

## Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a la acción de los ciclos de humedad-sequedad

### 1 OBJETO

**1.1** Esta norma tiene por objeto describir el procedimiento que debe seguirse para determinar la resistencia a la desintegración de los áridos por la acción de ciclos de humedad-sequedad.

**1.2** Mediante este método puede obtenerse una información útil para juzgar la calidad de los áridos que han de estar sometidos a la acción de los agentes atmosféricos, sobre todo cuando no se dispone de datos sobre el comportamiento de los materiales que se van a emplear en las condiciones climatológicas existentes en la obra.

### 2 APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

**2.1 Tamices.-** Tamices con mallas de abertura cuadrada de acuerdo con las especificaciones de la norma UNE 7050 (A.S.T.M. E11-70). Los tamices necesarios, de acuerdo con los párrafos 3.1 y 3.2, son los siguientes:

SERIE FINA		SERIE GRUESA	
Tamiz UNE	Tamiz A.S.T.M.	Tamiz UNE	Tamiz A.S.T.M.
0,16	(Núm. 80)	8	( <sup>3</sup> / <sub>16</sub> pulgada)
0,32	(Núm. 50)	10	( <sup>3</sup> / <sub>8</sub> pulgada)
0,63	(Núm. 30)	12,5	( <sup>1</sup> / <sub>2</sub> pulgada)
1,25	(Núm. 16)	16	( <sup>5</sup> / <sub>8</sub> pulgada)
2,5	(Núm. 8)	20	( <sup>3</sup> / <sub>4</sub> pulgada)
4	(Núm. 5)	25	(1 pulgada)
5	(Núm. 4)	32	(1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> pulgadas)
		40	(1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> pulgadas)
		50	(2 pulgadas)
		63	(2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> pulgadas)

Tamaños mayores: los tamices se diferencian en 12,5 mm de luz

**2.2 Recipientes.-** Los recipientes para sumergir las muestras de los áridos en agua, de acuerdo con el procedimiento descrito en este método, estarán perforados de tal manera que permitan la libre entrada del agua para que pueda ponerse en contacto con la muestra y el drenaje de la misma, sin que se produzca la pérdida de partículas del árido. El volumen de agua en el cual se sumergen las mues-

tras será, por lo menos, cinco veces el volumen de la muestra sumergida.

**Nota 1.-** Son recipientes muy adecuados para emplearlos en este ensayo, cestillos hechos de tela metálica, o de chapa perforada, con una abertura apropiada al tamaño de la fracción que van a contener.

**2.3 Regulación de la temperatura.-** Se dispondrá de un medio apropiado para regular la temperatura del agua durante el período de inmersión.

**2.4 Balanzas.-** Para pesar el árido fino se necesita una balanza con capacidad de 500 g y una apreciación de 0,1 g; para pesar el árido grueso es necesaria una balanza con una capacidad mínima de 5 kg y una apreciación mínima de 1 g.

**2.5 Estufa.-** La estufa debe estar provista de dispositivos de circulación forzada de aire y ser capaz de mantener la temperatura a  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . La velocidad de evaporación a esta temperatura debe ser por lo menos de 25 gramos por hora durante un período de 4 horas. Esta velocidad se determinará por medio de la pérdida de agua en vasos de forma baja de 1 dm<sup>3</sup> de capacidad, conteniendo inicialmente cada uno 500 g de agua a la temperatura de  $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , colocados en cada rincón y en el centro de cada bandeja de la estufa durante el citado período de 4 horas. Esta comprobación se debe efectuar estando ocupada la estufa solamente por los vasos con agua.

