

Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos: evaluación de los finos, ensayo del equivalente de arena.

FUNDAMENTO

En una probeta graduada, se vierte la muestra de ensayo de arena y una pequeña cantidad de solución floculante y se agita para liberar de la muestra de ensayo los recubrimientos de arcilla de las partículas de arena. A continuación "se irriga" la arena con una cantidad adicional de la misma solución floculante para favorecer la suspensión de las partículas finas sobre la arena. Tras 20 minutos, se calcula el valor del equivalente de arena (SE) a partir de la altura del sedimento, expresado como porcentaje de la altura total de material floculado en la probeta.

MATERIAL Y EQUIPOS

- Solución concentrada, compuesta de:

- a) cloruro de calcio cristalino, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, o cloruro de calcio anhidro, CaCl_2 ;
- b) glicerina, 99% de glicerol, calidad de reactivo de laboratorio;
- c) solución de formaldehído, 40% en volumen de calidad de reactivo de laboratorio;
- d) agua destilada o desmineralizada.

- Disolución lavadora, preparada por dilución de (125 ± 1) ml de solución concentrada en agua destilada o desmineralizada, hasta obtener $(5,00 \pm 0,01)$ l. La solución lavadora no debe emplearse 28 días después de su preparación, o si se pone turbia, o se observa la formación de precipitado, o aparece moho.
- Dos probetas cilíndricas graduadas, de vidrio o plástico transparente provistas de tapones de caucho
- Pistón tarado para el ensayo
- Tubo lavador
- Máquina de agitación, capaz de imprimir a la probeta graduada un movimiento horizontal, rectilíneo periódico y sinusoidal de (200 ± 10) mm de amplitud, con un periodo de $1/3$ de segundo.

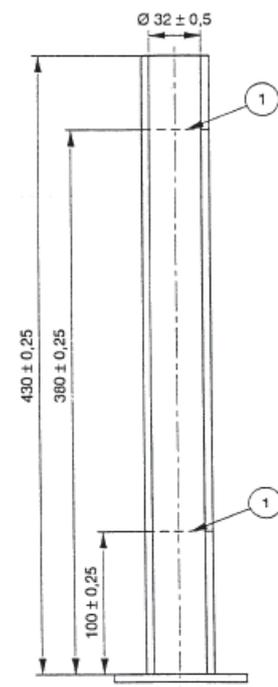


Figura. Máquina de agitación y probeta cilíndrica graduada con dos marcas claramente visibles situadas en ① (medidas en mm) [1]

PROCEDIMIENTO

Preparación de la muestra para el ensayo

El ensayo se deberá realizar con la fracción granulométrica 0/2 mm con un contenido en humedad inferior al 2% y a una temperatura de (23 ± 3) °C. En algunos casos podrá ser necesario reducir o aumentar el contenido natural de humedad para obtener una muestra de ensayo con una humedad comprendida entre 0% y 2%.

La muestra de ensayo no se secará en estufa. En caso necesario, el contenido en humedad de la fracción 0/2 mm se deberá determinar por separado mediante secado en estufa a (110 ± 5) °C

Si la muestra de ensayo se toma de una mezcla total de áridos, la muestra de laboratorio con un contenido de humedad inferior al 2%, debería ser tamizada, en un tamiz de 2 mm.

La muestra de ensayo se deberá reducir de acuerdo con la Norma Europea EN 932-2, para obtener dos submuestras. La masa de cada submuestra deberá ser igual a:

$$\frac{120 (100 + w)}{100} \text{ g (redondeada al gramo más próximo)}$$

donde “w” es el contenido en humedad de la arena (porcentaje sobre masa seca).

Llenado de las probetas graduadas

Se sifona la disolución lavadora en cada probeta graduada hasta alcanzar la marca inferior de la misma y se vierte la submuestra con la ayuda del embudo en cada una de las probetas, manteniéndolas en posición vertical.

