

Análisis granulométrico de áridos gruesos y finos

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

1.1 Esta norma describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación de la granulometría, por tamizado, de los áridos gruesos y finos.

1.2 La muestra para ensayo del material pesada y seca se separa, en diferentes fracciones de tamaño de partícula, por medio de una serie de tamices de luz progresivamente decreciente.

1.3 El método se utiliza principalmente para determinar la granulometría de los materiales empleados como áridos y la conformidad de la misma con los requisitos de la especificación correspondiente, así como para proporcionar los datos necesarios en el control de producción de aquéllos. Para el análisis granulométrico de los áridos extraídos de mezclas bituminosas, se seguirá el método descrito en la norma NLT-165.

1.4 El material árido que pasa el tamiz UNE 80 μm no se puede determinar con suficiente exactitud mediante este método. Para ello se empleará el método descrito en la norma de ensayo NLT-152 «Material en los áridos que pasa el tamiz UNE 80 μm , por lavado».

2 APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

2.1 Balanzas. Las balanzas a utilizar en el ensayo tendrán la sensibilidad y precisión siguientes:

— Para el árido fino, sensibilidad 0,1 g y precisión 0,1 g o 0,1 % de la muestra de ensayo, lo que sea mayor en todo el campo de pesada.

— Para el árido grueso o mezclas de árido fino y grueso, la sensibilidad y la precisión será de 0,5 g o 0,1 % de la muestra de ensayo, lo que sea mayor en todo el campo de pesada.

2.2 Tamices. Los bastidores de los tamices se podrán acoplar de forma que se evite cualquier pérdida de material durante el proceso de tamizado. Se dispondrá de la serie de tamices de ensayo adecuada para obtener la información deseada de acuerdo con las especificaciones para el material que se ensaya. Los tamices estarán conformes con las exigencias

técnicas que para los mismos se especifican en la norma UNE 7.050 «Tamices de ensayo» (Nota 1).

Nota 1. Se recomienda la utilización de tamices de ensayo con bastidores de diámetro de 200 mm para el árido fino y de 300 mm o mayores para el árido grueso.

2.3 Estufa. Una estufa de tamaño adecuado que pueda mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.

2.4 Tamizadora mecánica. Optativa. Una tamizadora mecánica que imparta un movimiento vertical, o lateral y vertical a los tamices de tal forma que al producir rebotes y giros en las partículas del árido éstas presenten diferentes orientaciones con respecto a la superficie de los tamices. La acción tamizadora será tal que el criterio para dar por terminado el tamizado, descrito en el apartado 4.5, se satisfaga en un periodo de tiempo razonable (Nota 2).

Nota 2. Se recomienda la utilización de una tamizadora mecánica cuando la cantidad de muestra a tamizar es de 20 kg o mayor. Un tiempo excesivo (más de unos 10 minutos) en realizar un tamizado adecuado puede resultar en degradación de la muestra.

3 PREPARACION DE LA MUESTRA

3.1 La muestra de árido para el análisis granulométrico se toma del material que se va a ensayar, cuarteándola por medio de un cuarteador. El árido fino se mezcla perfectamente en estado húmedo, antes de cuartearlo, para evitar segregación y pérdida de finos. La muestra para ensayo tendrá, aproximadamente, la masa seca necesaria y será el resultado final de la operación de reducción o cuarteo. Por tanto no se intentará conseguir una masa exacta y predeterminada de la muestra para el ensayo por este medio.

Para un correcto proceso de toma de muestra y reducción o cuarteo de la misma, se seguirán las directrices que al respecto refiere la norma NLT-148 «Toma de muestras de roca, escorias, grava, arena, filler y bloques de piedra empleados como materiales de construcción de carreteras».

