

Densidad relativa y absorción de áridos finos

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

1.1 Esta norma describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación de las densidades relativas aparente y real, así como de la absorción de agua después de 24 horas de inmersión, de los áridos de tamaño inferior a 5 mm.

1.2 El método tiene aplicación en la tecnología de construcción de carreteras, pues a partir de los valores de densidad y absorción obtenidos, se calculan las relaciones masa-volumen y la proporción de huecos en las diferentes mezclas que contengan áridos, tales como los hormigones hidráulicos o las mezclas bituminosas.

1.3 Las definiciones y conceptos referentes a las densidades relativas y absorción, sobre cuya determinación versa esta norma, se describen en el apartado 3 de la norma NLT-153.

2 APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

2.1 **Balanza**, sensibilidad igual o mejor de 0,1 g, exactitud del 0,1 % de la carga, en todo el campo de utilización, y carga igual o mayor de 1 kg.

2.2 **Matraz aforado**. Matraz aforado en el que se pueda introducir la totalidad de la muestra y el volumen de su contenido pueda ser apreciado con una exactitud de $\pm 0,1 \text{ cm}^3$. La capacidad del matraz hasta el enrase será, como mínimo, un 50 % mayor que el volumen ocupado por la muestra (Nota 1).

Nota 1. Para los tamaños de áridos más finos es adecuado un matraz aforado de 500 cm³ de capacidad.

2.3 **Molde cónico**. Molde metálico troncocónico con espesor de chapa mínimo de 0,8 mm y de las dimensiones siguientes: base menor, diámetro interior, 40 ± 3 mm; base mayor, diámetro interior, 90 ± 3 mm, y altura, 75 ± 3 mm.

2.4 **Varilla de apisonado**. Varilla metálica recta, con una masa de 340 ± 15 g, terminada en uno de sus extremos en una sección de apisonamiento plana y circular de 25 ± 3 mm de diámetro.

2.5 **Tamiz UNE 5 mm** que cumpla los requisitos especificados en la norma UNE 7-050.

2.6 **Bandejas de cinc** de tamaño apropiado.

2.7 **Ventilador** o similar que proporcione una corriente de aire caliente a velocidad moderada.

3 PREPARACION DE LA MUESTRA DEL ARIDO

3.1 El muestreo y la reducción de tamaño de muestra se realiza de acuerdo con lo preceptuado en la norma NLT-148.

3.2 Se homogeneiza la muestra y se elimina el material de tamaño igual o superior a 5 mm, utilizando el tamiz UNE 5 mm. Se obtiene por cuarteo una cantidad aproximada de 1.000 g que se seca en estufa a 110 ± 5 °C hasta pesada constante.

4 PROCEDIMIENTO

4.1. Todas las determinaciones de masa se realizan y registran con aproximación a 0.1 g.

4.2 La muestra seca para ensayo, producida según 3.2, se cubre completamente con agua y se deja estar en inmersión durante 24 ± 4 horas (Nota 2).

Nota 2. Si los valores de las densidades relativas y absorción son de aplicación a los hormigones hidráulicos fabricados con áridos usualmente húmedos, en el método de ensayo se puede prescindir del secado de éstos hasta masa constante. Además, si los áridos se han mantenido con su superficie continuamente mojada, se puede omitir también la inmersión de 24 horas en agua. Los valores para la densidad relativa aparente y la absorción con áridos en estado saturado superficie seca (s.s.s.) pueden ser significativamente más altos, si antes de mojarlos se ha suprimido el secado previo en estufa referido en 3.2, por lo que deberá consignarse siempre en los resultados cualquier alteración introducida en la marcha general del método.

4.3 Después del período de inmersión se decanta cuidadosamente el agua evitando pérdida de material; se extiende la muestra sobre una bandeja y se empieza la operación de desecar la superficie de las partículas dirigiendo sobre ésta una corriente moderada de aire caliente y se agita continuamente la masa del árido para asegurar una desecación uniforme de la muestra. Se continúa el secado hasta un punto en el que las partículas del árido se derramen libremente. Para determinar este punto se procede como se describe en el apartado siguiente.

