de acuerdo con la evolución de la consistencia de las mismas y en función del tiempo de curado necesario para que presenten una determinada cohesión.

1.2 En el ensayo se miden los pares de torsión generados durante el desarrollo de las fuerzas de cohesión en la muestra, con los que se definen el tiempo de curado y el tiempo de apertura al tráfico a partir de un par de torsión determinado y del tiempo transcurrido, desde la fabricación de la lechada, necesario para alcanzar el par establecido.

1.3 El método tiene aplicación en el estudio de las lechadas bituminosas utilizadas en construcción de carreteras.

### 2 APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

2.1 **Cohesiómetro.** Aparato diseñado tanto para su utilización en laboratorio como en campo. Esencialmente constará de: un cilindro neumático de presión cuyo pistón tendrá en su parte inferior un pie o contera de goma dura de 25,4 mm de diámetro. El recorrido del pistón estará comprendido entre 35 y 40 mm. En la parte superior del cilindro neumático se podrá acoplar el torsiómetro o mecanismo utilizado para medir el par de torsión. El torsiómetro será adecuado para medir esfuerzos entre 0 y 3,5 N.m (0-35 kg·cm). La presión vertical para ejercer sobre la muestra de la lechada bituminosa se obtendrá mediante una fuente de aire a presión, o un compresor portátil, o incluso un bombín para bicicletas, de acuerdo con las disponibilidades. El cohesiómetro dispondrá del sistema de toma de aire de presión y conducción del mismo al cilindro neumático, con las llaves de control adecuadas y un manómetro intercalado en el circuito, que pueda medir y suministrar presiones de 0 a 1.100 kPa (de 0 a 11 kg/cm<sup>2</sup>). El bastidor de ensamblaje y presentación del conjunto

del aparato, permitirá realizar medidas en el laboratorio o en obra sobre la capa de lechada extendida, realizando cambios sencillos en la disposición de aquél (Figuras 1 y 2).

2.2 **Moldes metálicos.** Para fabricar y contener las probetas de la lechada bituminosa. Los moldes serán anulares y de dimensiones: 65,5 ± 0,5 mm de diámetro exterior; 60,0 ± 0,5 mm de diámetro interior; altura de 6,0 ± 0,5 mm ó 10,0 ± 0,5 mm según el tamaño máximo del árido en la lechada para ensayar.

2.3 **Pie o contera de goma.** De forma cilíndrica con diámetro de 25,4 ± 0,5 mm en la cara de contacto con la muestra de lechada y con dureza entre 50 a 70 grados (durómetro).

2.4 **Papel de lija** (para el calibrado). Pliegos de papel de lija del n.º 100 y del n.º 200 (carburo de silicio).

2.5 **Arena silícea** (para el calibrado). Natural, retenida entre los tamices UNE 1 mm y UNE 500 µm.

2.6 **Fieltro bituminoso**, u otro material no absorbente, en lámina cuadrangular, para utilizar como fondo y apoyo de los moldes de las probetas de lechada bituminosa. La superficie de los fieltros necesaria para el ensayo es de unos 100 cm<sup>2</sup>.

### 3 PROCEDIMIENTO

3.1 Se prepara la mezcla de lechada bituminosa para ensayar por el procedimiento que se haya especificado para la misma.

3.2 Inmediatamente se transfiere la lechada a un número suficiente de moldes de la altura adecuada al tamaño del árido utilizado en la fabricación de la lechada (Nota 1). Los moldes se colocan sobre la lámina cuadrangular de fieltro bituminoso que actúa como fondo del molde durante la fabricación de las probetas. Se presta atención y cuidado para con-

