

Pulimento acelerado de los áridos

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

1.1 Esta norma describe el procedimiento que debe seguirse en el laboratorio para ensayar la susceptibilidad al pulimento de los áridos, mediante la máquina de pulimento acelerado, valorando esta susceptibilidad por medio del Coeficiente de Pulimento Acelerado (CPA), determinado con ayuda del péndulo de fricción (ver apartado 2.7).

1.2 Este pulimento, conseguido mediante la acción de las ruedas de goma maciza de la máquina y los abrasivos empleados, pretende reproducir de manera acelerada el que experimenta el árido bajo la acción del tráfico real cuando forma parte de la capa de rodadura de una carretera. Este ensayo incluye, por tanto, dos procesos:

a) Probetas de árido se someten a un pulimento acelerado en la máquina de pulimento.

b) El grado de pulimento conseguido para cada muestra, se mide mediante el ensayo de fricción con el péndulo del TRRL (NLT-175) y se expresa como coeficiente de pulimento del árido, determinado en el laboratorio.

2 APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

2.1 **Máquina de pulimento acelerado.** La máquina para el ensayo de pulimento de los áridos, representada en la figura 1, deberá montarse bien nivelada sobre una bancada rígida, de piedra o de hormigón. Esta máquina tendrá las características que se indican a continuación:

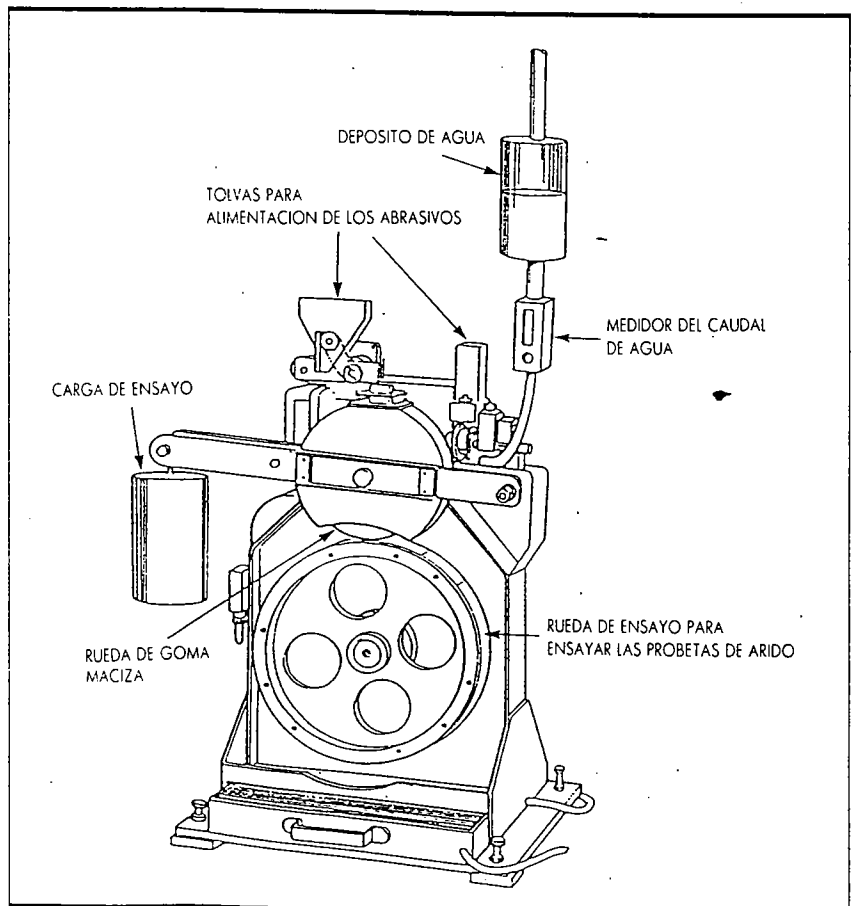


FIGURA 1. Máquina de pulimento acelerado.

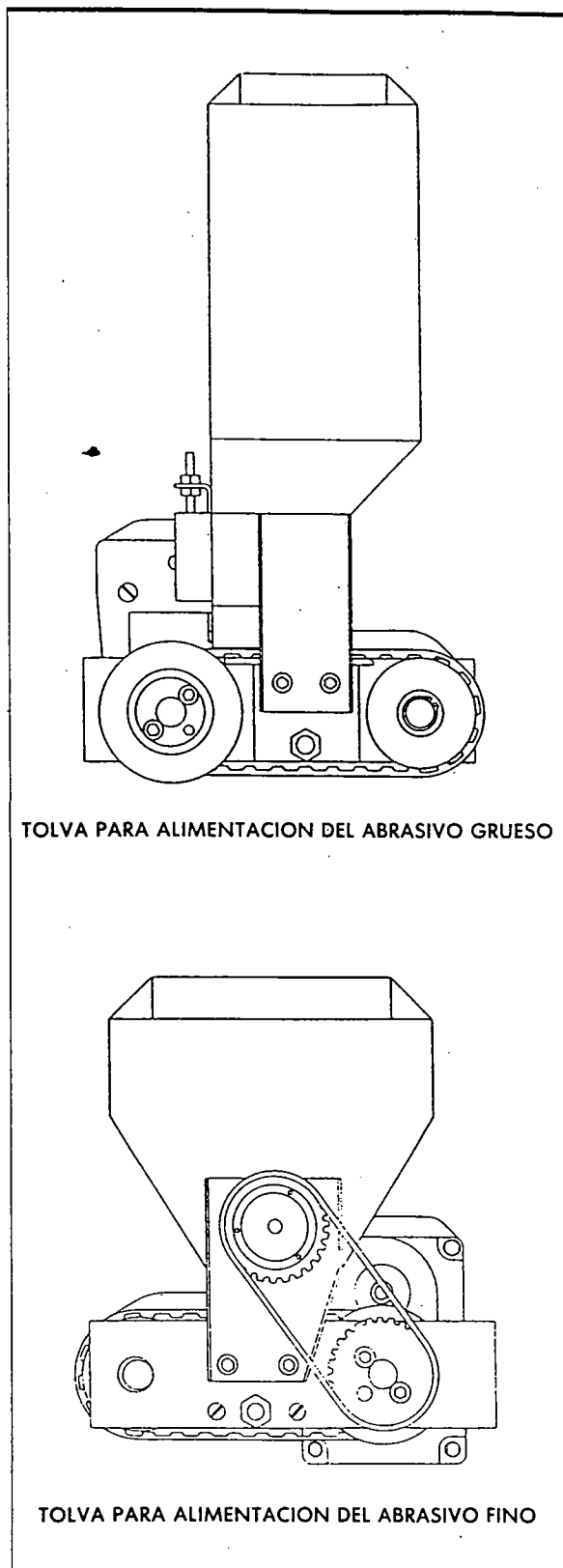


FIGURA 2. Mecanismos para la alimentación de los abrasivos durante el ensayo.

2.1.1 Un mecanismo denominado «rueda de ensayo», sobre cuya periferia lisa y plana se podrán fijar 14 probetas como las que se describen en el apartado 3.4, con el fin de componer una superficie continua de rodadura (ver apartado 3.6) formada por las partículas de árido de cada probeta, de 45 mm de anchura y 406 mm de diámetro.

2.1.2 Un sistema para hacer girar la rueda de ensayo alrededor de su eje a una velocidad de 33 a 34 rad/s (320 ± 5 rpm).

2.1.3 Dos ruedas de goma maciza, de 200 mm de diámetro y con una periferia lisa de 38 mm de ancho, montadas sobre llantas de dos diferentes colores. Las ruedas están formadas por una banda de goma y su soporte, que encaja en la correspondiente llanta metálica, en la que va dispuesto el buje para poder alojar este conjunto en su eje (Figura 1). Las ruedas de goma maciza pueden obtenerse del fabricante de la máquina de pulimento.

La rueda con llanta de metal de color oscuro se empleará en el ciclo de pulimento con abrasivo grueso. La otra rueda, con llanta de metal color claro, se utilizará en el ciclo de pulimento con abrasivo fino.

2.1.4 Un mecanismo formado por un brazo de palanca alineado con la rueda de ensayo, que lleva en su parte central una de las ruedas de goma maciza alojada en un eje paralelo al de la rueda de ensayo, y en su extremo una pesa. Este dispositivo permite que la superficie de las ruedas de goma maciza apoyen sobre las probetas de la rueda de ensayo con una fuerza total de 725 ± 10 N. Estas ruedas tienen la posibilidad de girar libremente sobre sus propios ejes, y girarán en un mismo plano.

