

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 transparente, 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 turbo 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 frasco transparente de vidrio o plástico, de unos 4 litros de capacidad, con un sifón acoplado 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 frasco 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 líquidos 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.

Como modelo alternativo, es admisible que la varilla lleve, en vez de los tres pequeños tornillos en la base, un indicador de lectura de arena, consistente en un disco de 28 mm de diámetro, fijo a la varilla a 250 mm de la base.

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, 2.170 g de glicerina pura, 50 g de solución de formaldehído al 40 por ciento en volumen.

Disolver los 480 g de cloruro cálcico anhidro en 2000 cm^3 de agua. Dejar reposar y filtrar. Añadir los 2.170 g de glicerina y los 50 g de formaldehído a la solución filtrada, mezclar bien y diluir con agua hasta 4.000 cm^3 . El agua debe ser destilada o natural de buena calidad.

2.9.2. Solución de trabajo: Diluir 85 cm^3 de solución tipo en agua, hasta 4.000 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. Para evitar la pérdida de finos, el secado inicial no será completo, y si es preciso se humedecerá ligeramente la muestra antes de las operaciones de cuarteo y tamizado, pero cuidando siempre que el suelo se mantenga en un estado suelto.

3.1.2 Llenar una medida de 85 cm^3 de suelo ya cuarteado y tamizado.

Aunque ligeras variaciones en el volumen del suelo no afectarán 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.

3.1.3 Secar la muestra a 105-110 °C hasta peso constante y dejar enfriar a temperatura ambiente. El ensayo del equivalente de arena debe hacerse en suelos o áridos desecados a una temperatura de 105 a 110 °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; no obstante, las muestras que por este procedimiento den resultados del equivalente de arena que no se ajusten a 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 cm³ llena de suelo preparado. 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 diez minutos.

3.2.4 Al cabo de diez minutos, tapar la probeta y agitarla vigorosamente de izquierda a derecha, manteniéndola en posición horizontal. Hacer 90 ciclos en unos treinta 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 movi-

miento 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 veinte minutos (± 15 segundos).

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.

3.2.6 Al final de los veinte 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. Proceder a efectuar la lectura de la superficie de arena de la manera siguiente:

Si se trata de varilla provista de tornillos de centrado, girarla ligeramente, sin empujar hacia abajo, hasta que uno de los tornillos pueda ser visto. Leer el nivel en el centro del tornillo y anotarlo.

Si la varilla lleva disco indicador de lectura de arena, inclinarla suavemente hasta que el disco toque las graduaciones de la probeta; leer con el borde superior del disco y restar 250 mm. Anotar el resultado.

3.2.8 En las lecturas de las superficies de la arcilla y de la arena, la aproximación será de 2 mm. 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 equivalentes de arena.

5 OBSERVACIONES

5.1 Apartado 2.1. Cuando las probetas utilizadas sean de plástico, no se deberán exponer a la luz directa del sol más que lo necesario.

5.2 Apartado 2.9. Si el cloruro cálcico ha absorbido agua, preparar una disolución en agua a una densidad de 1,177 (20 por ciento de cloruro cálcico anhidro). De esta disolución tomar 2.400 g y sobre ella añadir la glicerina, el formaldehído y el agua hasta 4.000 cm³.

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.

La duración media de la solución de trabajo es de unos quince días. Debe cambiarse al cabo de un mes, o cuando haya dudas sobre su estado de conservación, limpiando y enjuagando el recipiente con agua destilada.

5.3 Apartado 3.1.3. 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 3.1.3 de esta norma.

5.4 Apartado 3.2.4. 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 treinta segundos; esto quiere decir que los 90 ciclos deberán hacerse

en un tiempo tan próximo a los treinta segundos como sea físicamente posible. Se ha observado que hay tendencia, sobre todo en operadores nuevos, a medirse meticulosamente los treinta 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.

5.5 Apartado 3.2.6. 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 veinte minutos de reposo hasta que sea posible hacer la lectura. Si el tiempo necesario excede de treinta 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

ASTM, D-2419.

AASHTO, T-176.

AFNOR, NF-P 18-598.