

## VACÍOS DEL LLENANTE SECO COMPACTADO

INV E – 229 – 13

### 1 OBJETO

---

- 1.1** Esta norma describe el procedimiento a seguir para determinar el volumen de vacíos de un llenante mineral cuando se compacta en seco bajo condiciones específicas.
- 1.2** Esta norma reemplaza la norma INV E–229–07.

### 2 IMPORTANCIA Y USO

---

- 2.1** El volumen de vacíos del llenante compactado en las condiciones de esta norma se corresponde, aproximadamente, con el contenido óptimo de ligante asfáltico que da un mástico asfáltico de máxima viscosidad, para empleo en la construcción de carreteras.

### 3 EQUIPO

---

- 3.1** *Dispositivo para compactar el llenante seco (Figuras 229 – 1 y 229 – 2) –* Deberá estar fabricado totalmente en acero, con la forma y dimensiones indicadas en la Figura 229 - 1, y cumplir los siguientes requisitos:
- 3.1.1** *Base* – Una base rígida, provista de dos guías verticales, con las dimensiones aproximadas indicadas en la Figura 229 - 1.
- 3.1.2** *Cilindro* – Un cilindro de  $25.4 \pm 1.3$  mm de diámetro interno y 63.5 mm de profundidad interior, cerrado en un extremo.
- 3.1.3** *Pisón* – Un pisón o émbolo con una masa de  $350 \pm 2$  g, cuyo diámetro le permita deslizarse libremente por el interior del cilindro, sin juego lateral. Deberá tener un orificio a lo largo de su eje, de aproximadamente 1.6 mm de diámetro, que permita el escape de aire y con una entalladura circular a lo largo de su perímetro a una distancia aproximada de 6 mm de su extremo inferior, que sirva para recoger el llenante que quede adherido en las paredes del cilindro durante el ensayo.

- 3.1.4** *Dispositivo para manejar el cilindro por las guías verticales* – Un dispositivo, donde va alojado el cilindro, que permite levantarlo y dejarlo caer libremente deslizándose por las guías, desde una altura de  $100 \pm 1$  mm sobre la base. La masa total que cae sobre la base, incluyendo el llenante mineral, deberá estar comprendida entre 850 y 900 g.
- 3.1.5** *Dispositivo para lectura del espesor del llenante compactado* – Un dispositivo que permita la lectura del espesor de la plantilla de llenante compactado con una aproximación de 0.1 mm, mediante un nonio como el indicado en la Figura 229 - 1.
- 3.1.6** El equipo se deberá emplear seco y sin que ninguna de sus partes este lubricada. Durante el ensayo, se deberá mantener sujeto firmemente sobre una base rígida, no resiliente, nivelada y libre de vibraciones.
- 3.2** *Balanza* – Con capacidad de 50 g y una exactitud de 0.01 g.
- 3.3** *Horno* – De ventilación forzada, regulado termostáticamente y que pueda mantener una temperatura de  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ \text{C}$ ).
- 3.4** *Desecador*.
- 3.5** *Pincel fino*.
- 3.6** *Espátula* – Una micro espátula de puntas planas y de unos 120 mm de longitud.

## 4 PROCEDIMIENTO

---

- 4.1** Se reduce la muestra de laboratorio por los procedimientos descritos en la norma INV E-202, con el fin de producir una porción de masa suficiente para elaborar cinco especímenes de ensayo.
- 4.2** Se seca el llenante durante un mínimo de 4 horas, a  $110 \pm 5^\circ \text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ \text{F}$ ) y, a continuación, se deja enfriar en el desecador.
- 4.3** Se colocan aproximadamente 10 g de llenante seco en el cilindro de compactación y se distribuyen uniformemente en el fondo golpeándolo ligeramente sobre la base de trabajo.