A continuación se golpea varias veces la base de cada probeta sobre la palma de la mano, para desalojar las burbujas de aire y favorecer el contacto total de la disolución con la submuestra y se deja reposar cada probeta durante (10 ± 1) minutos, para remojar la submuestra.

Agitación de las probetas

Al finalizar el periodo de 10 minutos, se tapa una de las probetas con uno de los tapones de caucho y se fija en la máquina de agitación. Se agita la probeta durante 30 ± 1 segundos (es conveniente que el tiempo de agitación sea equivalente a 90 ± 3 ciclos), y a continuación se vuelve a colocar en la mesa de ensayos, en posición vertical.

Se repite el proceso de agitación con la segunda probeta.

Lavado

Se quita el tapón de caucho de una de las probetas graduadas y se introduce el tubo lavador en la probeta, enjuagando, en primer lugar, las paredes de la misma con la disolución lavadora y a continuación, se empuja el tubo hacia abajo, a través del sedimento, hasta el fondo de la probeta.

Se mantiene la probeta en posición vertical, se deja que la solución lavadora agite el contenido y favorezca la subida de los finos y los componentes arcillosos. A continuación, se aplica a la probeta un movimiento lento de rotación a la vez que el tubo lavador se desplaza regularmente de forma ascendente.

Cuando el nivel de líquido se aproxime a la marca superior, se levanta lentamente el tubo lavador y se regula el caudal para que el nivel del líquido se mantenga constante en la marca superior de la probeta, una vez que el tubo se ha retirado por completo y se haya cortado el aporte de líquido. En que se retira el tubo lavador se comienza a medir el tiempo de sedimentación en el momento

Se repite el proceso de lavado con la segunda probeta.

Medidas

Se dejan reposar las probetas durante $20,00 \pm 0,25$ minutos en un lugar sin perturbaciones ni vibraciones. Transcurrido este período, se mide con la ayuda de la regla la altura h_1 del nivel superior del floculado con relación a la base de la probeta.

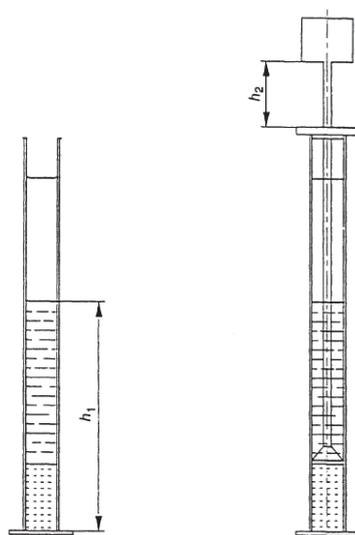


Figura. Medida de h_1 y h_2 [1]

Se baja suavemente el pistón en la probeta, hasta que su pie repose sobre el sedimento. Durante esta operación, el disco deslizante, no debe bloquear la varilla del pistón. Se coloca el disco en la parte superior de la probeta y después se bloquea la varilla del pistón.

Se determina la altura del sedimento h_2 , midiendo la distancia entre la cara inferior del lastre cilíndrico del pistón y la cara superior del disco introduciendo la regla graduada en la ranura del mismo. Se anotan las alturas h_1 y h_2 redondeadas al milímetro más próximo.

De la misma manera se miden y anotan las alturas h_1 y h_2 de la segunda probeta.

Procedimiento para la determinación del valor del equivalente de arena de la fracción granulométrica 0/4 mm

Se preparan las muestras de ensayo y las submuestras tal como se indicó anteriormente pero utilizando la fracción granulométrica de 0/4 mm, con un contenido de humedad inferior al 8%. Se sigue el procedimiento operatorio especificado con anterioridad y se anotan las alturas h_1 y h_2 obtenidas en cada probeta.

El valor del equivalente de arena (SE_4) se calcula como media de las expresiones $[(h_2/h_1) \times 100]$ obtenidas para cada probeta, y se anota el resultado, redondeando al número entero más próximo. En los informes del ensayo se debe indicar SE_4 .