3.2 La cantidad adecuada de muestra para el ensayo estará conforme con los criterios siguientes:

3.2.1 Árido fino. La muestra de árido fino para análisis granulométrico debe tener aproximadamen-

te, después de seca, las siguientes cantidades en función del tamaño máximo del mismo:

- Arido con al menos 95 % que pasa el tamiz UNE 2,5 mm 100 g
- Arido con al menos 85 % que pasa el tamiz UNE 5 mm, y más del 5 % retenido en el tamiz UNE 2,5 mm 500 g

3.2.2 Arido grueso. La masa de la muestra de ensayo de árido grueso estará de acuerdo con la Tabla 1 (Nota 3).

Nota 3. El tamaño máximo nominal de un árido es el tamaño del tamiz de mayor luz de malla, de los relacionados en la especificación aplicable, en el que quede retenido alguna porción del árido.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DE LA MUESTRA (mm)	MASA MÍNIMA PARA LA MUESTRA DE ENSAYO (kg)
10	1
12,5	2
20	5
25	10
40	15
50	20
63	35
80	75
100	150
125	300

TABLA 1.

3.2.3 Mezclas de árido fino y grueso. La masa de la muestra para ensayo de mezcla de árido fino y grueso será la misma que la indicada para el árido grueso en 3.2.2.

3.3 La cantidad de muestra que se requiere con áridos de tamaño máximo nominal grande es tal como para imposibilitar el ensayo, a no ser que se realice con una gran tamizadora mecánica. Sin embargo, la finalidad de este método de ensayo se puede satisfacer para muestras de áridos con tamaños máximos nominales mayores de 50 mm, dividiendo la muestra total en varias porciones y tamizándolas por separado, siempre que el criterio de aceptación o rechazo del material esté basado en el valor medio de los resultados de las porciones ensayadas, de

modo que la masa de árido utilizada en cada porción multiplicada por el número de porciones iguale a la masa mínima para ensayo según 3.2.2.

3.4 Si se va a determinar la cantidad de material que pasa el tamiz UNE 80 μm , según la norma NLT-152 «Material en los áridos que pasa el tamiz UNE 80 μm , por lavado», se procede como sigue:

3.4.1 Si los áridos tienen un tamaño máximo nominal de 12,5 mm o menor, se utiliza una misma muestra de ensayo para ensayar por el método descrito en la norma NLT-152 y en el presente método. Primeramente, se ensaya la muestra de acuerdo con la norma NLT-152, hasta la operación final de secado, y posteriormente se tamiza la muestra como se estipula en los apartados 4.2 a 4.9 de esta norma.

3.4.2 Si los áridos tienen un tamaño máximo nominal mayor de 12,5 mm, se puede utilizar una sola muestra de ensayo como se describe en el apartado 3.4.1 o bien se puede utilizar muestras de ensayo independientes y seguir con cada una de ellas el método de la norma NLT-152 y el método descrito en la presente norma.

3.4.3 Si la especificación exige la determinación de la cantidad total de material que pasa el tamiz de 80 μm , por lavado, y en seco, se utiliza el método descrito en 3.4.1.

4 PROCEDIMIENTO

4.1 Se seca la muestra hasta pesada constante a temperatura de 110 ± 5 °C (Nota 4).

Nota 4. Si la finalidad del ensayo es de control de calidad, especialmente si se desea disponer de los resultados en breve tiempo, no es necesario, generalmente, secar el árido grueso antes de proceder al tamizado. Los resultados son poco afectados por el contenido de humedad a no ser que: (1) el tamaño máximo nominal sea menor que unos 12,5 mm; (2) el árido grueso contenga material menor de 5 mm en cantidad apreciable; o (3) que el árido grueso sea muy absorbente (como los áridos de baja densidad).

4.2 Se disponen los tamices, seleccionados al efecto para proporcionar la información requerida por la especificación que afecte al material a ensayar, en orden decreciente de mayor a menor luz de malla. El uso de tamices adicionales es aconsejable si se desea otro tipo de información, tal como el módulo de finura, o para regular la cantidad de material sobre un determinado tamiz.

4.3 Se coloca la muestra en el tamiz superior. Se agitan los tamices manual o mecánicamente durante un período de tiempo suficiente, establecido por un ensayo previo realizado con la muestra de ensayo para cumplir el criterio que al respecto se refiere en el apartado 4.5.

4.4 Se limita la cantidad de material sobre cualquier tamiz de modo que todas y cada una de las partículas tengan la oportunidad de estar en contacto con los agujeros del medio tamizante varias veces durante la operación de tamizado. En los tamices con luz menor de 5 mm, la masa de material retenido en cualquier tamiz al final del tamizado no será superior a 6 kg/m² (0,6 g/cm²) en la superficie de tamizado. En los tamices con luz de 5 mm o mayor, la masa en kg/m² sobre la superficie tamizante no excederá del producto de 2,5 por la luz del tamiz en mm. En ningún caso la masa de material será tan grande como para causar una deformación permanente del medio tamizante (Nota 5).