### 3 PROCEDIMIENTO

#### 3.1 Tamaño de las muestras.

**3.1.1 Árido fino.-** La muestra del árido fino debe pasar toda por el tamiz 10 UNE (A.S.T.M. 3/8 pulgada). La muestra tendrá la masa suficiente para poder obtener 100 g de cada una de las fracciones que se indican a continuación, que estén presentes en la muestra en cantidad mayor del 5 por 100:

FRACCIÓN			
Retenido		Pasa	
Tamiz UNE	Tamiz A.S.T.M.	Tamiz UNE	Tamiz A.S.T.M.
0,32	(Núm. 50)	0,63	(Núm. 30)
0,63	(Núm. 30)	1,25	(Núm. 16)
1,25	(Núm. 16)	2,5	(Núm. 8)
2,5	(Núm. 8)	5	(Núm. 4)
5	(Núm. 4)	10	( $\frac{3}{8}$ pulgada)

**3.1.2 Árido grueso.**- La muestra del árido grueso debe ser un material del que se han eliminado todas las fracciones inferiores al tamiz 5 UNE (A.S.T.M. núm 4). Estos tamaños eliminados se ensayan de acuerdo con el procedimiento para el árido fino. La muestra debe tener, como mínimo la masa necesaria para obtener de ella las siguientes cantidades de cada una de las fracciones que se indican a continuación, que estén presentes en cantidad superior al 5 por 100:

Tamices UNE en mm (A.S.T.M.) (abertura cuadrada)	Cantidad
Del 5 al 10 (A.S.T.M. núm. 4 al $\frac{3}{8}$ pulgada)	300 g
Del 10 al 20 (A.S.T.M. $\frac{3}{8}$ al $\frac{3}{4}$ pulgada)	1000 g
Compuesta de:	
material de 10 a 12,5 (A.S.T.M. $\frac{3}{8}$ a $\frac{1}{2}$ pulgada)	33 %
material de 12,5 a 20 (A.S.T.M. $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ pulgada)	67 %
Del 20 al 40 (A.S.T.M. $\frac{3}{4}$ a $1 \frac{1}{2}$ pulgadas)	1500 g
Compuesta de:	
material de 20 a 25 (A.S.T.M. $\frac{3}{4}$ a 1 pulgada)	33 %
material de 25 a 40 (A.S.T.M. 1 a $1 \frac{1}{2}$ pulgadas)	67 %
Del 40 al 63 (A.S.T.M. $1 \frac{1}{2}$ a $2 \frac{1}{2}$ pulgadas)	3000 g
Compuesta de:	
material de 40 a 50 (A.S.T.M. $1 \frac{1}{2}$ a 2 pulgadas)	50 %
material de 50 a 63 (A.S.T.M. 2 a $2 \frac{1}{2}$ pulgadas)	50 %
Tamaños mayores, con 25 mm (1 pulgada) de separación entre tamices; cada fracción	3000 g

**3.1.3** Si las muestras contienen menos del 5 por 100 de algunas de las fracciones indicadas en los párrafos 3.1.1 y 3.1.2, no se ensayará esta fracción, pero para el cálculo de los resultados del ensayo se considerarán que tienen la misma pérdida a la acción del agua, que la media de las dos fracciones, inferior y superior más próximas, o bien si una de estas fracciones falta, se considerará que tiene la misma pérdida que la fracción inferior o superior que esté presente. Cuando las fracciones de 10 a 20 mm, 20 a 40 mm ó 40 a 63 mm indicadas en el párrafo 3.1.2 no puedan prepararse debido a la falta de uno de los dos tamaños indicados, el tamaño del que se disponga en exceso se utilizará para preparar la fracción de ensayo de la que no había cantidad suficiente.

### 3.2 Preparación de las muestras.

**3.2.1 Árido fino.**- La muestra de árido fino se lava bien sobre un tamiz 0,32 UNE (A.S.T.M. núm 50); se

deseca hasta masa constante a una temperatura de  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  y se separa en las diferentes fracciones por medio de un tamizado realizado de la siguiente manera: se hace primeramente una separación aproximada por medio de una serie de los tamices indicados en el párrafo 3.1.1. De cada una de las fracciones obtenidas de esta forma se separa la suficiente cantidad de muestra para poder obtener 100 g, después de tamizar sobre el correspondiente tamiz hasta rechazo (en general, son suficientes unos 110 g). Las partículas de árido fino que quedan encajadas en la malla del tamiz no se emplean en la preparación de la muestra. Las muestras de 100 g de cada una de las fracciones, después del tamizado final, se pesan y colocan por separado en los recipientes para ensayo.

