



### 3.3. Resistencia al desgaste por abrasión:

La resistencia al desgaste de las baldosas de terrazo es altísima, y el comportamiento y durabilidad se sitúa en las máximas posibilidades de los materiales pétreos:

Sobre el ejemplo anterior calculamos que habían pasado 30 millones de pisadas en el momento de tomar estas imágenes, a los 15 años de uso. **Cuando además el nivel de resistencia a la abrasión supera lo normalizado, esta resistencia actúa como un embellecedor natural del suelo.**

Evidentemente en algunos puntos de paso obligado la capa de huella llega a consumirse, en 30 años, hasta 5 mm.

Hay que considerar que estos puntos de excepcional desgaste habrán soportado del orden del doble de intensidad de paso, es decir unos 60 millones de pisadas cuando desapareció totalmente un relieve de 4 mm de resalte, al 50% de superficie. Obsérvese que en las planchas de acero de finales de escaleras mecánicas el desgaste también es muy importante, y llega a comerse el bajorrelieve de varios milímetros en unos 15 años.

**3. Resistencia al desgaste por abrasión:** El desgaste por abrasión se verificará de acuerdo con el método de ensayo descrito.



Se satisfará este requisito cuando ninguna de las cuatro probetas tenga un desgaste individual mayor que los indicados en esta tabla, según usos:



## Resistencia al desgaste por abrasión según uso recomendado

Uso recomendado	Desgaste por abrasión (Valor individual) (mm)
Uso normal	$\leq 25$
Uso intensivo	$\leq 23$
Uso industrial	$\leq 21$

Medida de la resistencia al desgaste por abrasión: Método de ensayo del disco ancho:

**3.1. Tamaño de la muestra:** Cuatro baldosas completas.

**3.2. Fundamento del método de ensayo de disco ancho:**

La resistencia a la abrasión se determina midiendo el desgaste producido en la cara vista de una probeta que se somete a rozamiento mediante un disco de acero y material abrasivo bajo condiciones normalizadas.

**3.3. Material abrasivo:** Se empleará corindón blanco de tamaño de grano 80, según **FEPA** (Federación Europea de Productores de Abrasivos) **42 F 1984**. El disco se utilizará como máximo en dos ensayos (cuatro probetas con dos huellas, si es posible, por probeta), o cada 16 huellas, lo que ocurra primero. Nunca se cambiará de abrasivo durante un ensayo.

