

### **Equivalente de arena**

#### **1. OBJETO**

- 1.1. Esta Norma comprende un método rápido para determinar un índice representativo de la proporción y características de los finos, tales como arcilla, polvo, etc., que contiene un suelo granular o un árido fino.

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

- 2.1. Una probeta cilíndrica con un diámetro interior de 32 mm y unos 430 mm de altura, graduada hasta 380 mm de 2 en 2 mm, provista de un tapón de goma que ajuste en la boca de la probeta.
- 2.2. Un tubo irrigador de latón o cobre de unos 6 mm de diámetro exterior, cerrado por su extremo inferior por aplastamiento en forma de cuña. Tendrá dos orificios laterales de 1 mm de diámetro en los lados planos de la cuña, cerca de la punta.
- 2.3. Un recipiente de unos 4 litros de capacidad, con un sifón acopiado consistente en un tapón con dos tubos que lo atraviesan, uno de ellos sumergido en el líquido y el otro sobre su nivel para la entrada de aire. El recipiente se sitúa 1 m por encima de la mesa de trabajo y se utiliza para contener la solución de trabajo.
- 2.4. Un trozo de tubo de goma de unos 5 mm de diámetro, con una pinza que permita cortar el paso de líquido a través del mismo. Este trozo de goma se usa para unir el tubo irrigador con el sifón.
- 2.5. Una pieza de metal, consistente en una varilla de 6 mm de diámetro y 445 mm de longitud, que tiene en su parte inferior un pie formado por un cono, con base de 25,4 mm de diámetro y normal al eje de la varilla, que se continúa por su base en un cilindro de igual diámetro y unos 5 mm de altura; en la superficie de este cilindro hay tres pequeños tornillos para centrarlo dentro de la probeta (de forma aproximada, ya que el conjunto debe quedar con holgura dentro de la misma). La parte superior de la varilla lleva un lastre cilíndrico de unos 50 mm de diámetro y longitud necesaria para que el conjunto pese 1 kg (varilla, pie cónico y lastre). Consta además la varilla de un disco que se adapta a la parte superior de la probeta, taladrado en su centro, de forma que permita el paso de la varilla y sirva para centrarla.

- 2.6. Una medida de  $85 \pm 5 \text{ cm}^3$ .
- 2.7. Un embudo para verter el suelo dentro de la probeta.
- 2.8. Un cronómetro o reloj.
- 2.9. Solución:
  - 2.9.1. Solución tipo, compuesta como sigue:
    - 480 g de cloruro cálcico anhidro.
    - 2170 g de glicerina pura.
    - 50 g de solución de formaldehído al 40 por 100 en volumen.Dísolver los 480 g de cloruro cálcico anhidro en 2000  $\text{cm}^3$  de agua. Dejar reposar y filtrar. Añadir los 2170 g de glicerina y los 50 g de formaldehído a la solución filtrada, mezclar bien y diluir con agua hasta 4000  $\text{cm}^3$ . El agua debe ser destilada o natural de buena calidad.
  - 2.9.2. Solución de trabajo:
    - Diluir 85  $\text{cm}^3$  de solución tipo en agua, hasta 4000  $\text{cm}^3$ .

### 3. PROCEDIMIENTO

- 3.1. Preparación de la muestra:
  - 3.1.1. De la muestra original, separar la necesaria para el ensayo según la técnica expuesta en la Norma correspondiente, NLT-101/72 y, en particular, el apartado 3.4.3.
  - 3.1.2. El ensayo del equivalente de arena debe hacerse en suelos o áridos desecados a una temperatura de 95 a 120 °C. Los ensayos con suelos húmedos dan generalmente valores del equivalente de arena más bajos. No obstante, se puede ahorrar mucho tiempo no secando las muestras antes del ensayo, sobre todo en obra. Esto es admisible y los resultados válidos, siempre que queden dentro de los límites fijados por las especificaciones; pero las muestras que por este procedimiento den resultados del equivalente de arena saliendo de las especificaciones, deben ser ensayadas de nuevo, secándolas previamente.
- 3.2. Ejecución del ensayo:
  - 3.2.1. Cebarr el sifón soplando en el recipiente de la solución por el tubo correspondiente y con la pinza del tubo de goma abierta.
  - 3.2.2. Llenar la probeta con la solución de trabajo hasta una altura de unos 10 cm.
  - 3.2.3. Verter dentro de la probeta el contenido de la medida de 85  $\text{cm}^3$  llena de suelo preparado. Una medida llena contiene un promedio de 110 g de suelo suelto. Golpear la parte baja de la probeta varias veces con la palma de la mano, para desalojar las posibles burbujas de aire y ayudar a humedecerse la muestra. Dejar reposar durante 10 minutos.