**3.2.2 Árido grueso.**- La muestra de árido grueso se lava bien, se deseca hasta masa constante a una temperatura de  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  y se separa en las diferentes fracciones indicadas en el párrafo 3.1.2 por tamizado hasta rechazo. La cantidad requerida de cada una de estas fracciones se pesa y coloca por separado en los recipientes para ensayo. En el caso de las fracciones con tamaño superior a 20 mm (A.S.T.M.  $\frac{3}{4}$  pulgada) se cuenta también el número de partículas.

### 3.3 Ejecución del ensayo.

**3.3.1 Inmersión de las muestras en agua.**- Las muestras se sumergen en agua durante un período de tiempo no menor de 16 horas ni mayor de 18 horas, de forma que el nivel del agua quede por lo menos 13 mm por encima de la muestra (Nota 2). El recipiente se cubre para evitar la evaporación y la contaminación con sustancias extrañas. Las muestras sumergidas en agua se mantienen a una temperatura de  $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  todo el tiempo de inmersión.

**Nota 2.**- Para áridos de baja densidad es conveniente tapar los recipientes que contienen las muestras con una rejilla pesada de alambre, con lo que se evitan pérdidas de la muestra.

**3.3.2 Secado de las muestras después de la inmersión.**- Después del período de inmersión la muestra se saca del agua dejándola escurrir durante ( $15 \pm 5$ ) minutos y se introduce en la estufa. La temperatura de ésta se regula previamente a  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Se secan las muestras hasta masa constante a la temperatura indicada. Durante el período de secado se sacan las muestras de la estufa enfriándolas a la temperatura ambiente, y se pesan a intervalos de tiempo no menores de 4 horas ni mayores de 18 horas. Se puede considerar que se ha alcanzado una masa constante cuando dos pesadas sucesivas de una muestra, difieren en menos de 0,1 g en el caso de árido fino o en menos de 1,0 g en el caso de árido grueso. Una vez alcan-

zada la masa constante, se dejan enfriar las muestras a temperatura ambiente y se sumergen de nuevo en agua, como se indica en el párrafo 3.3.1.

**3.3.3 Número de ciclos.-** El proceso alternativo de inmersión y desecación de la muestra se prosigue hasta completar el número de ciclos que se especifiquen. Normalmente se harán 25 ciclos.

**3.4 Examen cuantitativo.-** El examen cuantitativo (Nota 3) se realiza de la forma siguiente:

**3.4.1** Después de terminado el último ciclo, cada fracción de la muestra se seca hasta masa constante a una temperatura de  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  y se pesa. Se tamiza el árido fino sobre los mismos tamices en que fue retenido antes del ensayo, y el árido grueso sobre los tamices indicados a continuación, según el tamaño de las partículas.

Tamaño del árido mm	Tamiz empleado para determinar la pérdida	
	Tamiz UNE	Tamiz A.S.T.M.
63 a 40	32	(1 1/4 pulgada)
40 a 20	16	(5/8 pulgada)
20 a 10	8	(5/16 pulgada)
10 a 5	4	(Núm. 5)

**Nota 3.-** Como complemento al proceso descrito en el apartado 3.4.1 puede conseguirse más información si se examina visualmente cada fracción para observar si hay o no un excesivo cuarteamiento de las partículas. También puede ser de interés si, después de haber pesado cada fracción como se indica en el párrafo 3.4.1, se juntan todas las fracciones, incluidos los detritos de cada una de ellas y se determina la granulometría total con los tamices necesarios para determinar el módulo de finura de la muestra total. El resultado del análisis granulométrico se dará en tanto por ciento acumulativo retenido por cada tamiz.