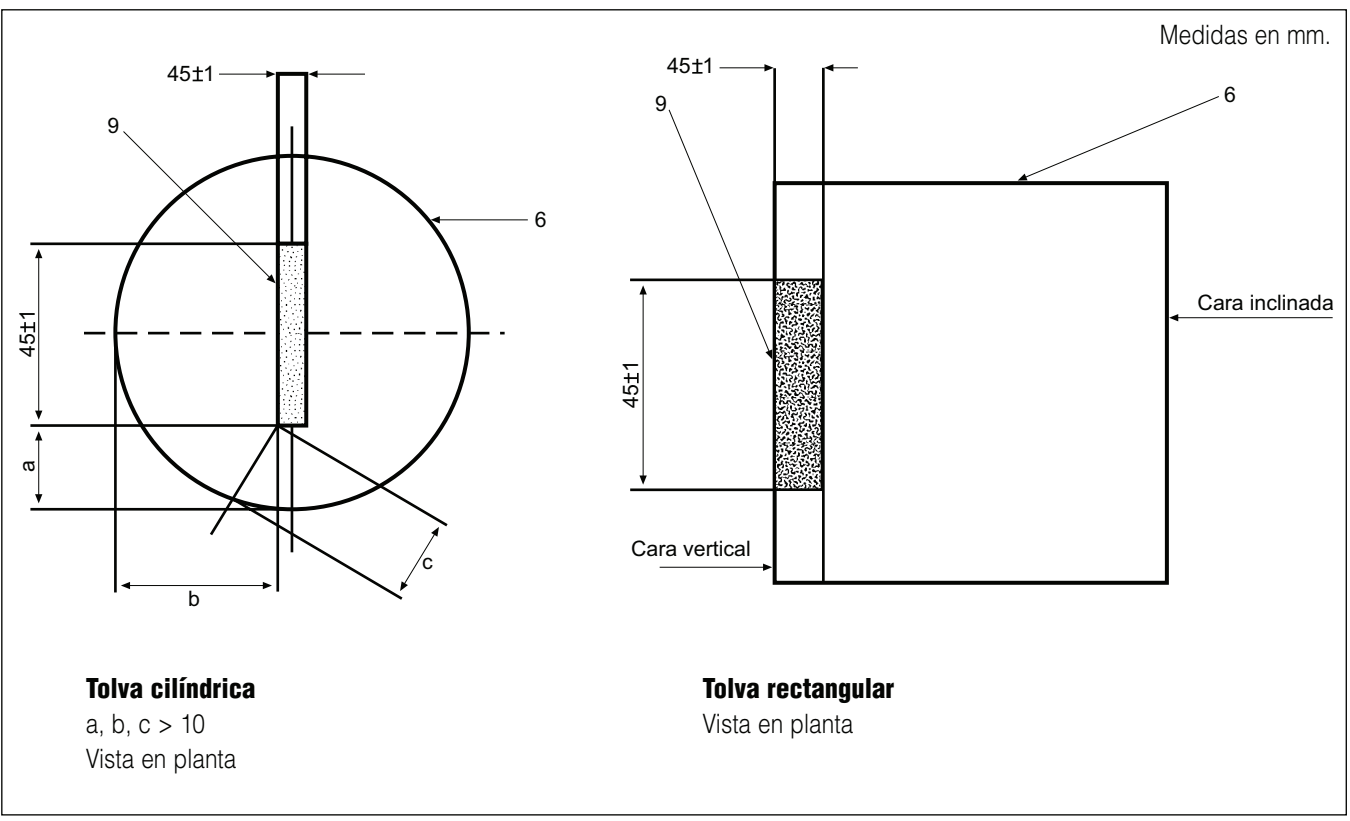
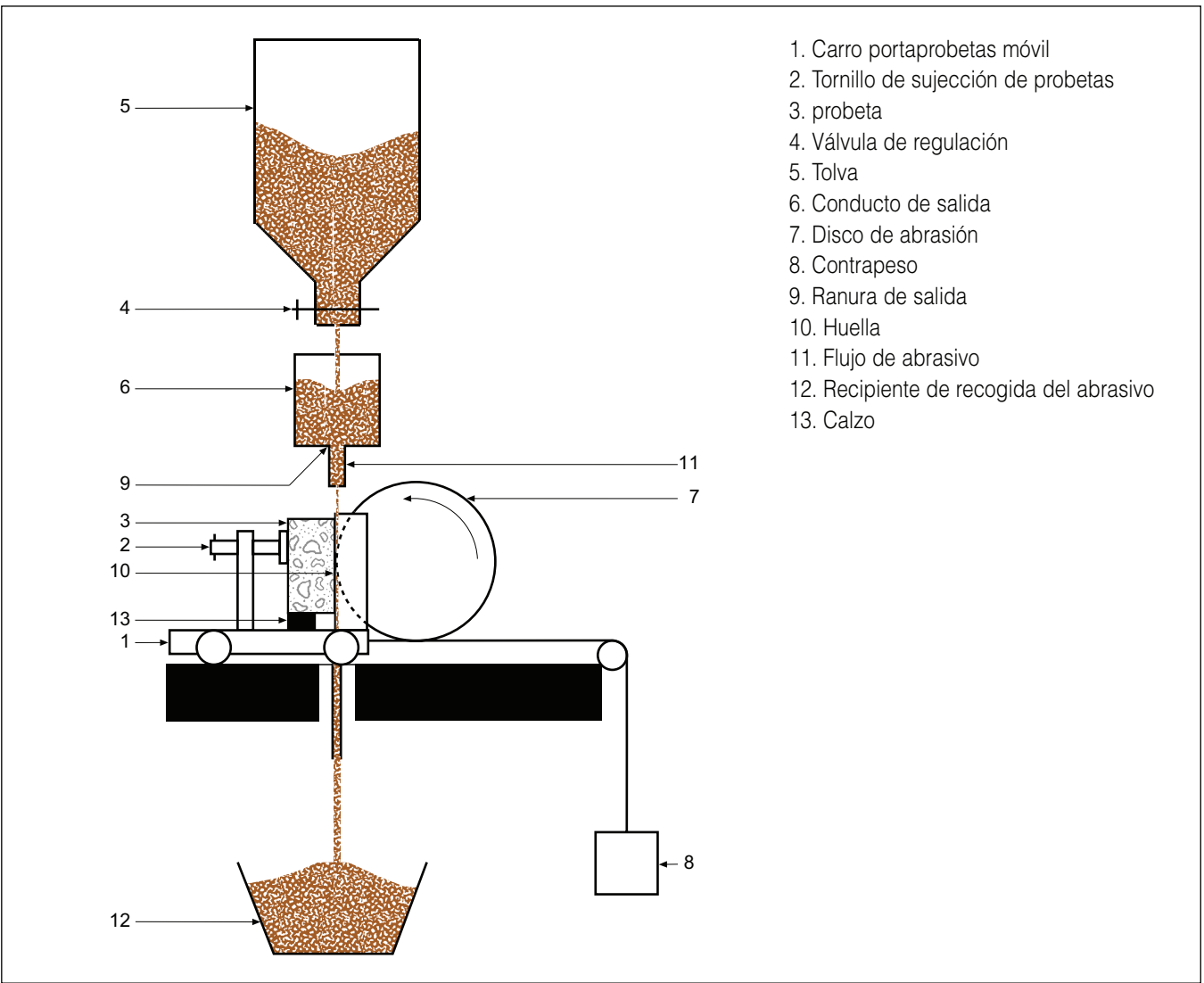
**3.4. Máquina de desgaste:** La máquina de desgaste se compone esencialmente de un disco de abrasión, una tolva para almacenar el abrasivo, una o dos válvulas de control para regular su salida, un conducto de salida desde la tolva, un carro porta probetas móvil y un contrapeso.