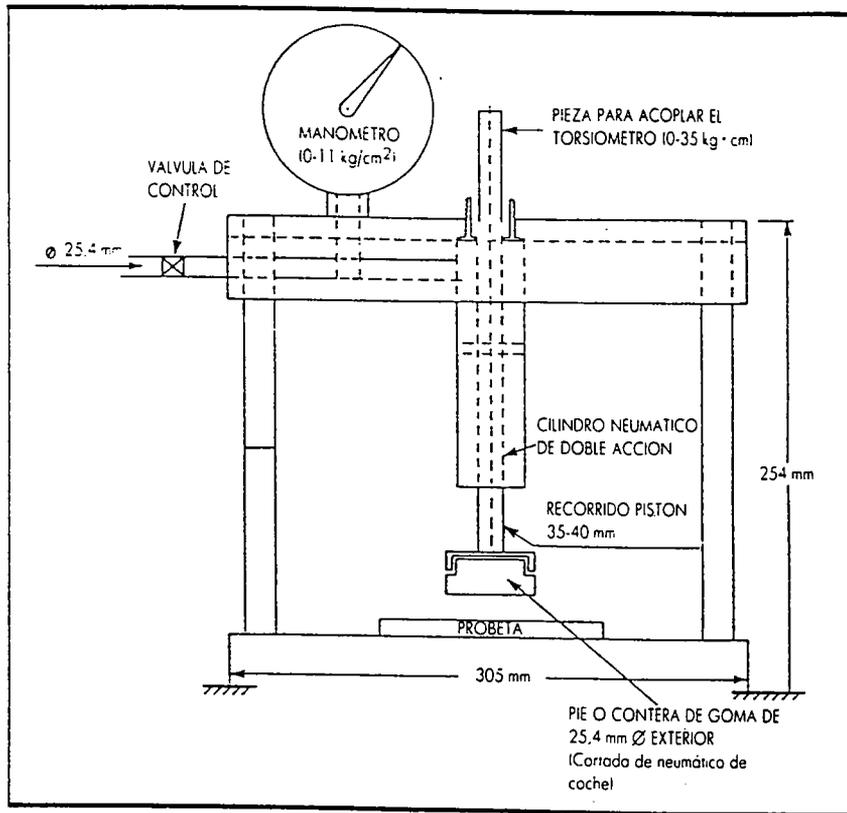


FIGURA 1. Cohesiómetro de ensayo (vista frontal).

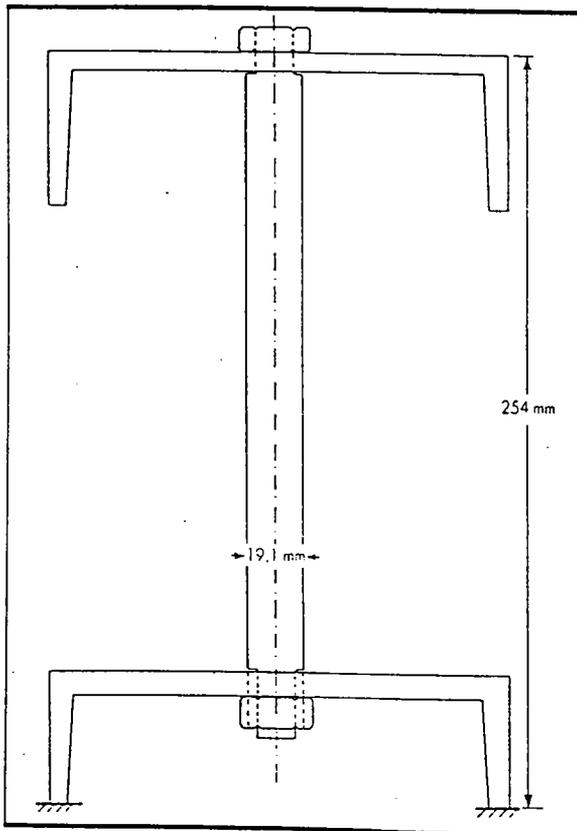


FIGURA 2. Cohesiómetro de ensayo (vista lateral).

seguir probetas uniformes y con superficies horizontales y paralelas.

**Nota 1.** Los moldes de 10 mm de altura están indicados para áridos con tamaño máximo hasta 8 mm; los de 6 mm de altura para áridos de 5 mm de tamaño máximo. Si el tamaño máximo del árido es mayor de 8 mm, se emplearán moldes con la altura proporcionada a dicho tamaño.

3.3 Se deja reposar la lechada dentro de los moldes hasta que aquella rompa.

3.4 Una vez haya roto la lechada bituminosa, se sitúa el molde con la probeta de ensayo debajo del pie de goma del pistón de carga y se centra respecto a éste.