2.1.5 Ambas ruedas deberán girar libremente sin holgura en sus cojinetes y ejes. Se admitirán las tolerancias siguientes:

- 1) Los planos de rotación de las dos ruedas no diferirán, por lo que a su paralelismo se refiere, en un ángulo mayor de $5,8 \times 10^{-3}$ rad (20 minutos).
- 2) La distancia entre los planos de simetría verticales de ambas ruedas, no será mayor de 0,8 mm.

2.1.6 Mecanismos para la alimentación de los abrasivos.

2.1.6.1 Mecanismo de alimentación (Figura 2), para el abrasivo grueso, especificado en 2.4.1, para utilizar con la rueda de llanta color oscuro. Esta alimentación se producirá de tal modo, que el abrasivo grueso y el agua sean vertidos continua y uniformemente sobre la superficie de contacto entre la rueda de goma maciza y las probetas.

La tolva de este mecanismo va unida a un dispositivo eléctrico que arrastra la correa sinfín de que está provista, en la que cae el abrasivo grueso, antes de descargarlo a la rampa de alimentación. La posición de trabajo de la tolva debe ser tal, que su parte inferior quede muy próxima a la cinta, sin impedir su movimiento. Definida esta posición, se fija por medio de dos tornillos. La regulación de alimentación se consigue en estas condiciones, variando la abertura de la compuerta que está situada en la parte inferior de la tolva.

2.1.6.2 Mecanismo de alimentación (Figura 2), para el abrasivo fino, especificado en 2.4.2, para utilizar con la rueda de llanta color claro. Esta alimentación se efectuará de tal modo, que el abrasivo fino y el agua sean vertidos continua y uniformemente sobre la superficie de la rueda de goma maciza y las probetas, respectivamente.

La tolva de este mecanismo va unida a un dispositivo eléctrico, que arrastra la correa sinfín mediante la cual se transporta el abrasivo hasta la zona de alimentación. La posición de trabajo de la tolva, para conseguir la dosificación correcta de alimentación del abrasivo fino, se obtiene fijándola a la altura adecuada con respecto a la cinta, mediante los correspondientes tornillos. Para facilitar la caída del abrasivo fino, el interior de la tolva lleva dispuesto un eje de púas metálicas, movido por una cadena exterior.

2.1.6.3 Dispositivo para la alimentación del agua durante el ensayo, con la dosificación especificada en 3.7 y 3.8. Consiste en un recipiente cilíndrico transparente con boca ancha, provisto de tapa sifónica, que va situado en un soporte superior y a una cierta altura, respecto al punto de entrada del agua en la zona de alimentación sobre la rueda de ensayo. El agua, desde el depósito, desemboca en un compartimento solidario con la rampa de caída del abrasivo grueso.

Entre los puntos de entrada y salida del recipiente del agua, va intercalado un caudalímetro, para regular su alimentación (Figura 1).

2.1.7 Mecanismo para suspender el brazo de palanca donde va colocada la pesa y evitar que la rueda con banda de goma maciza esté sometida a carga.

2.2 Moldes para la preparación de las probetas. Moldes metálicos mecanizados del tipo que se indica en la figura 3, que consistirán en segmentos circulares de la rueda de ensayo con dimensiones de 90,6 mm de longitud, 44,5 mm de ancho y 13,0 mm de altura, para utilizar en la fabricación de las probetas.

2.3 Tamices de ensayo. Tamices según UNE 7050, de 10 mm, 630 μm , 500 μm , 400 μm , 355 μm , 315 μm , 200 μm , 160 μm y 50 μm .

Un tamiz especial para eliminar lajas en la fracción de árido a ensayar (ver NLT-354). Proporciona buenos resultados, emplear un tamiz de barras de 6,3 mm de luz.

2.4 Materiales abrasivos.

2.4.1 Abrasivo grueso: Arena silícea cuya granulometría esté comprendida entre el tamiz UNE 630 μm y quede retenida en el tamiz UNE 315 μm (Nota 1).

Nota 1. Se podrá usar esmeril granular siempre que se compruebe que se obtienen resultados equivalentes a los conseguidos con la arena silícea. Arena silícea para abrasivo grueso puede adquirirse en la empresa «Silices Madrid», como «Arena Silícea Chinchilla 0,7»¹.

2.4.2 Abrasivo fino: Polvo de esmeril (Nota 2) obtenido por lavado con agua o separado por corriente de aire, que pase en su totalidad por el tamiz UNE 50 μm .

Nota 2. El abrasivo fino o polvo de esmeril, puede solicitarse del proveedor de la máquina de pulimento.

2.5 Materiales para la fabricación de las probetas de ensayo con mortero de cemento. Se necesitan los siguientes materiales y utensilios:

- a) Arena silícea dura y limpia, con granulometría que sea inferior al tamiz UNE 200 μm .
- b) Cemento del tipo I/45 A.
- c) Arena fina silícea limpia, para rellenar de los intersticios entre las partículas del árido que forman cada probeta, cuya totalidad pase por el tamiz UNE 160 μm .
- d) Alambre de acero ordinario para armar las probetas, de aproximadamente 1,2 mm de diámetro. También pueden servir los clips tamaño grande de oficina, enderezados y cortados a una longitud de 75 mm aproximadamente.
- e) Frasco de plástico pulverizador de agua, con capacidad de 500 ml.
- f) Espátula triangular, de 400 mm ancho palá, con mango de madera.
- g) Espátula tipo cuchillo de hoja flexible y mango de madera, de 18 mm ancho hoja por 120 mm longitud.
- h) Cepillos: uno de cerdas duras y otro de pelo fino.
- i) Bandeja metálica cadmiada, de 40 x 20 x 5 cm (largo, ancho, alto).
- j) Pinzas de puntas rectas o curvas.
- k) Enrasador metálico de borde recto.

¹ Empresa «Silices Madrid», Camino Hormigueras, n.º 170. Nave 1. Teléfono 777 68 33. Polígono Industrial de Vallecas. Madrid.