Cuando se usen dos válvulas de control, una se empleará para la apertura o el cierre total del flujo del abrasivo, mientras que la otra se empleará para regular la descarga de la tolva, pudiendo estar permanentemente fijada en una posición.

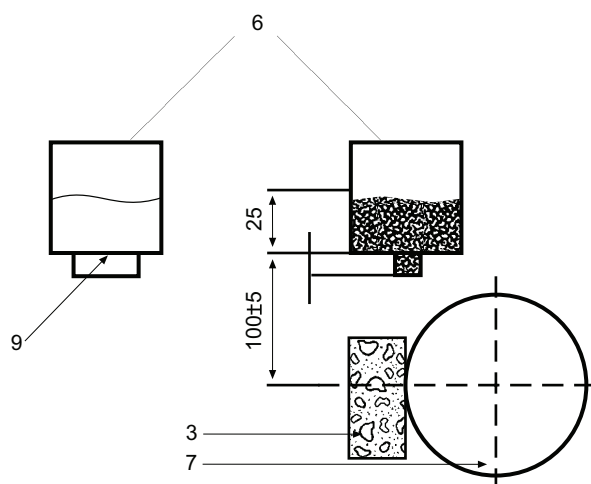
El disco de abrasión será de acero del tipo **E 360** según la norma **UNE-EN 10025**. La dureza del acero estará comprendida entre 203 HB y 245 HB. Su diámetro será de  $(200 \pm 1)$  mm, y su anchura de  $(70 \pm 1)$  mm. La velocidad de giro será de 75 revoluciones en  $(60 \pm 3)$  s.

El carro porta probetas dispondrá de unos rodamientos que faciliten su desplazamiento por la acción del contrapeso.

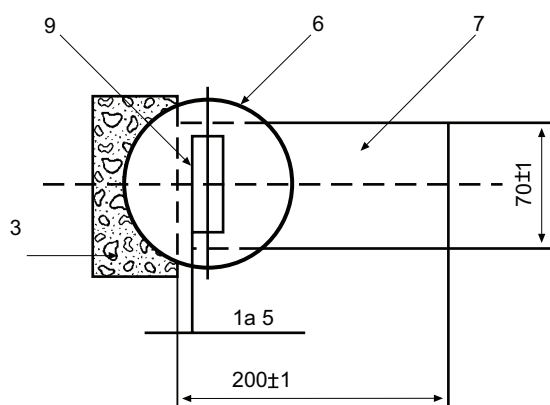
La tolva que contiene el abrasivo descarga su contenido sobre un conducto guía para dirigir el flujo. El conducto guía puede ser cilíndrico o rectangular, dotado de una salida de sección rectangular, con una longitud de  $(45 \pm 1)$  mm y una anchura de  $(4 \pm 1)$  mm. El cuerpo del conducto guía será, por lo menos, 10 mm más grande que la ranura de salida en cualquiera de sus dimensiones. En el caso de que el conducto sea rectangular y tenga al menos una de sus paredes laterales inclinada hacia el lado más largo de la ranura de salida, esta última limitación dimensional no es exigible.