3.5 Se aplica la carga a través del pistón neumático con una presión de  $\sim 200$  kPa ( $\sim 2$  kg/cm<sup>2</sup>) que se considera como equivalente a la ejercida por un automóvil de tipo medio. Se descende el pistón hasta que el pie de goma haga contacto con la superficie de la muestra. Este descenso se debe hacer a una velocidad comprendida entre 8 a 10 cm/s. Después de 5 a 6 segundos de compresión se pone el torsiómetro a cero y se coloca en la parte superior del cilindro de compresión neumático. Se gira el torsiómetro de forma suave, pero firmemente, en un movimiento horizontal hasta unos 90° a 120° de arco, en un tiempo comprendido entre 0,7 y 1,0 se-

gundos. Se realizan medidas del par de torsión, efectuadas de la forma descrita, en intervalos de tiempo adecuados, como p. ej., 30, 60, 150, 210 y 270 minutos, después del enmoldado, sobre una serie de probetas de la lechada intentandas idénticas.

3.6 Las medidas se efectúan en los tiempos especificados o hasta que el valor obtenido más alto del par se repita, permaneciendo constante en la siguiente medición.

3.7 El tiempo necesario para alcanzar una torsión máxima constante, o hasta que el pie de goma, en su deslizamiento sobre la superficie de la probeta, no desplace o arranque ninguna partícula del árido de la muestra, se define en esta norma como **tiempo de curado** de la emulsión.

#### 4 ACONDICIONAMIENTO Y CALIBRACION DEL EQUIPO

4.1 Se acondiciona el pie de goma realizando una serie de medidas del par sobre papel de lija de grano tipo 200, hasta que una tanda de 10 lecturas consecutivas permanezca constante dentro de un campo de variación de  $\pm 0,3 \text{ kg} \cdot \text{cm}$ .

4.2. Después de efectuado el «pulimento» o acondicionamiento del pie de goma con el papel de lija tipo 200, se efectúa una medición con el papel de lija tipo 100 y otra sobre la arena silícea natural, 1 mm-0,5 mm contenida en el molde de 10 mm de altura. Se anotan estos valores como datos de calibración (Figura 3).