RESULTADO

Se calcula la expresión $(h_2/h_1) \times 100$ para cada probeta, con una precisión de una cifra decimal. Si ambos valores difieren en más de 4, se debe repetir el ensayo.

Se calcula el valor del equivalente de arena (SE) como la media de las expresiones $(h_2/h_1) \times 100$, obtenidas para cada probeta y se anota el resultado, redondeado al número entero más próximo.

Con respecto al resultado obtenido del equivalente arena, la EHE-08 (art.28. Áridos: art.28.4.2. Calidad de los finos de los áridos) establece que salvo lo que en la propia instrucción se indica (art. 28.4.2), no se utilizarán áridos finos cuyo equivalente de arena (SE_4), determinado sobre la fracción 0/4, sea inferior a:

- a) 70, para obras sometidas a la clase general de exposición I, IIa ó IIb y que no estén sometidas a ninguna clase específica de exposición.
- b) 75, el resto de los casos.

ACTIVIDADES PROPUESTAS

1. Calcular el SE_4 para el ensayo realizado en el laboratorio.

	1ª submuestra	2ª submuestra
Masa de la submuestra (g)		
h_1 (milímetros)		
h_2 (milímetros)		
$(h_2/h_1) \times 100$ (con una cifra decimal)		

Nota: los valores de $(h_2/h_1) \times 100$ de las dos submuestras de ensayo no debe diferir en más de 4.

El valor del equivalente de arena (SE) como media de los valores $(h_2/h_1) \times 100$ correspondientes a las dos determinaciones es:

SE = _____ (se redondea al número entero más próximo)

2. Según el art.28.4.2. “Calidad de los finos de los áridos” de la EHE-08, ¿Cuál es la limitación establecida para el equivalente arena? ¿Cumple con esta limitación la muestra ensayada en el laboratorio?

3. ¿Por qué es necesario limitar los valores del equivalente de arena?

PARA SABER MÁS

La presencia de finos arcillosos en la arena puede afectar negativamente tanto a la resistencia del hormigón como a su durabilidad, lo que se pretende evitar con las limitaciones incluidas en la EHE-08 (equivalente de arena y azul de metileno).

En aquellas arenas procedentes del machaqueo de rocas calizas o dolomías (entendiendo como tales aquellas rocas sedimentarias carbonáticas que contienen al menos un 70% de calcita, dolomita o de ambas que no cumplan la especificación del equivalente de arena, podrán ser aceptadas como válidas cuando se cumplan las condiciones siguientes:

-Para obras sometidas a clases generales de exposición I, IIa ó IIb, que no estén sometidas a ninguna clase específica de exposición, $AM \leq 0,6 (f / 100)$, donde “AM” es el valor de azul de metileno, según UNE-EN 933-9, expresado en gramos de azul por cada kilogramo de fracción granulométrica 0/2 mm y “f” es el contenido de finos de la fracción 0/2, expresado en g/kg y determinado de acuerdo con UNE-EN 933-1

-Para los restantes casos: $AM \leq 0,3 (f / 100)$

Cuando para la clase de exposición de que se trate, el valor de azul de metileno sea superior al valor límite establecido en el párrafo anterior y se tenga duda sobre la existencia de arcilla en los finos, se podrá identificar y valorar cualitativamente su presencia en dichos finos mediante el ensayo de difracción de rayos X. Sólo se podrá utilizar el árido fino si las arcillas son del tipo caolinita o illita y si las propiedades mecánicas y de penetración de agua a presión de los hormigones fabricados con esta arena son, al menos, iguales que las de un hormigón fabricado con los mismos componentes, pero utilizando la arena sin finos. El estudio correspondiente deberá ir acompañado de documentación fehaciente que contendrá en todos los casos el análisis mineralógico del árido, y en particular su contenido en arcilla.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] *UNE-EN 933-8*. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena
- [2] *EHE-08*. (2008). Instrucción de Hormigón Estructural. Ministerio de Fomento.
- [3] *González, E. (en elaboración)*. Vídeos de prácticas (II) de Materiales de Construcción para dispositivos móviles.