4.4 Cuando se empiece a observar visualmente que se está llegando al punto de secado referido en el apartado anterior, se sujeta con firmeza el molde troncocónico con su base mayor apoyada sobre una superficie plana no absorbente, y se transfiere a su interior, con ayuda de un embudo, una cantidad de muestra bastante que se compacta ligeramente con 25 golpes de la varilla de apisonado. Cada uno de estos golpes se hará desde unos 5 mm por encima de la superficie superior del árido, dejando caer la varilla libremente. A continuación se levanta el molde, hacia arriba, con cuidado. Si la superficie de las partículas conserva aún exceso de humedad, el cono de árido mantiene su forma inicial, en cuyo caso se continúa secando y agitando la muestra tal como se describió antes, y se realiza la prueba del cono con frecuencia, hasta que se produzca un primer desmoronamiento superficial, indicativo de que el árido ha alcanzado, finalmente, el estado de saturado superficie seca (s.s.s.) (Nota 3).

Nota 3. Si el desmoronamiento superficial se produce en la primera prueba (lo que indicaría que se ha sobrepasado, en el proceso de desecación, el estado saturado superficie seca), se añade al árido algunos cm^3 de agua, mezclando bien la masa, y se deja tapada, para evitar evaporaciones, durante una media hora. En seguida se repiten de nuevo todos los procesos de secado y prueba con el cono, descritos en los apartados 4.3 y 4.4, hasta conseguir el estado saturado superficie seca del árido.

4.5 Inmediatamente se introducen en el matraz aforado 500,0 g (Nota 4) de la muestra del árido preparada y en estado de saturada superficie seca de acuerdo con lo referido en el apartado 4.4. Previamente se ha determinado la masa, M , del matraz aforado vacío con la precisión requerida y se le ha añadido agua en cantidad bastante para facilitar la introducción del árido en aquél.

Nota 4. Se puede utilizar una cantidad de muestra inferior a los 500 g que se preconizan en el método, aunque tal cantidad nunca será menor de 50 g. En estos casos se sustituirá la cifra «500», que aparece en las expresiones matemáticas del capítulo 5, «Cálculos y resultados», por la cantidad, expresada en gramos, realmente utilizada. Consecuentemente, cuando la masa del árido considerado sea inferior a 500 g, los límites de exactitud en las determinaciones de masa y medidas se reducirán en las proporciones adecuadas.

4.6 Seguidamente se añade de nuevo agua al matraz conteniendo la muestra hasta llenar aproximadamente un 90 % de su capacidad. Para eliminar todas las burbujas de aire (aire ocluido) se rueda el matraz sobre una superficie plana e incluso se agita e invierte si es preciso (Nota 5). A continuación se introduce el matraz con su contenido en un baño de agua, cuya temperatura esté comprendida entre 21 y 25 °C, durante 1 hora, transcurrida la cual se añade nuevamente agua (Nota 6) a la misma temperatura, hasta el nivel de enrase; se saca del baño, se seca rápidamente la superficie exterior del matraz y se determina la masa, C , total del conjunto —matraz, muestra y agua— con la precisión estipulada.

Nota 5. Con áridos de utilización generalizada, el tiempo necesario para eliminar las burbujas de aire es de unos 15 a 20 minutos.

Nota 6. La masa de agua necesaria para el enrase final del matraz aforado se puede determinar volumétricamente con una bureta graduada en 0,1 cm^3 , aplicando la siguiente expresión:

$$C = 0,9976 \cdot V_a + 500 + M$$

en donde,

C = masa total del matraz, muestra y agua hasta el enrase
 V_a = volumen de agua total hasta enrase
 M = masa del matraz vacío

De esta forma se puede calcular C sin realizar la pesada correspondiente.

4.7 Se saca del matraz la muestra de árido y se deseca en estufa a 110 ± 5 °C hasta masa constante; se deja enfriar a temperatura ambiente durante 1 a 1,5 horas y se determina su masa, A .