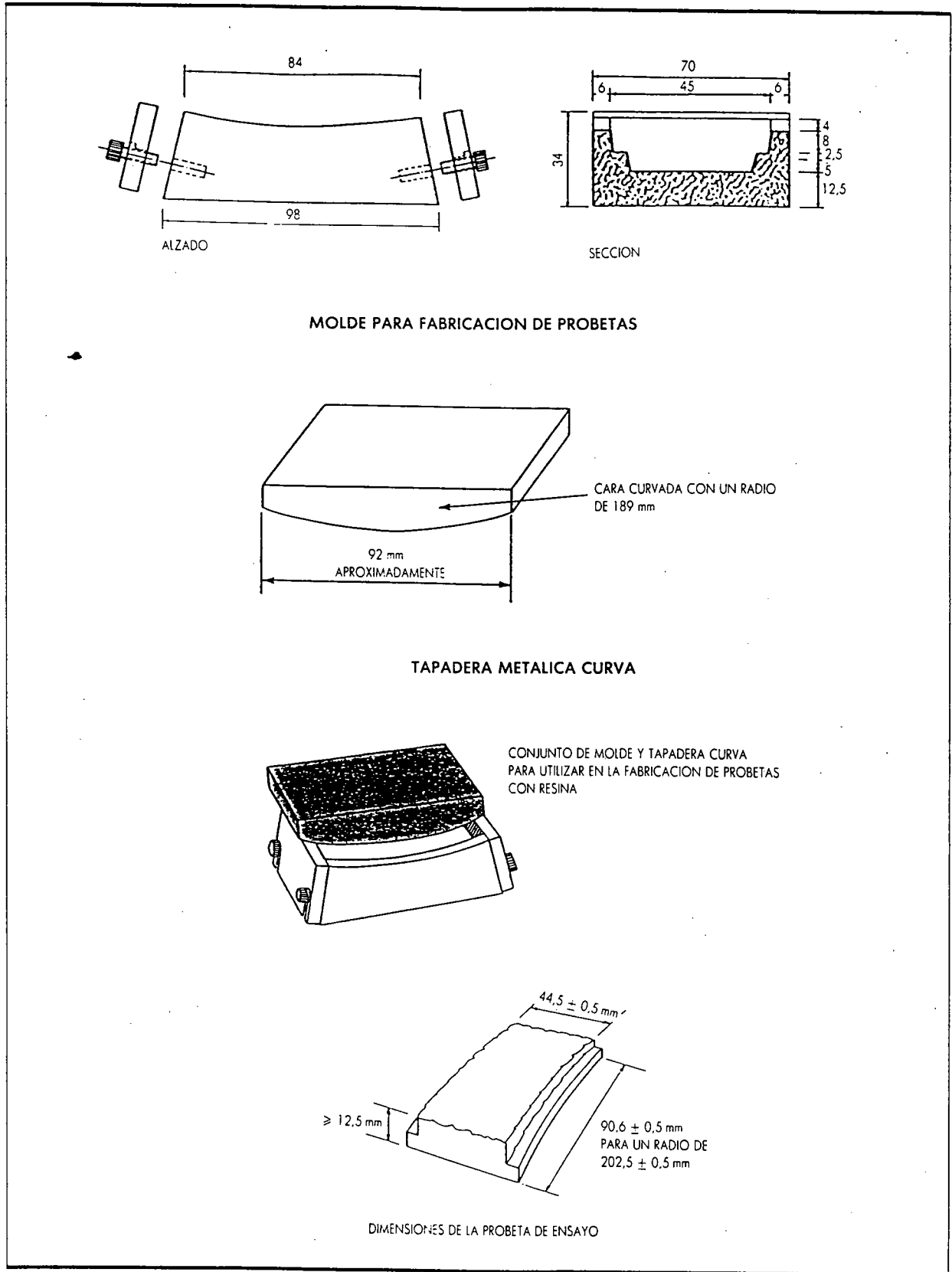


FIGURA 3. Molde para la fabricación de probetas y tapadera curva.

2.6 Materiales para la fabricación de las probetas de ensayo con mortero de resina. Se necesitan los siguientes materiales y utensilios:

- a) Agente desmoldante (puede servir un líquido abrillantador para coches).
- b) Disolvente para limpieza o una mezcla de 90 % de acetona y 10 % de queroseno (en volumen).
- c) Resina de tipo poliéster y endurecedor.
- d) Vasos de papel o de propileno, de un solo uso, para realizar la mezcla de la resina y el endurecedor.
- e) Hojas de plástico flexible y transparente, hechas de materiales como acetato o polietileno.
- f) Dos cubiertas metálicas rígidas (Figura 3) que tengan, cada una de ellas, una cara plana, y la otra curvada con un radio de 189 mm, para que pueda ajustarse al molde de fabricación de las probetas, y que sean un poco mayores que el mismo.
- g) Dos cepillos de pelo fino y de unos 3 mm de diámetro, aproximadamente.
- h) Un cepillo de cerdas duras, de unos 80 a 100 mm de longitud.
- i) Una espátula tipo triángulo, con mango de madera, de 20 mm de ancho pala y 220 mm de longitud total.

j) Una espátula tipo cuchillo de hoja flexible y mango de madera, de 18 mm de ancho hoja y 120 mm de longitud.

k) Pinzas de puntas rectas o curvas.

l) Enrasador metálico de borde recto.

2.7 Péndulo de fricción. El aparato utilizado para efectuar la medida del pulimento a que son sometidos los áridos en el laboratorio será el péndulo de fricción inglés (Skid Resistance Tester) (Figura 4), cuyas características estarán de acuerdo con las especificaciones dadas por la norma NLT-175². Este aparato se corresponde exactamente con el diseñado por el TRRL. El péndulo deberá ser calibrado una vez al año³.

2.7.1 Una escala auxiliar graduada en unidades F (F = medida del coeficiente de fricción sobre probetas) (Figura 4) será utilizada en las medidas de fricción sobre la superficie curva de las probetas de ensayo y en una longitud de deslizamiento de 76 mm.

² Prevista la revisión de la norma NLT-175.

³ Para la calibración y contrastación del péndulo puede consultarse la siguiente documentación:

«BS 812.1989. Part 5.2.2. Calibration of the tester».

«TRRL. Supplementary Report 99».

«ASTM E 303-83. ANNEX A1. CALIBRATION».

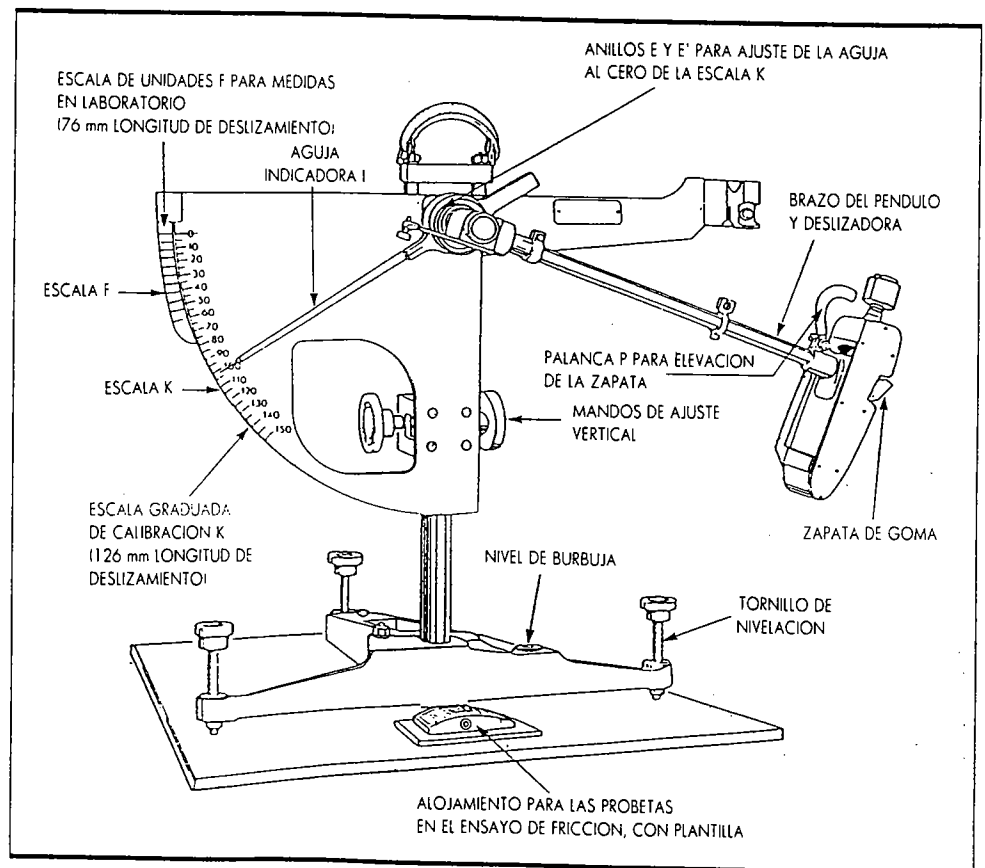


FIGURA 4. Péndulo de fricción.

2.8 Dispositivos y material para efectuar las medidas sobre probetas con el péndulo de fricción.

2.8.1. Zapatas de goma. Las zapatas de goma para emplear en la medida del grado de pulimento de los áridos (Figura 5a), serán de $31,75 \pm 0,50$ mm de longitud, $25,4 \pm 1,0$ mm de ancho y $6,35 \pm 0,50$ mm de espesor. Esta zapata va pegada a una base rígida, de aluminio, que dispone de un casquillo central para alojarse en el pivote que en su extremo inferior lleva el brazo oscilante del péndulo. La masa del conjunto, zapata de goma y base de aluminio, será de 20 ± 5 g. Las características de la goma para las zapatas cumplirá las especificaciones fijadas en la tabla 1. Sus aristas de trabajo presentarán bordes rectos y bien definidos; la goma no presentará contaminación por aceites, abrasivos, etc.

El conjunto de zapata y soporte va montado en el extremo del brazo del péndulo, de modo que el borde que fricciona está aproximadamente a unos 510 mm del eje de suspensión y, asimismo, de forma que cuando el brazo oscilante se encuentra en el punto más bajo de su oscilación, con el borde posterior de la zapata en contacto con la superficie para ensayar, el plano de la zapata con la horizontal origina un ángulo de aproximadamente 26° . En esta posición, la zapata puede moverse alrededor del eje o pivote, sin obstrucción, para seguir las irregularidades de la superficie con la oscilación del péndulo.

2.8.2 En el proceso de medidas con el péndulo, la zapata estará presionada mediante un muelle contra la superficie de ensayo. La fuerza estática sobre ella es de $22,2 \pm 0,5$ N en su posición media; la variación en la fuerza estática sobre la zapata no es mayor de 0,2 N por milímetro de deflexión de la misma.