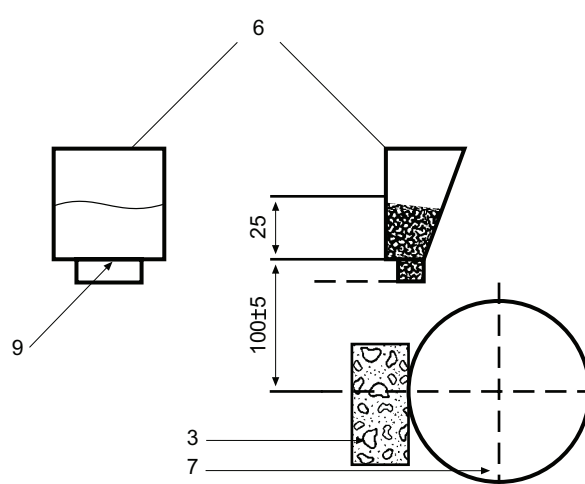




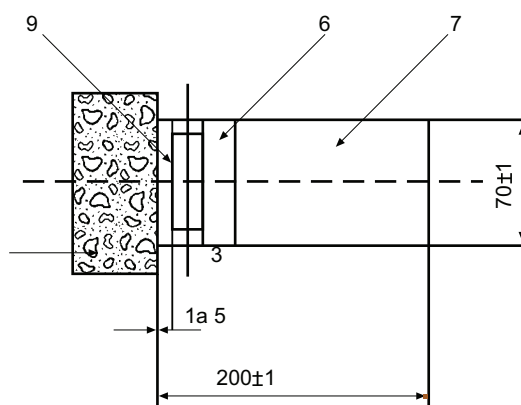
Vista lateral



Vista en planta



Vista lateral



Vista en planta



La distancia de caída entre el fondo del conducto guía (ranura de salida) y el eje del disco de abrasión será de  $(100 \pm 5)$  mm y el flujo del abrasivo caerá a una distancia comprendida entre 1 y 5 mm por detrás de la cara de desgaste de la probeta de ensayo

La cantidad de abrasivo consumido debe ser como mínimo de 2,5 l/min, y su caudal constante. El nivel mínimo que el abrasivo debe alcanzar en el conducto guía es de  $(25 \pm 5)$  mm.

Otros instrumentos:

- Lupa de, al menos, dos aumentos, preferentemente equipada con luz;
- Regla de acero;
- Calibre digital.

**3.5. Calibración del equipo:** El equipo debe calibrarse tras efectuar 400 huellas, o bien cada dos meses en cualquier caso, así como cada vez que realice un ensayo una persona diferente, o se emplee un nuevo lote de abrasivo o un nuevo disco de abrasión.

El flujo del abrasivo se comprobará dejando caer el material desde una altura aproximada de 100 mm sobre un contenedor rígido, cuyo peso y volumen total sean conocidos, con paredes lisas de altura  $(90 \pm 10)$  mm, y un volumen aproximado de 1l. Según se llene el contenedor, mantendremos la altura constante a 100 mm. Una vez lleno se enrasará y se pesará para determinar la masa de abrasivo contenida, esto es su densidad. Posteriormente se deja caer el abrasivo desde la tolva de la

máquina de ensayo durante (60 +/- 1) s y se recogerá en un contenedor, de peso conocido, de al menos 3 l de capacidad. El contenedor lleno se pesa, y teniendo en cuenta la densidad calculada anteriormente, se comprobará que el caudal consumido del abrasivo es mayor o igual a 2,5 l/min.

El equipo se ajustará empleando una probeta de referencia de "Mármol Boulonnaise" ajustando el contrapeso de forma que se consiga una huella de (20,0 +/- 0,5) mm. La cuantía del contrapeso se incrementará si la anchura de la huella es inferior al valor citado, y se reducirá en caso contrario. Se evitará al máximo el rozamiento de los elementos móviles del carro y del contrapeso con los ensambles por los que discurren. La huella se medirá ajustándola al 0,1 mm más cercano, y como valor comprobador se tomará la media de tres resultados.