4.8 Para determinar la masa del matraz aforado lleno de agua hasta el enrase, se sumerge éste en un baño de agua a la temperatura de ensayo y se sigue un procedimiento idéntico al referido en 4.6, respecto al tiempo de inmersión, secado exterior del matraz y determinación de la masa del mismo lleno de agua, B .

Nota 7. La masa de agua necesaria para llenar hasta el enrase el matraz vacío, a la temperatura de ensayo, se puede determinar volumétricamente con una bureta graduada en 0,1 cm^3 y así calcular la masa del picnómetro lleno de agua con la siguiente expresión:

$$B = 0,9976 \cdot V - M$$

en donde

B = masa total del matraz más agua hasta el enrase
 V = volumen del matraz, cm^3 de agua utilizada
 M = masa del matraz vacío

5 CÁLCULOS Y RESULTADOS

5.1 Se calculan las densidades relativas aparente, aparente saturada superficie seca y real, y la absorción de la muestra de áridos finos mediante las siguientes expresiones:

5.1.1 Densidad relativa aparente,

$$d_{ra} = \frac{A}{B + 500 - C}$$

5.1.2 Densidad relativa aparente saturada superficie seca (s.s.s.),

$$d_{rasss} = \frac{500}{B + 500 - C}$$

5.1.3 Densidad relativa real,

$$d_{rr} = \frac{A}{B + A - C}$$

5.1.4 Absorción, en porcentaje de muestra seca

$$Abs (\%) = \frac{500 - A}{A} \times 100$$

en donde,

A = masa en aire de la muestra desecada, en g

B = masa del matraz aforado lleno de agua, g

C = masa total del matraz aforado con la muestra y agua hasta el enrase, g

5.2 Los resultados se expresarán con aproximación de 0,01 unidades en el caso de las densidades y con aproximación del 0,1 % en la absorción.

5.3 Cada resultado se informará juntamente con las temperaturas a las que se realizan las determinaciones, de la forma siguiente:

$$\text{densidad } (t_1/t_2 \text{ } ^\circ\text{C}) = \text{valor obtenido}$$

en donde:

t_1 es la temperatura del sólido (árido) y

t_2 es la del líquido (agua) de inmersión

6 PRECISION

6.1 Los valores estimados de precisión del método se muestran en la Tabla 1 y son el resultado del análisis de más de 100 pares de resultados de ensayos procedentes de entre 40 y 100 laboratorios (AASHTO Materials Reference Laboratory, Reference Sample Program).

7 CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS

UNE 7-083-54 «Determinación del peso específico y de la absorción en gravas y arenas».

	DESVIACION TÍPICA (1S)	DIFERENCIA MÁXIMA ACEPTABLE ENTRE DOS RESULTADOS (D2S)
Repetibilidad		
Dens. relativa aparente seca	0,011	0,032
Dens. relativa aparente s.s.s.	0,0095	0,027
Dens. relativa real	0,0095	0,027
Absorción, %	0,11	0,31
Reproducibilidad		
Dens. relativa aparente seca	0,023	0,066
Dens. relativa aparente s.s.s.	0,020	0,056
Dens. relativa real	0,020	0,056
Absorción, %	0,23	0,66

TABLA 1. Precisión.

Nota: Los áridos utilizados en la determinación de la precisión del método presentaban una absorción menor del 1 %.

ASTM C 128-88 «Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate».
AASHTO T 84-86 «Standard Method of Test for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate».

UNE 83-133-90 «Aridos para hormigones. Determinación de las densidades, coeficiente de absorción y contenido de agua en el árido fino».

8 NORMAS PARA CONSULTA

NLT-148 «Toma de muestras de roca, escorias, grava, arena, polvo mineral y bloques de piedra empleados como materiales de construcción de carreteras».

NLT-153 «Densidad relativa y absorción de áridos gruesos».

UNE 7050 «Tamices de ensayo».