- 3.2.4. Al cabo de los 10 minutos, tapar la probeta y agitarla vigorosamente de izquierda a derecha, manteniéndola en posición horizontal. Hacer 90 ciclos en unos 30 segundos, usando un recorrido de unos 20 cm. Un ciclo consta de un movimiento hacia la derecha seguido de otro a la izquierda. Para agitar la probeta a esta velocidad es necesario que el operador mueva los antebrazos solamente, relajando el cuerpo y los hombros. También puede hacerse mediante agitador mecánico que produzca en la probeta un movimiento de agitación como el que se ha descrito.
- 3.2.5. Quitar el tapón e introducir el tubo irrigador. Lavar el tapón y los lados de la probeta con solución de trabajo que se recoge dentro y meter el tubo irrigador hasta el fondo de la misma. Lavar el material arcilloso haciéndolo ascender hacia la parte alta de la arena por medio del líquido que sale por el tubo irrigador, mientras se mantiene la probeta en posición vertical. Aplicar al tubo irrigador un movimiento suave, ascendente, descendente y de giro entre los dedos de una mano, mientras se gira la probeta con la otra. Cuando el nivel del líquido alcanza la señal de los 38 cm, elevar el tubo irrigador despacio, sin cortar el paso de líquido, manteniendo el nivel del mismo alrededor de dicha señal mientras el tubo esté siendo extraído. Regular el paso de líquido en el momento en que el tubo va a terminar de ser extraído, de forma que cuando lo esté totalmente, el nivel quede en 38 cm. Dejar reposar durante 20 minutos ( $\pm 15$  segundos).
- 3.2.6. Al final de los 20 minutos, leer el nivel de la parte superior de la suspensión de arcilla y anotarlo.
- 3.2.7. Bajar la varilla lastrada dentro de la probeta suavemente hasta que descansa sobre la arena. Girar la varilla ligeramente, sin empujar hacia abajo, hasta que uno de los tornillos para el centrado pueda ser visto. Leer el nivel en el centro del tornillo con una aproximación de 2 mm y anotarlo. Cuando una lectura esté entre dos trazos de la probeta, debe tomarse la superior.

#### 4. RESULTADOS

- 4.1. El equivalente de arena se deduce de la siguiente fórmula:

$$E.A. = \frac{\text{Lectura superficie de la arena}}{\text{Lectura superficie de la arcilla}} \times 100$$

Como equivalente de arena se tomará el número entero más próximo al deducido de la fórmula anterior.

Si el valor del equivalente de arena en una muestra está por debajo del que marcan las especificaciones para dicho material, se harán dos

ensayos adicionales en la misma muestra o saco y se tomará el promedio de los tres como equivalente de arena.

## 5. OBSERVACIONES

- 5.1. Cuando las probetas utilizadas sean de plástico, no se deberán exponer a la luz directa del sol más que lo necesario.
- 5.2. Si el cloruro cálcico ha absorbido agua, preparar una disolución en agua a una densidad de 1,177 (20 por 100 de cloruro cálcico anhidro). De esta disolución tomar 2400 g y sobre ella añadir la glicerina, el formaldehído y el agua hasta 4000 cm<sup>3</sup>.  
Para comparar un agua de calidad dudosa se harán ensayos con muestras del tipo de suelo de que se trate, utilizando soluciones hechas con el agua dudosa y con agua destilada.
- 5.3. En el caso de áridos que vayan a ser usados en planta de hormigón asfáltico, para la fabricación de revestimientos bituminosos, el equivalente de arena debe realizarse después de todo el proceso en la planta, excepto el mezclado con el aglomerante bituminoso, o sea, después de pasar a través del secador y las cribas. Este resultado es directamente comparable con el especificado para muestra seca en estufa. Si hay que hacer el control directamente sobre el material acopiado en los silos, sin secar, tener en cuenta las aclaraciones del apartado 3.12 de esta norma.  
El ensayo deberá hacerse en sitio protegido de vibraciones que puedan ser causa de que el material en suspensión sedimente a mayor velocidad de la normal.
- 5.4. Aunque ligeras variaciones en el volumen del suelo no afectaran mucho a los resultados, se debe llenar la medida siempre igual; con este fin, se recomienda producir una ligera compactación mediante pequeños golpes del borde del fondo sobre la mesa antes de enrasar la medida.
- 5.5. Deberá comprobarse la manera de agitar de cada nuevo operador, para asegurarse de que se ajusta a las normas recomendadas. Se trata de completar 90 ciclos en 30 segundos; esto quiere decir que los 90 ciclos deberán hacerse en un tiempo tan próximo a los 30 segundos como sea físicamente posible. Se ha observado que hay tendencia, sobre todo en operadores nuevos, a medirse meticulosamente los 30 segundos; la consecuencia de esto es que los ciclos se distribuyen irregularmente y la agitación resulta considerablemente más o menos vigorosa que la que pretende el procedimiento de ensayo. Se ha demostrado que la forma en que se realiza la agitación por diferentes operadores puede afectar los resultados de los ensayos efectuados con ciertos materiales. Esto se explica por el grado en que los finos adheridos son erosionados por las partículas gruesas durante la agitación. Cuando sea posible, deben ejecutarse ensayos por duplicado con varios materiales, por operadores nuevos y experimentados, con objeto de poder comparar los resultados.  
Un operador es rechazable si, haciendo el ensayo sobre tres porciones

secas y bien cuarteadas de la misma muestra, algún resultado de los que obtenga difiere de la media más de 4 puntos en más o en menos.

- 5.6. Normalmente se aprecia con claridad la línea de separación entre el sedimento arcilloso y la solución clara. Si no hay separación apreciable, se recomienda sobrepasar los 20 minutos de reposo hasta que sea posible hacer la lectura. Si el tiempo necesario excede de 30 minutos, se recomienda repetir el ensayo con tres muestras del mismo suelo y tomar la lectura del que permita hacerla más pronto.

6. CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

A.S.T.M., D-2419.