Durante la medida del pulimento en probetas ensayadas, se origina en la arista de la zapata un desgaste o rebaba (Figura 5b), que aumenta la adherencia entre zapata y probeta, obteniéndose por ello

valores superiores a los normales en las medidas de fricción. Cuando la arista de la zapata presenta una zona rozada superior a los 2,5 mm (Figura 5c), excluido su proceso de acondicionamiento, debe cambiarse de arista de rozamiento de la zapata, o bien desecharse la propia zapata si han sido empleadas ambas aristas de medida.

Las zapatas se almacenarán en la oscuridad y a una temperatura de $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$.

2.8.3 Dispositivo para medir el CPA de las probetas. Un dispositivo (Figuras 4 y 6) para sujetar la probeta curva rigidamente, una vez desmontada de la rueda de ensayo, con su dimensión mayor en el sentido del plano de deslizamiento del péndulo, y centrada respecto de la zapata de goma y del eje de suspensión de aquél. En la zona curva del lateral exterior del portaprobetas deberá estar marcada la longitud de deslizamiento (76 mm).

2.8.4 Material auxiliar. Cepillo para limpieza de las probetas, frasco lavador, bandejas, etc.

3 PREPARACION DE LOS MATERIALES Y MECANISMOS DE ENSAYO

3.1 Toma de muestras. La toma de muestra del árido utilizada en el laboratorio para el ensayo se efectuará según indica la norma NLT-148.

3.2 Preparación del árido para ensayo. Reducir por cuarteos sucesivos la muestra de laboratorio, hasta obtener una porción de árido para el ensayo. El árido para ensayar deberá ser gravilla limpia de polvo por lavado y desecada en estufa a una temperatura entre 105°C a 110°C . La porción de árido para emplear en el ensayo, se tamizará de forma que todas las partículas pasen por el tamiz UNE 10 mm y sean retenidas por el tamiz especial de barras de 6,3 mm para separación de lajas, que se indica en el apartado 2.3. La cantidad mínima de árido obtenido deberá ser de 2 kg.

Característica	Temperatura en $^\circ\text{C}$				
	0	10	20	30	40
Resiliencia % *	43 a 49	58 a 65	66 a 73	71 a 77	74 a 79
Dureza (IRHD)**	55 ± 5	55 ± 5	55 ± 5	55 ± 5	55 ± 5

* Ensayo de resiliencia, según la UNE 53-604.

** Grados Internacionales de Dureza para gomas, según la UNE 53-549.

TABLA 1. Especificaciones de las zapatas de goma.

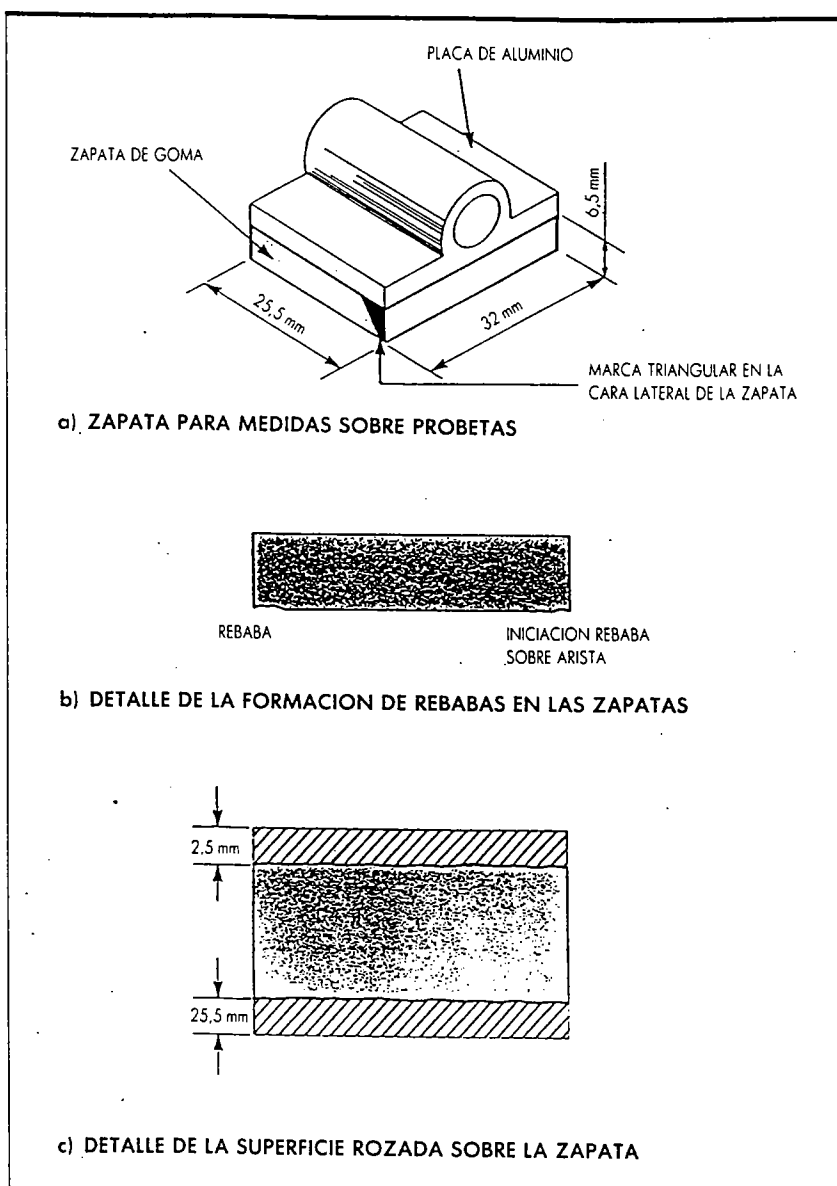


FIGURA 5. Zapatas de goma.

Nota 3. La textura superficial de las partículas que han de someterse a la acción del pulido de la rueda de goma maciza, debe ser representativa de la textura superficial media del árido a ensayar. En casi todas las muestras pueden aparecer unas pocas partículas de árido que presenten una textura superficial muy lisa o muy rugosa; estas partículas no deben utilizarse en la preparación de las probetas de ensayo.

3.3 Preparación del árido para «Control CPA» del ensayo. El árido para fabricar probetas de «Control CPA», que deberá ser empleado en el ensayo con la máquina de pulimento, corresponderá a una roca Andesita procedente de la cantera de «Tordelloso», cuyas probetas sometidas a la abrasión en un ensayo real, deberán tener un CPA de $0.55 \pm 0,04$.

La toma de muestras y la preparación del árido para

probetas de «Control CPA» del ensayo se efectuarán en las mismas condiciones que indican los apartados 3.1 y 3.2.

Las series necesarias de probetas para fabricar con árido Andesita de «Control CPA» se diferenciarán en tres grupos, identificándose cada uno de éstos en la siguiente forma:

a) Probetas «Control CPA 1», sin ensayar, para utilizar bien como probetas de «Control» en cada «rueda de ensayo», bien para Acondicionamiento de las «ruedas de goma maciza» nuevas (ver apartados 3.4, 3.5 y 3.6).

b) Probetas «Control CPA 2» para el Acondicionamiento de las «zapatas» de goma nuevas, antes de

ser empleadas en medidas de fricción con el péndulo (ver apartado 3.9).

c) Probetas «Control CPA 3» para la «Comprobación de Zapata Acondicionada», que permita verificar si su coeficiente de fricción se mantiene entre 0,51 y 0,59 (ver apartado 3.10).

Nota 4. La roca Andesita procedente de la cantera Tordellosa podrá obtenerse de los suministradores de la propia cantera. La cantera está situada en el término municipal de Atienza, entre los pueblos de Tordellosa y Alpedroche, de la provincia de Guadalajara, propiedad de la Empresa «Herfusa»^{*}.

3.4 Fabricación de las probetas. Operando en la forma que se describe preparar cuatro (4) probetas de cada muestra del árido para ensayar, y otras cuatro (4) probetas del árido de «Control CPA 1». Cada probeta constará de entre 35 a 50 partículas del árido preparado como se indica en los apartados 3.1 y 3.2.

Se comenzará la fabricación de las probetas situando cuidadosamente, en el fondo del molde, las partículas seleccionadas del árido formando una sola capa, de manera que cubran el área del molde de $90,6 \times 44,5$ mm (largo \times ancho). Las partículas de piedra se colocarán una a una lo más próximas posible, de forma que escogiendo la cara más adecuada la superficie para pulimentar sea lo más plana posible, no debiendo presentar en ningún caso aristas cortantes respecto a la superficie de la rueda de goma maciza. Una vez completado el fondo del molde con la capa de partículas del árido, así dispuestas, se rellenarán los intersticios que queden entre las partículas con arena fina, que pase por el tamiz UNE 160 μ m, hasta un tercio del espesor de las partículas, para que el mortero de agarre a utilizar no fluya a la superficie. Para una correcta fijación de las partículas, el molde se rellenará con un mortero de cemento o de resina. (Ver en Anexo el proceso de preparación de estos morteros).