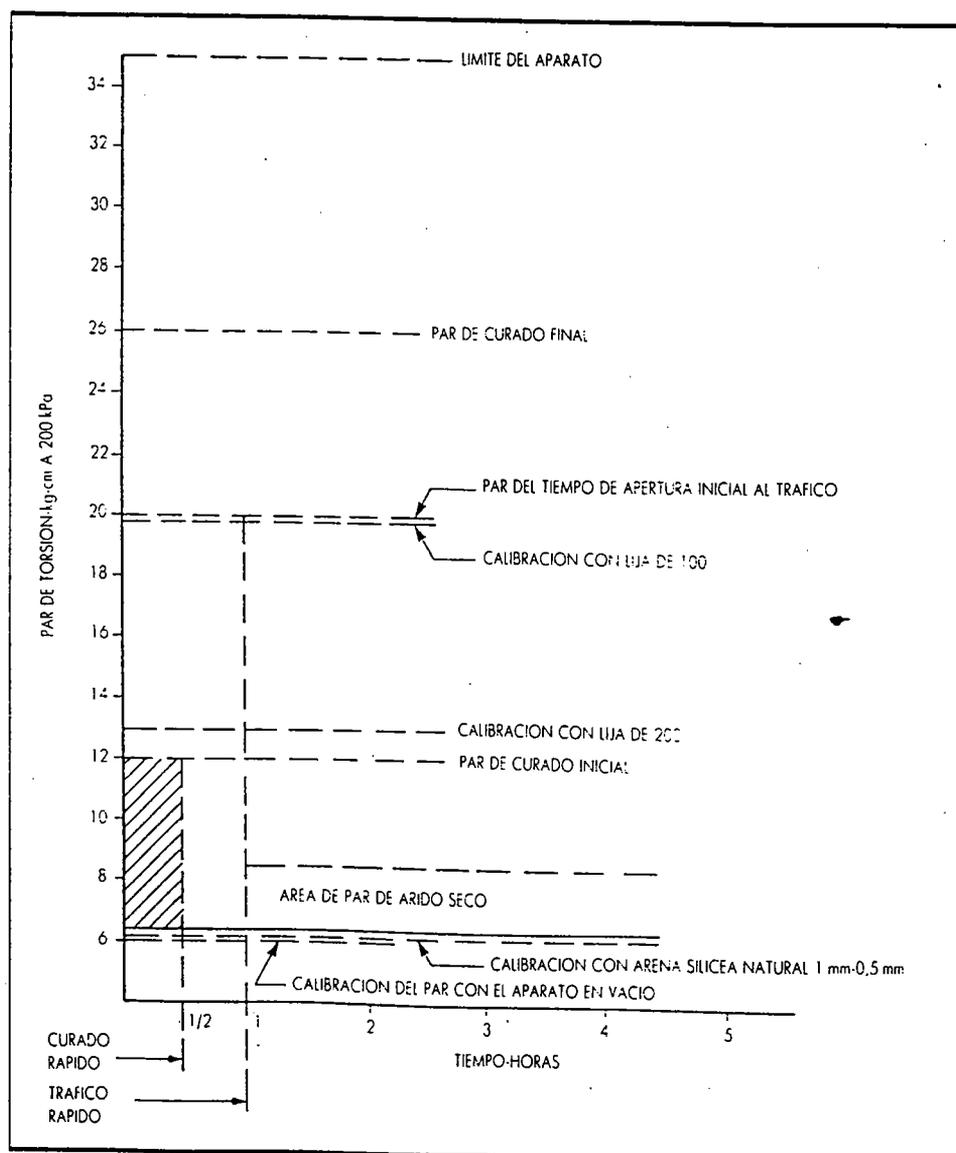


FIGURA 3. Niveles del par de torsión en el cohesímetro modificado.

## 5 RESULTADOS

5.1 Los valores del par de torsión medidos en los tiempos establecidos de 30, 60, 90 min... hasta obtener el valor máximo constante se llevan a un gráfico en el que las abscisas representan el tiempo en minutos y las ordenadas los pares de torsión, respectivos, en kg·cm. Se dibuja la curva suave que una los diferentes puntos.

Esta curva es característica de la lechada bituminosa en estudio y proporciona información relativa a la evolución de la cohesión de la lechada, lo que a su vez permite definir tiempos de apertura al tráfico. De esta forma se puede establecer una clasificación de la(s) lechada(s) de acuerdo con las siguientes definiciones y criterios.

5.1.1 **Tiempo de rotura.** Es el tiempo transcurrido desde la fabricación de la lechada hasta que ésta no puede ser remezclada homogéneamente; no se pueden producir desplazamientos laterales al presionar suavemente la muestra con el dedo; no man-

cha un papel de filtro colocado y presionado ligeramente sobre la superficie de la lechada; o, cuando la emulsión ha roto y ésta no puede diluirse o arrastrarse al añadir agua a la lechada.

**La rotura de una lechada bituminosa ocurre cuando el par de torsión alcanza el valor de 12 kg·cm medidos en el cohesiómetro.**

5.1.2 **Tiempo de apertura al tráfico.** Es el tiempo que ha de transcurrir desde que se extiende la lechada bituminosa hasta que se puede permitir el tráfico de vehículos sobre ella sin causar desperfectos en la misma. Este tiempo queda definido por el valor de 20 kg·cm en el torsiómetro.

5.1.3 **Lechada de curado rápido.** Se define como aquella lechada que alcanza 12-13 kg·cm en el par de torsión dentro de los primeros 30 minutos.

5.1.4 **Lechada de apertura rápida al tráfico.** Se define como la lechada que alcanza 20-21 kg·cm en el torsiómetro dentro de los primeros 60 minutos.