Nota 5. Los 6 kg/m² suponen unos 188 g por tamiz usual de 200 mm de diámetro. La cantidad retenida en cada tamiz se puede regular por: (1) introduciendo un tamiz de luz mayor inmediatamente encima del tamiz en cuestión, o (2) ensayando la muestra en varias porciones.

4.5 Se continúa el tamizado el tiempo necesario para que después de terminado no pase más de 1 % de la masa de la cantidad retenida en cada tamiz cuando se prosiga el tamizado a mano durante 1 minuto realizado como sigue: se monta individualmente cada tamiz encajado en el fondo y con su tapa; se toma con una mano en posición ligeramente inclinado y se golpea secamente el costado del tamiz con un movimiento hacia arriba contra la palma de la otra mano a razón de unas 150 veces por minuto, girando el tamiz sobre su eje aproximadamente 1/6 de vuelta por cada intervalo de 25 golpes. Se considera satisfactorio el tamizado para tamaños superiores a 5 mm, cuando el total de las partículas del material formen una sola capa. Si el tamaño de los tamices de ensayo hace impracticable el movimiento de tamizado descrito, se utilizarán tamices de 200 mm de diámetro para comprobar la suficiencia del tamizado.

4.6 Si la muestra es una mezcla de áridos finos y gruesos, la porción de muestra más fina que el tamiz de 5 mm se puede distribuir entre dos o más series de tamices para evitar la sobrecarga de los mismos. Para el cálculo se suman todas las masas retenidas de cada porción en cada tamiz de la misma luz.

4.6.1 Alternativamente, se puede reducir la cantidad de material más fino que el tamiz de 5 mm utilizando un cuarteador mecánico, y se realiza el tamizado en una de las porciones resultantes del cuarteo. Si se sigue este procedimiento, se calcula la masa de cada fracción respecto a la muestra total, de la siguiente forma:

$$A = \frac{M1}{M2} \times B$$

donde:

A = Masa de la fracción en cada tamiz, respecto a la muestra total.

M1 = Masa de la muestra total que pasa el tamiz UNE 5 mm.

M2 = Masa de la porción reducida ensayada de material que pasa el tamiz UNE 5 mm, y

B = Masa de la fracción reducida en cada tamiz tamizada.

4.7 A no ser que se utilice una tamizadora mecánica, se tamiza a mano las partículas mayores de 75 mm para determinar la luz más pequeña a través de la que cada partícula pasa. Se comienza el ensayo con el tamiz de menor luz de los que se vayan a utilizar. Se hacen girar las partículas, si fuese necesario, con el fin de determinar si pasan o no por una luz de tamiz concreta. No se forzarán las partículas a pasar a través de las aberturas.

4.8 Se determina la masa de cada tamaño del material tamizado, en una balanza que esté conforme con los requisitos especificados en el apartado 2.1, con aproximación a 0,1 % de la masa de la muestra original seca. La masa total del material después de tamizado debe ser muy próxima a la masa de la muestra original colocada sobre los tamices. Si las cantidades difieren en más de un 0,3 % de la masa original seca, los resultados no serán utilizados para fines de aceptación.

4.9 Si la muestra se ha ensayado previamente por el método NLT-152 «Material en los áridos que pasa el tamiz UNE 80 µm, por lavado» se añade la masa del material que pasa el tamiz UNE 80 µm determinada en dicho método a la masa del material que pasa tal tamiz por tamizado en seco de la misma muestra en el presente método.

5 CALCULOS

5.1 Se calculan los porcentajes totales de material que pasa cada tamiz, que retiene cada tamiz o retenido entre tamices consecutivos, con aproximación de 0,1 % con respecto a la masa de la muestra inicial seca. Si la misma muestra de ensayo se ha ensayado previamente por el método NLT-152, se incluirá la masa del material que pasa el tamiz UNE 80 µm, por lavado, en el cálculo del análisis granulométrico; y se utilizará la masa total de muestra seca antes del lavado como base para el cálculo de los porcentajes.