Las probetas fabricadas tendrán un espesor uniforme (Figura 3), que no será inferior a 12,5 mm. La superficie de las probetas está curvada, según el arco de un círculo de 406 mm a lo largo de su dimensión mayor. La superficie de cada probeta será plana en la dirección de su dimensión más corta.

Toda probeta que presente aflorando en su superficie mortero de cemento, o mortero de resina, o partículas de árido movidas, deberá ser rechazada. Las probetas, tanto con mortero de cemento como con mortero de resina, deberán presentar una rigidez adecuada.

^{*} Empresa «Herfusa». Camino de Aranzueque, n.º 6. Teléf.: (949) 29 02 73 y 29 01 34. Horche (Guadalajara).

3.5 Acondicionamiento de las ruedas de goma maciza.

3.5.1 Cuando se trate de ruedas de goma maciza nuevas, antes de ser utilizadas en un ensayo, se efectuará una prueba preliminar utilizando el abrasivo apropiado como en un ensayo real, actuando sobre dos (2) probetas del árido de «Control CPA 1» y sobre doce (12) probetas de relleno.

Es fundamental, en la preparación de las ruedas de goma maciza nuevas, utilizar la rueda de goma apropiada con cada abrasivo, según se prescribe en 3.7 y 3.8.

Probetas que han sido utilizadas en anteriores ensayos pueden emplearse como probetas de relleno en el proceso de ensayo preliminar para el acondicionamiento de estas ruedas nuevas de goma maciza.

3.5.2 Una rueda nueva de goma maciza se considerará acondicionada y preparada para su empleo en un ensayo normal de pulimento acelerado (ver apartado 4) cuando, después del pulimento, las probetas de «Control CPA 1» sometidas al ensayo de fricción (ver apartado 5) den un valor medio comprendido entre 0,51 y 0,59. Si este resultado medio de fricción es mayor de 0,59, deberán efectuarse más ensayos de prueba utilizando nuevas probetas del árido de «Control CPA 1». Si el resultado medio de fricción fuera inferior a 0,51 o si continuaban obteniéndose valores altos, será necesario efectuar las correcciones que se consideren necesarias tanto de los materiales, como del proceso de ensayo, para asegurarse de que el valor medio de fricción dado por las siguientes dos (2) probetas del árido de «Control CPA 1» esté dentro del intervalo permitido de 0,51 a 0,59. Resultados bajos al principio del uso de una rueda de goma maciza después de adoncionada, pueden indicar excesivo pulimento debido a un desalineamiento de las ruedas, o a la necesidad de recalibrar el péndulo de fricción.

Nota 5. Es necesario reemplazar periódicamente las ruedas de goma maciza, bien debido a un excesivo desgaste de la goma o porque el valor del árido de «Control CPA», medido en el ensayo de fricción, resulte inferior a 0,51. Si es necesario sustituir cualquiera de las gomas macizas de las ruedas de llanta metálica, se efectuará a continuación su acondicionamiento, antes de su empleo.

Por lo general, dependiendo de la naturaleza de los áridos, la experiencia recomienda reemplazar una rueda de goma maciza después de unos 40 ensayos, principalmente para la rueda con llanta metálica color oscuro, empleada con el abrasivo grueso.

3.6 Preparación de la rueda de ensayo. Las probetas ya fabricadas, desmoldadas y curadas, como se indica en el apartado 3.4 y en el Anexo, se montarán y sujetarán firmemente en la periferia de la rueda de ensayo, ayudándose de las dos gomas tipo tóricas.

De las cuatro (4) probetas de árido para ensayar por cada muestra, se elegirán al azar dos (2) parejas. Cada pareja formará parte de una de las dos ruedas de ensayo de las que consta el ensayo. De esta forma, cada rueda de ensayo incluirá siete (7) parejas de probetas que representarán a otras tantas muestras, una de las cuales corresponderá en todos los casos a la del árido de «Control CPA 1».

Si el número de muestras de ensayo fuese inferior a seis, se completan las dos ruedas de ensayo con probetas de relleno.

Las probetas deberán marcarse en uno de los costados, de forma que pueda ser comprobada la dirección de rotación de las mismas después del ensayo de pulimento.

Las catorce (14) probetas para ensayar en cada rueda de ensayo se numerarán del siguiente modo:

Dos probetas de la 1. ^a muestra marcadas	1 y 2
Dos probetas de la 2. ^a muestra marcadas	3 y 4
Dos probetas de la 3. ^a muestra marcadas	5 y 6
Dos probetas de la 4. ^a muestra marcadas	7 y 8
Dos probetas de la 5. ^a muestra marcadas	9 y 10
Dos probetas de la 5. ^a muestra marcadas	11 y 12
Dos probetas del árido de «Control CPA 1» marcadas	13 y 14

La disposición de las 14 probetas en cada rueda de ensayo se hará de acuerdo con el siguiente orden:

13, 9, 3, 7, 5, 1, 11, 14, 10, 4, 8, 6, 2, 12

Nota 6. El orden de disposición de las probetas en la rueda de ensayo ha sido obtenido a partir de una tabla estadística de números aleatorios.

Dispuestas las probetas en la forma establecida constituyendo la rueda de ensayo, la superficie exterior de ésta formará una banda continua de partículas con una periferia de 406 mm de diámetro, sobre la que la rueda de goma maciza rodará libremente, sin sacudidas ni deslizamientos. Cualquier posible hueco entre las probetas se rellenará con una pieza adecuada, que asegure una continuidad superficial entre las probetas.

3.7 Alimentación de abrasivo grueso y del agua. La alimentación del abrasivo grueso especificado en el apartado 2.4.1, mediante el mecanismo descrito en 2.1.6.1, se efectuará de modo continuo a razón de 27 ± 7 g/min junto con el agua, cayendo sobre la rueda de ensayo durante un período de tiempo de 3 horas \pm 1 minuto.

La velocidad de alimentación del agua será la necesaria para arrastrar el abrasivo grueso hasta caer sobre la rueda de ensayo; esta velocidad es aproximadamente la misma que la del abrasivo grueso.

3.8 Alimentación de abrasivo fino y del agua. La alimentación del abrasivo fino especificado en

2.4.2, mediante el mecanismo descrito en 2.1.6.2, se efectuará de modo continuo a razón de 3 ± 1 g/min junto con el agua, cayendo sobre la rueda de ensayo durante un período de tiempo de 3 horas \pm 1 minuto.

La velocidad de alimentación del agua será doble que el caudal del abrasivo fino, aproximadamente.

3.9 Acondicionamiento de las zapatas de goma. Para efectuar un correcto acondicionamiento de las aristas de las zapatas de goma, que han de ser empleadas posteriormente en medidas de fricción con el péndulo, deberá procederse de la siguiente manera:

a) Debe disponerse de probetas fabricadas con áridos de la cantera Tordelloso, pulimentadas y medidas igual que en un ensayo real, cuyo valor de fricción esté comprendido entre 0,51 y 0,59. Identificarlas como probetas «control CPA 2» para «Acondicionamiento Zapatas», anotar sus valores de CPA, secarlas al aire y almacenarlas en un recipiente cerrado para su posterior utilización.

b) Antes de utilizar una nueva zapata deberá ser acondicionada cada una de sus aristas, haciéndola pasar cinco (5) veces sobre la superficie seca de una probeta de las indicadas en a), y otras veinte (20) veces sobre su superficie mojada.

c) El efecto del desgaste superficial de la probeta de «Acondicionamiento Zapatas» («CPA 2») debido a su repetida utilización, proporciona valores cada vez menores. Si el valor medio de las tres últimas lecturas es inferior a 0,50, deberá desecharse y tomar una nueva probeta del almacenamiento de las citadas en el apartado a).

d) En las caras laterales de las dos aristas acondicionadas de cada zapata podrá marcarse una zona triangular (Figura 5a), con pintura blanca o amarilla, para apreciar visualmente con mayor facilidad los puntos de contacto inicial y final del recorrido a medir (ver apartado 5.1.4), fijado con ayuda de las marcas grabadas en el portaprobetas (ver apartado 2.8.3).