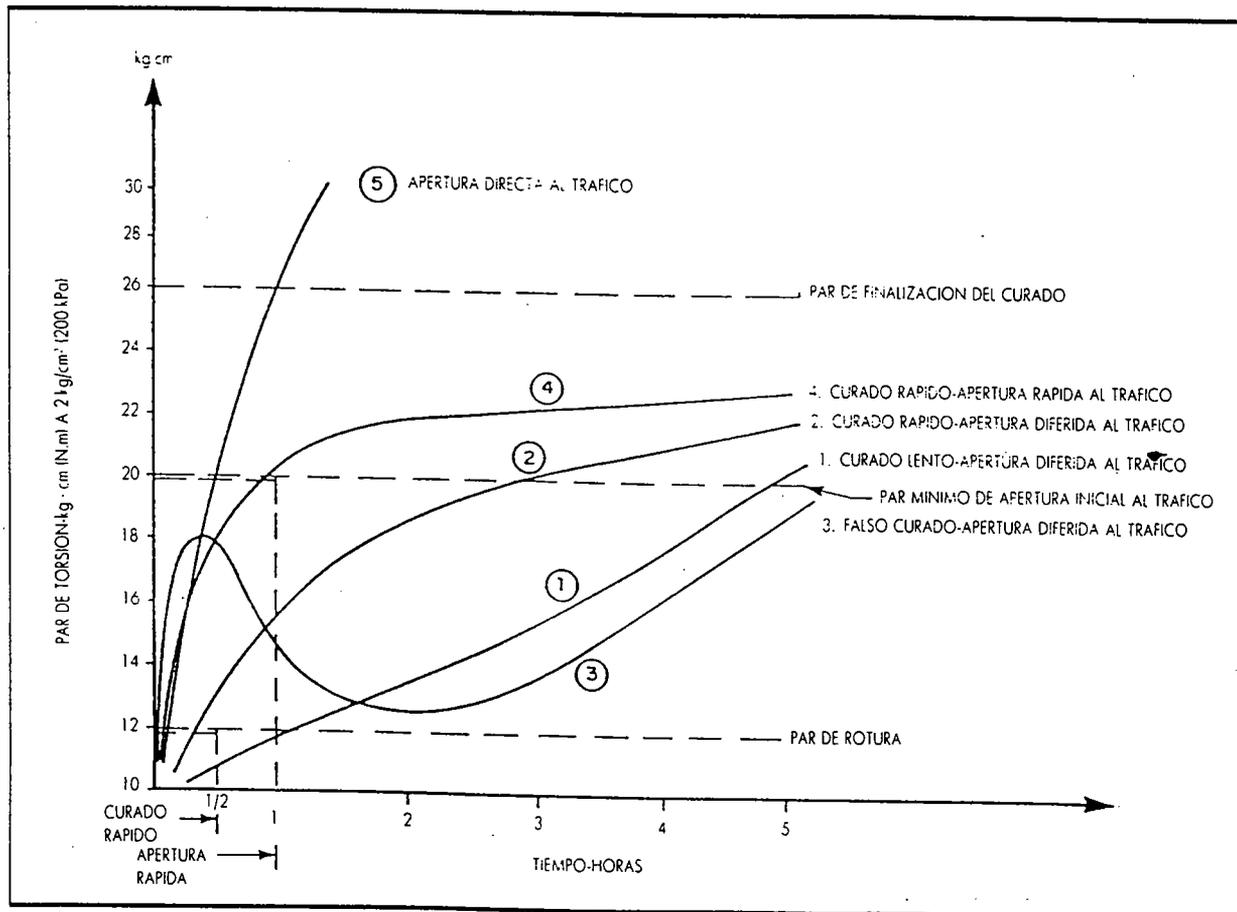


FIGURA 4. Clasificación de las lechadas bituminosas en función del par de torsión y del tiempo de curado.

## 6 CLASIFICACION DE LAS LECHADAS BITUMINOSAS EN FUNCION DEL TIEMPO DE CURADO Y DEL PAR DE TORSION RESPECTIVO

6.1 De acuerdo con los valores obtenidos del par de torsión en el cohesiómetro en función del tiempo de curado, figura 4, las lechadas bituminosas se pueden clasificar en cinco categorías:

1. Curado lento-Apertura diferida al tráfico.
2. Curado rápido-Apertura diferida al tráfico.
3. Falso curado-Apertura diferida al tráfico.
4. Curado rápido-Apertura rápida al tráfico.
5. Apertura directa al tráfico.

**Nota.** El método de clasificación no está suficientemente verificado en la práctica. La experiencia se ha realizado solamente con áridos de

tamaños comprendidos entre 0/5 mm y 0/8 mm. En rigor, sólo se ha considerado la cohesión como fundamento en la clasificación, sin tener en cuenta otras características importantes como la pegajosidad de la superficie de la lechada puesta en obra. Por otra parte, tampoco está estudiada la discutible correlación entre laboratorio y obra.

## 7 CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

ISSA, International Slurry Seal Association. Technical bulletin n.º 139. «Test Method to Classify Emulsified Asphalt Aggregate Mixture Systems by Modified Cohesion Tester Measurement of Set and Cure Characteristics» 1982.

ASTM D 3910-84 «Standard Practices for Design, Testing, and Construction of Slurry Seal» (apartado 6.3).