Tras cada calibración se comprobará la ortogonalidad entre el carro porta probetas y el eje del disco.

La huella de la probeta de referencia cumplirá la condición de que la diferencia de anchura en sus extremos sea menor que 0,5 mm. Si no fuera así, comprobaremos:

- la probeta es perpendicular respecto al disco
- el carro móvil y la ranura de salida de la base del conducto guía son paralelos al eje del disco
- el flujo del abrasivo es uniforme a través de la ranura de salida
- no existe excesivo rozamiento entre el carro porta probetas y los soportes del contrapeso

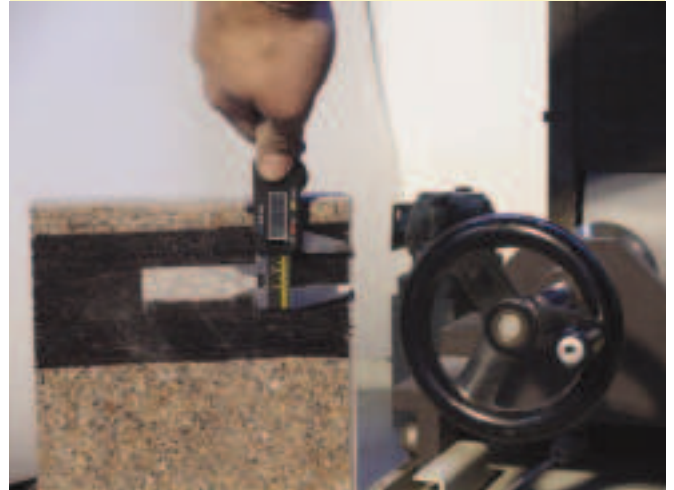


**3.6. Preparación de las probetas:** La probeta será la baldosa completa o una pieza cortada de la misma, de dimensiones mínimas 100 x 70 mm, que tenga la cara vista de la baldosa, y estará limpia y seca.

La superficie de ensayo (cara vista) será plana, con una tolerancia de +/- 1 mm sobre una longitud mínima de 100 mm en dos direcciones perpendiculares.

Si la superficie de la probeta presenta una textura rugosa, o no cumple la condición de planeidad, se refrentará mecánicamente hasta lograr una superficie lisa dentro de tolerancia.

Antes de someter la probeta a abrasión, la limpiaremos con un cepillo y se deberá pintar la superficie de ensayo con rotulador, pintura..., a fin de facilitar la lectura de la huella.

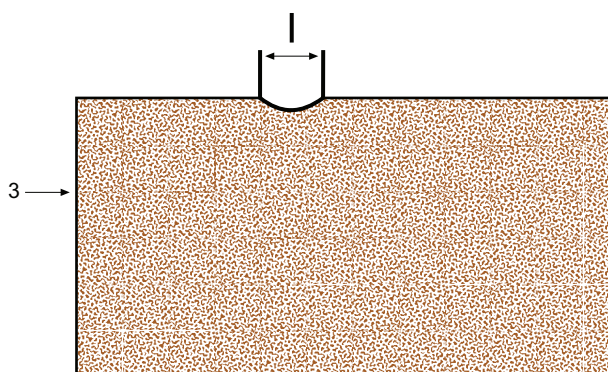


**3.7. Procedimiento:** Llenar la tolva con abrasivo seco, con una humedad menor o igual que el 1%. Apartar el carro porta probetas del disco de abrasión. Situar la probeta sobre el carro, de forma que cualquier borde de la huella que se produzca se encuentre, cuando menos, a 15 mm de cualquier extremo de la probeta.