Deberá rechazarse siempre cualquier zapata que presente excesivas rebabas.

3.10 Probetas para «Comprobación de Zapata Acondicionada». Antes de proceder a las medidas de fricción del conjunto de probetas pulimentadas en cada rueda de ensayo, se deberá comprobar el estado de las zapatas ya acondicionadas.

Esta comprobación debe realizarse empleando probetas fabricadas con árido de la cantera Tordelloso, sometidas a los dos ciclos de pulimento de un ensayo real, que serán identificadas como probetas de «control CPA 3», para «Comprobación de Zapata Acondicionada». Estas probetas deberán presentar

un coeficiente de fricción entre 0,51 y 0,59, y se almacenarán separadamente de las que se citan en 3.4, 3.5, 3.9 y 3.10.

Cuando un valor de contrastación con probetas «CPA 3» para «Comprobación de Zapata Acondicionada» resulte ser 2 centésimas inferior (o 1 superior) al último valor registrado para esta probeta, debe suspenderse el ensayo y rectificar cualquier fallo debido al péndulo, a la zapata, o a la propia probeta. Si persistiera este error y fuese debido a la zapata utilizada, se rechazará la misma. Se recomienda tener disponible más de una zapata, para poder diferenciar rápidamente si el fallo es achacable a la zapata o al péndulo.

4 PROCEDIMIENTO OPERATORIO

4.1 Pulimento acelerado de las probetas. El recinto en que se efectúe el ensayo de pulimento acelerado tendrá una temperatura de $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. El pulimento acelerado de las probetas de árido consta de dos ciclos de abrasión como se describen a continuación:

4.1.1 Ciclo de pulimento con abrasivo grueso y agua. La rueda de ensayo con las probetas de ensayo fijadas en su periferia, como se indica en 3.6, se acopla al eje de la máquina de pulimento en su posición normal de trabajo. A continuación la rueda de ensayo se pone en marcha, girando a unos 33 a 34 rad/s (320 ± 5 rpm), y en este momento, la rueda de goma maciza con llanta metálica de color oscuro se apoya haciendo actuar la pesa sobre la superficie de las probetas con una fuerza total de 725 ± 10 N. Seguidamente se hace funcionar el mecanismo de alimentación del abrasivo grueso, abriéndose ahora la llave del depósito del agua de forma que el caudal de alimentación para ambos esté regulado como se fija en el apartado 3.7, manteniéndose este ciclo de pulimento durante un período de 3 horas ± 1 min.

Se interrumpe el proceso de ensayo después de $1\text{ h} \pm 5\text{ min}$ y después de $2\text{ h} \pm 5\text{ min}$, para eliminar cualquier exceso del abrasivo grueso acumulado en la zona de la tolva de alimentación, en la rampa y en el resto del mecanismo (Nota 7). Al terminar las 3 horas de duración de este ciclo de pulido, se limpian totalmente la máquina y las probetas por lavado, hasta eliminar cualquier vestigio de abrasivo grueso.

Nota 7. Evitar siempre las aglomeraciones de abrasivo en la rampa de la tolva utilizando, cuando sea necesario, un cepillo adicional de agua mediante un frasco lavador.

4.1.2 Ciclo de pulimento con abrasivo fino y agua. Se acopla ahora a la máquina de pulimento la

rueda de goma maciza con llanta de color claro, y a continuación el mecanismo para alimentación del abrasivo fino. Montados ambos dispositivos en la máquina de pulimento, se vuelve a poner en marcha la rueda de ensayo a la velocidad de unos 33 a 34 rad/s (320 ± 5 rpm), apoyándose seguidamente la rueda de goma maciza de llanta color claro sobre la superficie de las probetas, aplicando la fuerza total de 725 ± 10 N. Seguidamente se pone en funcionamiento el mecanismo de alimentación del abrasivo fino y del agua, regulando su caudal de vertido como indica el apartado 3.8, y manteniéndose este ciclo de pulimento durante otras 3 horas ± 1 minuto.

Transcurrido este segundo ciclo se para la máquina, procediéndose a su limpieza y a la de las probetas, mediante lavado con agua corriente para eliminar cualquier residuo de abrasivo fino.

Con la máquina parada, evitar mantener la rueda de goma maciza bajo carga (ver apartado 2.1.7).

Nota 8. Cualquier resto de abrasivo fino existente entre las partículas del árido de las probetas, puede originar resultados más bajos en el ensayo de fricción con el péndulo. Limpiar los huecos entre las partículas de árido, restregando con un cepillo de cerdas duras.

4.2 Finalizado el segundo ciclo de pulido con el abrasivo fino, se desmontan las probetas de la rueda de ensayo y, una vez perfectamente lavadas y limpias, se sumergen con la superficie de ensayo hacia abajo, en un recipiente apropiado que contenga agua a una temperatura entre $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $22\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante un tiempo mínimo de 30 minutos.

Inmediatamente después de sacarlas del agua se efectúa con cada una de ellas el ensayo de fricción, tal como se indica en el apartado 5. No se permitirá en ningún caso que las probetas puedan secarse antes de su ensayo con el péndulo de fricción.

Nota 9. Las probetas, después de pulidas, se manejarán con cuidado, debiendo evitar el tocar con los dedos su superficie pulimentada.

Se repite completo todo el proceso de ensayo con la máquina de pulimento (ver apartados 4.1 a 4.2), utilizando una segunda rueda de ensayo formada por las parejas de probetas no incluidas en la primera rueda.

5 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO CON EL PENDULO DE FRICCIÓN

5.1 Medida del pulimento. Para efectuar la medida del pulimento alcanzada por las probetas de árido en el proceso de ensayo, se utiliza el péndulo de fricción (ver apartado 2.7), y se opera siguiendo las instrucciones especificadas a continuación:

5.1.1 Se mantiene el péndulo y las zapatas en un recinto de trabajo en el que la temperatura esté con-

trolada a $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, por lo menos 2 horas antes del comienzo del ensayo y durante el proceso del mismo.

5.1.2 El péndulo se sitúa sobre la superficie firme y nivelada que contiene el portaprobetas (Figuras 4 y 6), accionando seguidamente los tornillos de nivelación de forma que la columna quede en posición vertical. A continuación se eleva el eje de suspensión del péndulo hasta que el brazo oscile libremente y se ajusta el mecanismo de la aguja de manera que, cuando el brazo del péndulo y la aguja se suelten desde la posición horizontal del punto de reposo, la aguja vaya a situarse en la posición cero de la escala del aparato (ver NLT-175 y 7.6 de Observaciones). Asegurarse de que, en estas condiciones, el recorrido de la zapata sea paralelo a la longitud del borde de la probeta a través de la distancia de deslizamiento.

5.1.3 La probeta a medir se sujeta firmemente en el portaprobetas descrito en 2.8.3. Para realizar las medidas de fricción, la probeta debe situarse con su dimensión mayor según la trayectoria a recorrer por la zapata de goma y centrada respecto a ésta y al eje de suspensión del péndulo.

La probeta debe estar dispuesta de tal manera, que la zapata del péndulo la recorra en la misma dirección en que fue rodada durante el ensayo en la máquina de pulimento. Para conseguir esto, es aconsejable marcar uno de los bordes longitudinales de cada probeta; si esta marca se encuentra en el borde más alejado del operador durante el ensayo de pulido, deberá estar en el lado más próximo al operador durante la medida de fricción y viceversa.

5.1.4 Se ajusta la altura del eje de suspensión del péndulo, de forma que al pasar la zapata de goma sobre la probeta, entre en contacto con la misma en todo el ancho de la zapata y a lo largo de 76,0 mm de longitud, tan exactamente como pueda comprobarse visualmente con la ayuda de las marcas que tiene el portaprobetas.

5.1.5 En la realización de las medidas de cada conjunto de catorce probetas se utilizan dos aristas

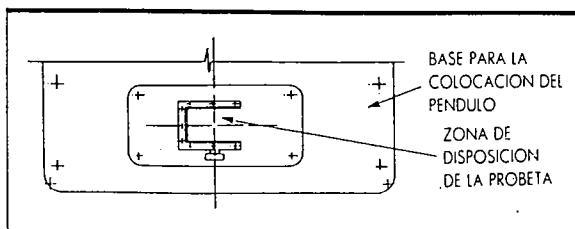


FIGURA 6. Detalle del dispositivo de fijación de las probetas desmontadas de la rueda de ensayo.

de dos zapatas diferentes, acondicionadas tal como se indica en 3.9. Con objeto de distribuir las diferencias debidas a las diferentes zapatas y para compensar los desgastes de las mismas, las probetas se ensayan con el péndulo de fricción en el siguiente orden:

1.^a zapata: Probetas 13, 1, 10, 3, 5, 12 y 8.