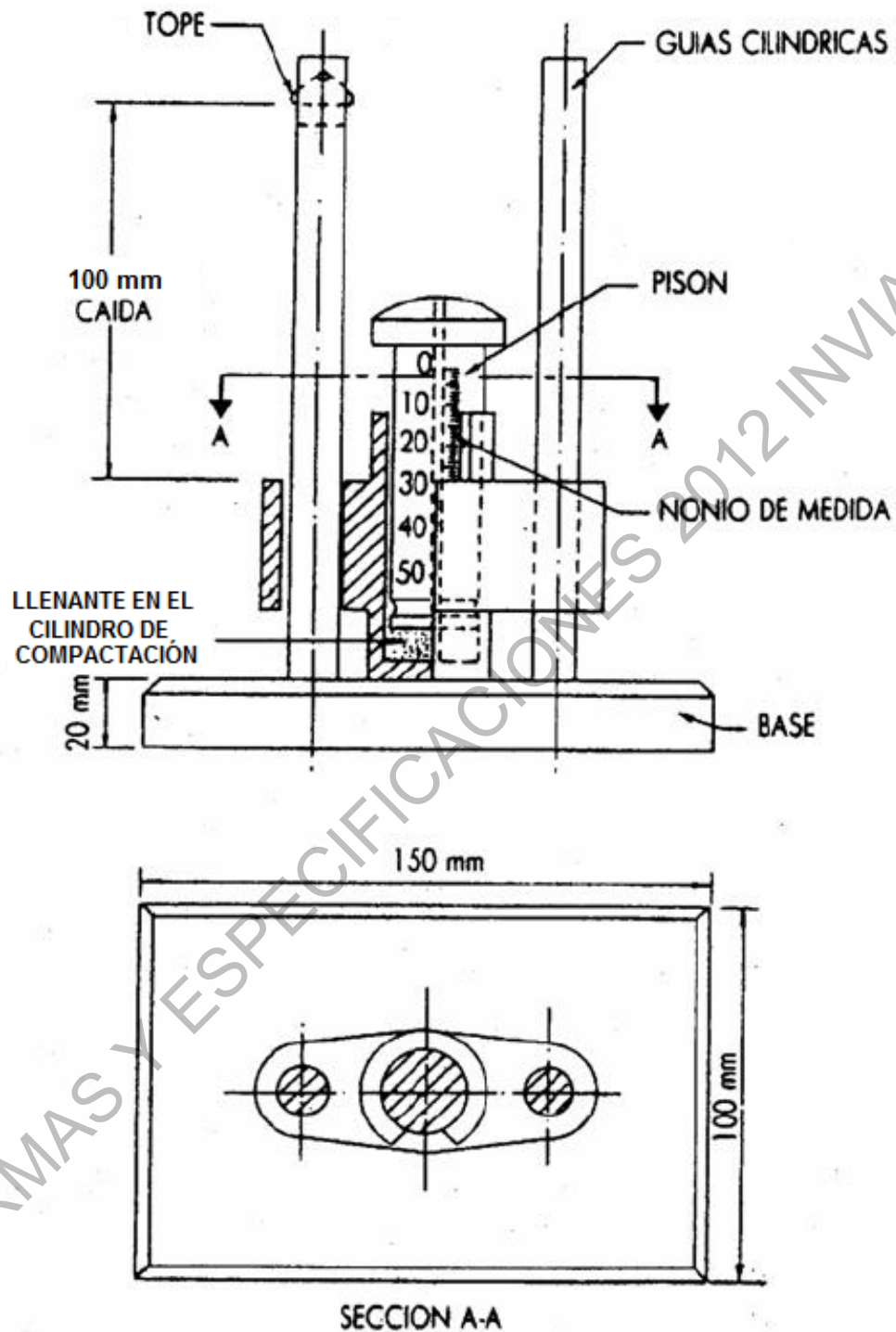


Figura 229 - 1. Aparato para la compactación en seco del llenante

- 4.4 Se introduce el pisón en el cilindro, permitiendo que se deslice lentamente sobre el llenante, tapando con el dedo su orificio central para evitar la proyección del llenante fuera del cilindro.



Figura 229 - 2. Fotografía del aparato

- 4.5** Se aplica al pistón una pequeña presión con la mano, para conseguir que el llenante forme una capa ligeramente compactada. Se saca entonces el pistón sin alterar el llenante, se limpia el exceso de éste que quede en el pistón y en las paredes del cilindro. Se limpia, también, el orificio central del pistón, si ha quedado obturado.
- 4.6** Se vuelve a introducir el pistón y se coloca cuidadosamente el cilindro sobre la base de caída, la cual deberá estar sujeta con firmeza a la base rígida, la cual debe permanecer libre de vibraciones o de cualquier otro movimiento.
- 4.7** Se levanta el cilindro con el pistón en posición y se le deja caer libremente sobre la base desde la altura establecida de  $100 \pm 1$  mm. Esta operación se realiza 100 veces, a intervalos de 1 segundo.
- 4.8** El pistón debe tener libre movimiento durante esta operación, para lo cual se gira frecuentemente dentro del cilindro y, si fuese necesario, se saca cuidadosamente para eliminar el llenante adherido a las paredes
- 4.9** Después de aplicados los 100 impactos se lee el espesor (d) de la pastilla de llenante, mediante el nonio del dispositivo para la lectura del espesor, con una precisión de 0.1 mm.
- 4.10** Se desmonta el aparato sin alterar la pastilla de llenante y se elimina con un pincel todo el llenante no compactado. A continuación, con ayuda de la espátula se saca el llenante que formaba la pastilla, y se pesa éste con precisión de 0.01 g (M).

- 4.11** Se repiten los pasos 4.3 a 4.10, empleando otros dos especímenes de ensayo (Ver numeral 4.1).

## 5 CÁLCULOS

---

- 5.1** El contenido de vacíos del llenante seco compactado se calcula con la siguiente expresión:

$$\text{Vacíos del llenante seco compactado} = 1 - \frac{1000 M}{A \times d \times d_f} \quad [229.1]$$

- Donde: M: Masa de la pastilla de llenante, g;  
A: Área de la sección transversal interior del cilindro, mm<sup>2</sup>;  
d: Espesor de la pastilla de llenante, mm;  
d<sub>f</sub>: Gravedad específica del llenante (norma INV E-128).

- 5.2** Se calcula el promedio de los vacíos de los tres especímenes. Si alguno de los valores difiere en más de 0.01 del valor medio, se debe prescindir de ese resultado y se realizan dos nuevas determinaciones con los especímenes restantes tomados de la misma porción (Ver numeral 5.1).
- 5.3** El valor promedio de los tres o cuatro ensayos, según el caso, expresado con aproximación a 0.01, es el resultado de los vacíos del llenante seco compactado.

## 6 INFORME

---

- 6.1** Se debe presentar la siguiente información:

- 6.1.1** Identificación de la muestra.  
**6.1.2** Vacíos del llenante seco compactado.

## 7 NORMAS DE REFERENCIA

---

BS 812: Part 2: 1995 – Numeral 6.5