5.2 Se calcula el módulo de finura, cuando así se prescriba, sumando los porcentajes totales de material en la muestra retenidos en los tamices siguientes:

tes y dividiendo la suma por 100: Tamices UNE, 160 μm , 315 μm , 630 μm , 1,25 mm, 2,50 mm, 5 mm, 10 mm, 20 mm, 40 mm, y mayores que aumenten en razón de 2 a 1.

6 RESULTADOS

6.1 De acuerdo con la presentación de la especificación para el material ensayado, el resultado se expresará de alguna/s de las siguientes formas:

6.1.1 Porcentaje total de material que pasa cada tamiz, o

6.1.2 Porcentaje total de material retenido en cada tamiz, o

6.1.3 Porcentaje de material retenido entre tamices consecutivos.

6.2 El resultado de los porcentajes se expresará redondeado al número entero más próximo, excepto si el porcentaje del material que pasa el tamiz UNE 80 μm es menor que el 10 % dicho porcentaje se aproximará al 0,1 %.

7 PRECISION

7.1 El cálculo de la precisión del método, que se muestra en la Tabla 2, está basado en los resultados obtenidos por AASHTO Materials Reference Laboratory Reference Sample Program, con ensayos realizados por el método descrito en la presente norma y por el método T 27 de la propia AASHTO. Los datos están basados en el análisis de más de 100 pa-

res de resultados de ensayo procedentes de 40 a 100 laboratorios. Los valores de la tabla se presentan para valores diferentes del porcentaje de árido que pasa un tamiz y es retenido en el tamiz próximo más fino (Nota 6).

Nota 6. La significación de los índices definidos en la tabla de precisión de método de ensayo es la siguiente:

(1S) Es la desviación típica de la población de las medias características del método cuando éste se aplica bajo las condiciones específicas prescritas.

(1S%) Es la desviación típica (1S) dividida por la media de las medias y expresada como porcentaje (coeficiente de variación).

(2DS) Diferencia máxima aceptable entre dos resultados obtenidos en porciones de mismo material bajo el mismo sistema aplicable de causas descritas.

(2DS%) Es la diferencia entre dos resultados de ensayo individual expresada como porcentaje de la media. El índice se calcula multiplicando la desviación típica (1S) o el coeficiente de variación (1S%) por el factor $2\sqrt{2}$.

8 CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

ASTM C 136-84a «Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates».
UNE 7139 «Análisis granulométrico de áridos».

9 NORMAS PARA CONSULTA

NLT-165 «Análisis granulométrico de los áridos recuperados de las mezclas bituminosas».

NLT-152 «Material en los áridos que pasa el tamiz UNE 80 μm por lavado».

UNE 7.050 «Tamices de ensayo».

NLT-148 «Toma de muestras de roca, escorias, grava, arena, filler y bloques de piedra».

	% DE LA FRACCION ENTRE TAMICES CONSECUTIVOS	COEFICIENTE DE VARIACION (1S), %	DESVIACION TIPICA (1S), %	VARIACION ACEPTABLE DE LOS RESULTADOS DE ENSAYO (2DS %), % DE LA MEDIA	(D2S), %
ARIDO GRUESO (*): REPETIBILIDAD	0 a 3	30	1,4	85	4,0
	3 a 10		0,95		2,7
	10 a 20		1,38		3,9
	20 a 50				
REPRODUCIBILIDAD	0 a 3	35	1,06	99	3,0
	3 a 10		1,66		4,7
	10 a 20		2,01		5,7
	20 a 30		2,44		6,9
	30 a 40		3,18		9,0
ARIDO FINO: REPETIBILIDAD	0 a 3		0,14		0,4
	3 a 10		0,43		1,2
	10 a 20		0,60		1,7
	20 a 30		0,64		1,8
	30 a 40		0,71		2,0
REPRODUCIBILIDAD	0 a 3		0,21		0,6
	3 a 10		0,57		1,6
	10 a 20		0,95		2,7
	20 a 30		1,24		3,5
	30 a 40		1,41		4,0

* Los cálculos de precisión están basados en áridos gruesos con tamaño máximo nominal de 19,0 mm.

TABLA 2. Precisión.