2.^a zapata: Probetas 7, 11, 6, 4, 9, 2 y 14.

5.1.6 Previamente a la realización de las medidas de fricción, la superficie de las probetas y la arista de la zapata se mojan con abundante agua limpia, a una temperatura de aproximadamente $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, procurando no descolocar la zapata de su posición correcta.

5.1.7 A partir de este momento se efectúa la medida de cada probeta, dejando caer desde su posición horizontal de reposo el brazo del péndulo y la aguja. Se anota la lectura señalada por la aguja en la escala «F» (Figura 4), con aproximación a la centésima.

Se repite esta operación cinco veces sobre cada probeta de idéntico material y en las mismas condiciones, volviendo a mojar con agua cada vez la superficie de ensayo y la arista de la zapata antes de cada nueva medida. En estas condiciones, se toma como valor medio el resultante de las tres últimas lecturas obtenidas de cada probeta, con aproximación de 0,01 unidades.

Nota 10. Después de cada medida, el brazo del péndulo y la aguja se volverán a situar en su posición de reposo, debiendo recogerse el brazo oscilante en su recorrido de regreso y antes de que pase por su posición vertical, evitando así el roce de la zapata sobre la superficie de la probeta y su consecuente deterioro, ayudándose para ello de la palanca de elevación de la zapata «P» (Figura 4).

6 CALCULOS Y RESULTADOS

6.1 Estimación de la validez del ensayo.

6.1.1 Se calcula el valor medio de los resultados obtenidos sobre las dos probetas de árido de «Control CPA», para cada rueda ensayada. Los resultados se registrarán con aproximación de 0,01 unidades, obteniéndose dos valores para los dos ensayos completos de la rueda de ensayo.

6.1.2 Si la diferencia entre los dos valores medios de probetas con árido de «Control CPA», para cada rueda ensayada, es mayor de 0,05, los resultados de este ensayo serán rechazados. Si el valor medio de dos probetas fabricadas con árido de «Control CPA», para cualquiera de los ensayos efectuados, no está comprendido en el intervalo de 0,51 a 0,59, los resultados de ensayo serán rechazados.

En este caso, todo el proceso de ensayo debe ser

revisado y se harán las modificaciones necesarias, hasta tener la seguridad de que se cumplen las condiciones para que el intervalo y la media de los valores que se obtengan sean satisfactorios. Una vez corregidas las posibles anomalías, se procederá a repetir el ensayo.

6.2 Cálculos del CPA de cada muestra de árido ensayada. Para obtener resultados satisfactorios en cada ensayo, el Coeficiente de Pulimento Acelerado, CPA, de cada muestra ensayada se calcula de la siguiente manera:

- Se calcula el valor medio «A» de los valores de pulido registrados de cuatro (4) probetas de cada muestra de árido (dos (2) por cada rueda ensayada), y se anota con aproximación de 0,01 unidades.
- Se calcula el valor medio «C» de los valores de pulido registrados de cuatro (4) probetas con árido de «Control CPA» (dos (2) por cada rueda ensayada), y se anota con aproximación de 0,01 unidades.
- Se calcular el CPA del árido ensayado según la siguiente ecuación:

$$\text{CPA} = A + 0,55 - C$$

Esta ecuación es válida sólo para valores de «C» comprendidos entre 0,51 y 0,59.

Nota 11. En las normas inglesas el valor del CPA se expresa con números enteros, así 0,55 (norma NLT) equivale a 55 (norma BS).

6.3 Expresión de los resultados.

6.3.1 El informe del ensayo precisará el CPA del árido, obtenido según el apartado 6.2, de acuerdo con las especificaciones de la norma NLT-174. Contendrá además la siguiente información:

- Identificación y descripción de la muestra.
- Valor medio del árido de «Control CPA».
- Valores individuales, de cada probeta, tanto para las del árido de «Control CPA», como para las del árido ensayado, reseñando claramente qué probetas corresponden a cada rueda de ensayo.

6.4 Precisión del método de ensayo.

6.4.1 Aún no se ha determinado la precisión del método de ensayo, tanto respecto a las estimaciones de la repetibilidad como de la reproducibilidad.

7 OBSERVACIONES

7.1 El paralelismo entre los planos de rotación de la rueda de ensayo y de la rueda de goma maciza puede comprobarse, de forma sencilla, por medio de una regla adecuada, apoyándola a modo de referencia en el lateral de la rueda de ensayo (ver apartado 2.1.5).

7.2. La goma de las ruedas de 200 mm de diámetro, utilizadas en cada ciclo de abrasión, estará fabricada según el código 4454 de la «Avon Tyre Ltd.» y tendrá una dureza inicial de 69 ± 3 IRHD (según UNE 53-549).

7.3 Todos los soportes, cojinetes y piezas delicadas del péndulo de fricción estarán protegidas en la medida de lo posible, para evitar su corrosión en condiciones de humedad.

7.4 Las gravillas obtenidas por machaqueo en el laboratorio, o recuperadas de mezclas bituminosas, si se utilizan para fabricar probetas de ensayo, generalmente no proporcionan resultados aceptables.

7.5 Una vez concluido todo proceso de acondicionamiento de zapatas de goma, es conveniente revisar el estado de las aristas y los valores de los coeficientes obtenidos; estos valores, si la longitud de contacto fuera correcta, deberán ser muy parecidos. Los resultados de este procedimiento pondrán de manifiesto las zapatas defectuosas, que serán eliminadas, o el incorrecto ajuste del péndulo de fricción, que deberá ser corregido.

7.6 En la comprobación del «cero» del péndulo de fricción (ver apartado 5.1.2), se repetirán los disparos de la aguja indicadora I y las correcciones con los anillos de ajuste E y E' (Figura 4), hasta que la aguja marque en veces consecutivas la lectura «cero» en la escala K.

Después de un determinado número de medidas con el péndulo de fricción (5 ó 6 probetas), es conveniente realizar una nueva comprobación del «cero» del aparato.

7.7 Cuando interese disponer de una información adicional sobre la evolución del grado de pulimento que pueda experimentar un árido, previamente a los ciclos de abrasión de las probetas se efectuará la medida inicial de resistencia al deslizamiento de las mismas, mediante el péndulo de fricción. A continuación, se realizarán medidas de resistencia al pulimento (ver apartados 5.1.6 y 5.1.7), transcurridos distintos tiempos de ensayo, generalmente cada hora, en cuyo caso la parada de la máquina, la limpieza de la rueda de ensayo y de las probetas indicadas en los apartados 4.1.1 y 4.1.2, se llevará a cabo antes de proceder a la correspondiente medida con el péndulo de fricción.

En este caso no es necesario desmontar las probetas de la rueda de ensayo, para efectuar las medidas de fricción. Se puede emplear un dispositivo (Figura 7), que permita acoplar y fijar la rueda de ensayo de la máquina de pulimento, descrita en el apartado 2.1.1, de tal forma que su eje horizontal quede alineado con el plano de desplazamiento del péndulo.

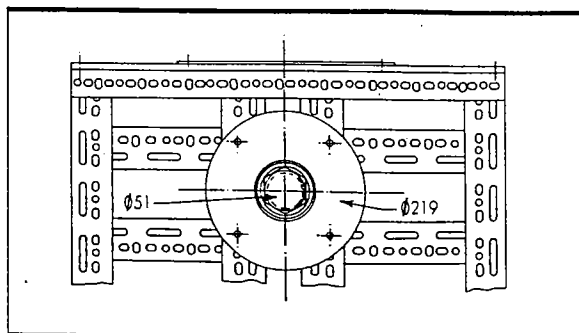


FIGURA 7. Detalle del dispositivo de fijación de la rueda de ensayo.

lo, y en su posición centrada, respecto de la zapata de goma y del eje de suspensión de aquél.

Para realizar en estas circunstancias las medidas de fricción sobre las probetas, se utiliza la plantilla metálica curva (Figura 8), que fija la tolerancia permitida en la medida de la longitud de rozamiento entre la zapata de goma y la superficie de la probeta a ensayar. La longitud de rozamiento correcta en las medidas a efectuar sobre probetas será de 76 mm. Cuando se hayan efectuado medidas con el péndulo de fricción en la forma que se ha descrito, se incluirán en el informe del ensayo los coeficientes de resistencia al pulimento obtenidos a distintos períodos de tiempo.

8. CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

BS 812: Part 114: «Testing aggregates. Method for determination of the polished-stone value». (Revisión de 1989).

9. NORMAS PARA CONSULTA

NLT-175 «Coeficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo del TRRL».

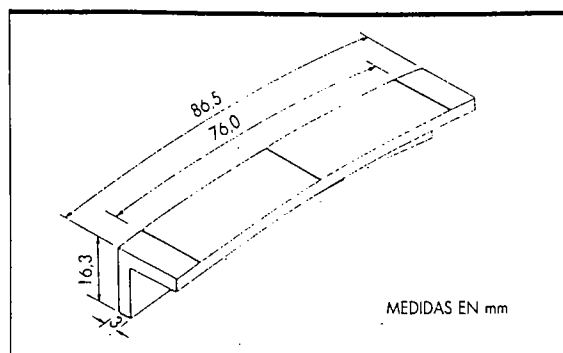


FIGURA 8. Plantilla metálica graduada para ajustar la longitud de medida sobre probetas.

BS. 2719 «Methods of use and calibration of pocket type rubber hardness meters». (Reemplazada por la BS: 903: Part A57: 1989).

UNE 7.050 «Tamices de ensayo».

UNE 53.549 «Elastómeros. Determinación de la dureza en grados internacionales».

UNE 53.604 «Elastómeros. Determinación de la resiliencia por rebote de los vulcanizados».

NLT-148 «Toma de muestras de roca, escorias, grava, arena, polvo mineral y bloques de piedra».

ASTM E303-83. «Method of Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester». «Annex. A1. Calibration».

TRRL Supplementary Report 99. Department of the Environment. «A method for producing standard surfaces to calibrate the portable skid-resistance tester», by A.J.J. Calder.

NLT-354 «Índices de lajas y agujas de los áridos para carreteras».

ASTM D 3319. «Standard Test Method for Accelerated Polishing of Aggregates Using the British Wheel».

ANEXO

Tipos de morteros para preparación de probetas

A) Preparación del mortero con cemento. El mortero se preparará mezclando arena y cemento a partes iguales (1/1), en peso, de la arena silicea especificada en el apartado 2.5.a), y del cemen-

to especificado en el apartado 2.5.b), con su correspondiente porcentaje de agua de amasado. Esta mezcla deberá quedar bien homogeneizada y con cierta consistencia plástica, al objeto de disponer de

un período de tres cuartos de hora, en el que su manejabilidad facilite la preparación de las probetas.

Como fórmula recomendable a emplear en la preparación de un mortero de buenas características, para la fabricación de una serie de cuatro probetas, puede considerarse la que figura a continuación:

Materiales	% del material	Masa del material en g
Arena silicea	50	152
Cemento I/45 A	50	152
Agua de amasado	19,5*	60

* Valor aproximado. Deben efectuarse diversas amasadas de prueba.

B) Preparación del mortero con resina. El mortero de resina, tanto si se utiliza carga mineral (arena, cemento, cenizas volantes, etc.), o como si no se emplea, se preparará mezclando en las proporciones adecuadas el endurecedor con la resina (ver apartado 2.6.c), utilizando como recipiente un vaso plastificado de un solo uso, y homogeneizando manualmente la mezcla mediante su agitación con una espátula de tipo cuchillo. Por las características de estos productos, la mezcla deberá efectuarse en un tiempo límite que permita la manejabilidad necesaria, para poder preparar la probeta antes de iniciarse el endurecimiento de la misma.

La proporción exacta de los componentes de estos morteros depende del tipo de resina utilizada. Con ciertos materiales, las proporciones de resina y de endurecedor dependerá de las características especiales de estos productos.

Se recomienda efectuar pruebas con diferentes tipos de resinas, con vistas a encontrar los productos y las proporciones más adecuadas para su empleo en la fabricación de las probetas de ensayo.

Se han estudiado dos formulaciones diferentes con resina «epoxi», identificadas como:

- a) «FETADIT CEDEX 2/C»⁵.
- b) «SIKADUR 31, Rápido»⁶.

La formulación de cada una se incluye más abajo a título informativo.

⁵ Empresa Fetasa. c/Sierra de Albarrocin, n.º 3. Teléf. 871 67 80. Arganda del Rey. 28500 Madrid.

⁶ Empresa Syka, S. A. Ctra. Fuencarral, 72. Polígono Industrial. Teléf. 662 18 18. Alcobendas. 28100 Madrid.

a) Materiales	Partes en Peso*
Resina Fetadín 55	100
Endurecedor Fetadur 63	50
Arena N.º 1 (0,1 a 0,2)	600
Relación componentes	1:4
Aspecto y resultado	Resistencia buena Manejabilidad aceptable

b) Materiales	Partes en Peso*
Sikadur 31 Adhesivo, Rápido	
Endurecedor - Componente Negro	50
Resina - Componente Blanco	150
Relación componentes	1:3
Aspecto y resultado	Color gris. Resistencia alta. Manejabilidad aceptable

* Deben efectuarse diversas amasadas de prueba.

C) Fabricación de probetas con mortero de cemento. Una vez rellenos los huecos entre las partículas del árido como se indica en el apartado 3.4 de la norma, se humedecerá la arena fina y el árido con un pulverizador. Seguidamente se colocarán longitudinalmente en el molde, sobre la capa del árido, tres alambres de los especificados en el apartado 2.5.d). En estas condiciones se rellenará el molde con un mortero de arena y cemento, del tipo que se indica en el Anexo, parte A). Una vez vertido el mortero en el molde y cubiertas totalmente las partículas de piedra y los tres alambres de refuerzo, se golpeará el molde ligeramente por sus cuatro costados con el mango de la espátula, al objeto de conseguir que el mortero cubra bien los huecos entre partículas. A continuación, con la hoja de la espátula apoyada sobre los bordes del molde se enrasará cuidadosamente su superficie.

Las probetas así preparadas se mantendrán en sus moldes durante 24 horas, en ambiente húmedo, y a la misma temperatura del proceso de curado. Al final de este período serán desmoldadas cuidadosamente. Después se curarán durante 7 días en un baño de agua a $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, manteniendo la superficie de los áridos hacia abajo, evitando el contacto de éstos con el fondo del recipiente mediante unas tiras de madera u otro material en las que se apoyarán las probetas por sus guías; el agua del

recipiente se cambiará cada día con el fin de eliminar cualquier suciedad que sobrenade en el líquido. Transcurridos estos 7 días, pueden someterse al ensayo de pulido, según el apartado 4.

Los moldes para la fabricación de probetas con mortero de cemento, previamente a la colocación en su interior de las partículas de árido, deberán ser ligeramente engrasados por sus caras interiores laterales, mediante un pincel de pelo fino (2.5.h), mojado en aceite mineral.

D) Fabricación de probetas con mortero de resina. Untar ligeramente las caras interiores del molde y los bordes superiores del mismo, con el agente desmoldante (2.6.a) adecuado, empleando un pincel de pelo fino. Una vez rellenos los huecos entre partículas con la arena fina (2.5.c), hasta aproximadamente en tercio de la altura de las partículas, se igualará ésta con un pincel de pelo fino (2.6.g). Seguidamente se verterá en el molde la mezcla del mortero de resina preparada según se indica en el Anexo, parte B), hasta rebosar sobre los bordes del molde. Esta mezcla sobrante se eliminará con una espátula, sin originar perturbaciones en la

capa de resina. El agente desmoldante que impregne la superficie de las partículas del árido puede eliminarse por lavado con agua y jabón.

Como alternativa, el material del mortero de resina puede eliminarse cubriendo el molde con una hoja de las reseñadas en 2.6.e) y presionando con la cubierta metálica 2.6.f), sobre la hoja de plástico flexible.

Cuando la resina comienza a endurecer, transcurridos de 5 a 10 minutos, el exceso de la misma se eliminará de los bordes del molde con la espátula 2.6.j). Es aconsejable, según el tipo de resina utilizada, presionar la cubierta metálica contra el dorso de la probeta, por medio de una mordaza o pesas, para evitar cualquier distorsión durante el fraguado de la mezcla. Una vez que el mortero de resina ha fraguado totalmente y se ha enfriado (de unas 4 a 5 horas después del mezclado de resina y endurecedor), se retira la probeta del molde y se elimina la arena que aparece suelta entre las partículas con el cepillo de cerda dura, 2.6.h). Transcurridos otros treinta (30) minutos más, la probeta puede ser ya sometida a la acción de pulido de los abrasivos tal como se describe en el apartado 4.