### 3.5 Examen cualitativo.

**3.5.1** Las fracciones de la muestra con tamaño mayor de 20 mm (3/4 pulgada) se examinan cualitativamente después de cada inmersión y cuantitativamente a la terminación del ensayo.

**3.5.2** El examen cualitativo constará de dos partes: 1ª, la observación del efecto que produce la acción (Nota 4) del agua y la naturaleza de esta acción, y 2ª, el recuento del número de partículas afectadas.

**Nota 4.-** La acción del agua puede manifestarse de muy diversas maneras; en general, podrá clasificarse como desintegración, resquebrajamiento, desmenuzamiento, agrietamiento, formación de lajas, etc.

Aunque sólo se requiere el examen cualitativo de las partículas con tamaño mayor de 20 mm (3/4 pulgada), se recomienda que también se examinen los tamaños inferiores para observar si se produce un resquebrajamiento excesivo.

## 4 RESULTADOS

**4.1** El resultado comprenderá los siguientes datos (Nota 5):

**Nota 5.-** Los resultados del ensayo se pueden presentar en forma similar a como se indica en los cuadros que se incluyen al final de este punto.

**4.1.1** Masa de cada fracción de la muestra antes del ensayo.

**4.1.2** Material de cada fracción, más fino que el tamiz especificado en el apartado 3.4.1 en el cual quedó retenida antes del ensayo, expresado como tanto por ciento respecto al total de la fracción original.

**4.1.3** Pérdida media, calculada por medio del tanto por ciento de pérdida de cada fracción, teniendo en cuenta la granulometría del material tal y como se recibe en el laboratorio o, mejor, teniendo en cuenta la granulometría media del material del cual se obtuvo la muestra enviada al laboratorio. En estos cálculos los tamaños inferiores al tamiz 0,32 UNE (A.S.T.M. núm. 50) se supone que no tienen pérdida.

### FORMA DE PRESENTAR LOS RESULTADOS DEL ENSAYO

Fracción		Granulometría original %	Masa de la fracción ensayada g	Pérdida total %	Pérdida media %
Pasa UNE	Retiene A.S.T.M.				
0,16	(Núm. 80)	5,4			
0,32	(Núm. 50)	11,4			
0,63	(Núm. 30)	26,0	100	4,2	1,09
1,25	(Núm. 16)	25,2	100	4,8	1,21
2,5	(Núm. 8)	17,0	100	8,0	1,36
5	(Núm. 4)	10,8	100	11,2	1,21
10	(3/8")	4,6		11,2 (*)	0,52
Totales .....		100,0	400		5,39

(\*) Se emplea la pérdida de la fracción más próxima por ser menor del 5 por 100 el porcentaje de la fracción de la muestra

Árido grueso							
Fracción		Retiene		Granulometría original %	Masa de la fracción ensayada g	Pérdida total %	Pérdida media %
Pasa UNE A.S.T.M.	UNE A.S.T.M.	UNE A.S.T.M.	UNE A.S.T.M.				
63 (2 1/2")		32 (1 1/4")		20,0	3000 (*)	4,8	0,96
32 (1 1/4")		25 (1")		45,0	1500 (*)	8,0	3,60
25 (1")		10 (3/8")		23,0	1000 (*)	9,6	2,20
10 (3/8")		5 (Núm. 4)		12,0	300 (*)	11,2	1,34
Totales .....				100,0	5800		8,10

(\*) Cantidades mínimas; se pueden emplear muestras de mayor tamaño

**4.1.4** En el caso de partículas con tamaño superior a 20 mm (3/4 pulgada) antes del ensayo:  
El número de partículas de cada fracción antes del ensayo.

El número de partículas afectadas, clasificadas según la acción en desintegradas, resquebrajadas, desmenuzadas, agrietadas, hechas lascas, etc.

— • • • —