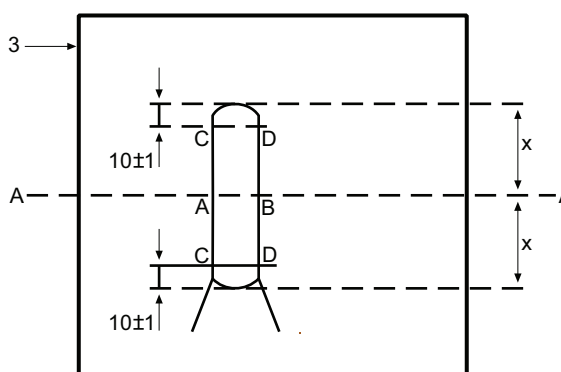
Situar la probeta en contacto con el disco de abrasión. Abrir la válvula de control y, simultáneamente, arrancar el motor de accionamiento, de manera que el disco de abrasión consiga girar 75 revoluciones en (60 +/- 3) s. Visualmente se verificará la regularidad del flujo del abrasivo durante el ensayo. Tras 75 vueltas del disco parar el motor y cerrar el flujo de abrasivo. Realizaremos dos huellas por probeta siempre que sea posible.



**3.8. Medida de la huella:** Se realiza con la lupa mencionada, de mínimo dos aumentos y a poder ser provista de iluminación.



Sección A-A



Con un lápiz de 0,5 mm de diámetro de mina, y una dureza 6H o 7H, dibujar los límites exteriores longitudinales de la huella (**I1** y **I2**), con ayuda de una regla.

Dibujar una línea **AB** en el centro de la huella, perpendicular a su línea central. Con ayuda de un calibre digital de puntas cuadradas, medir con una precisión de  $\pm 0,1$  mm la distancia entre **A** y **B** desde los bordes interiores de los límites longitudinales (**I1** y **I2**) de la huella, registrando el resultado.

Como comprobación de la calibración del equipo, medir también la anchura de huella a  $(10 \pm 1)$  mm de los bordes (**CD**).

NOTA: En ocasiones la caída del abrasivo arrastra parte de la pintura con que se cubre la probeta, lo que origina que el límite superior (**I1**) sea una línea curva. Este hecho debe ignorarse cuando se trace dicho límite superior, que debe ser siempre una línea recta.

**3.9. Resultado del ensayo:** El resultado del ensayo es la medida de la anchura de la huella, corregida por el factor de calibración y redondeada a los 0,5 mm más cercanos. El factor de calibración es la diferencia aritmética entre 20,0 y el valor de calibración obtenido. Por ejemplo, si el valor de calibración es de 19,6 mm y la huella de la probeta ensayada es de 22,5 mm, el resultado será  $22,5 + (20,0 - 19,6) = 22,9$  mm, redondeado a 23,0 mm. Si se realizan dos desgastes en una probeta, se tomará como resultado el mayor valor obtenido.

**3.10. Informe del ensayo:** El informe incluirá:

- Las longitudes de las huellas de cada baldosa;
- el valor máximo correspondiente a su clase según su uso recomendado;
- Descripción de la cara vista de las baldosas y preparación de esta cara en las probetas ensayadas.

### 3.b. Particularidades del ensayo de resistencia a la abrasión para las baldosas de exterior, según la norma UNE 127021:1999 EX:

Los requisitos de resistencia a la abrasión, según su clase resistente, están recogidos en la siguiente tabla. Serán satisfechos cuando ninguna de las cuatro probetas que componen la muestra tenga un desgaste individual mayor que los valores requeridos:

#### Resistencia al desgaste por abrasión

Clase	Valor individual (mm)
<b>B</b>	$\leq 24$
<b>D</b>	$\leq 20$

**3.b.1 Informe del ensayo:** El informe incluirá:

- Las longitudes de las huellas de cada baldosa;
- el valor máximo correspondiente a su clase (G, H);
- Descripción de la cara vista de las baldosas y preparación de esta cara en las probetas ensayadas.

#### Antecedentes de los ensayos de Resistencia a la Abrasión:

El criterio actual de medir una huella dejada por un disco sobre una probeta de baldosa, contrasta, y es muy distinto, con otros criterios como el preconizado durante más de 30 años por la normativa española, que medían el desgaste **lineal total** de un trozo de la muestra sometido a frotamiento **en toda su superficie** por una pista rotatoria.

Lógicamente los resultados son muy diferentes, siendo el caso de que un resultado de 1,1 mm de desgaste total de un trozo de 50 cm<sup>2</sup> según la norma anterior, corresponde a un desgaste en



ensayo de disco ancho de 23 mm (ancho de la huella dejada por el disco, contra grueso de capa de huella consumido, en el ensayo antiguo).

