

Práctica 8

ABSORCIÓN DE AGUA POR CAPILARIDAD EN MATERIALES CERÁMICOS DE CONSTRUCCIÓN

1. Objetivos docentes

Introducirse en los ensayos que requiere un material cerámico de construcción para la realización de su ficha técnica.

2. Objetivo del trabajo práctico

Determinar el coeficiente de absorción de agua por capilaridad de materiales cerámicos de construcción (hormigón, cerámica blanca, roja (arcilla cocida), piedra natural y piedra artificial).

3. Fundamento teórico

Materiales cerámicos de construcción

Los cerámicos son todos aquellos materiales sólidos inorgánicos no metálicos. Aunque la cerámica es un producto fabricado por el hombre, las rocas y minerales no metálicos que forman la corteza terrestre son también materiales cerámicos en cuanto a su naturaleza y propiedades.

Los materiales cerámicos se utilizan abundantemente en la construcción de viviendas, edificios y todo tipo de obras civiles. En la cerámica de construcción se distingue la cerámica roja (ladrillos y tejas), la blanca (sanitarios y piezas especiales) y los productos para revestimientos (baldosas y azulejos). También se utilizan abundantemente piezas de hormigón de cemento Portland y de piedra artificial, así como los vidrios planos y toda una serie de productos más especializados. Las materias primas necesarias para la fabricación de todos estos materiales (arcillas, arenas y áridos) y la piedra natural son ejemplos de materiales cerámicos de origen natural que se utilizan en construcción.

Los materiales de construcción deben ser resistentes y duraderos. Sin embargo, en el medio ambiente hay agentes agresivos que erosionan, corroen y degradan los materiales cerámicos de construcción. Uno de los agentes más peligrosos es el agua, que combinada con las sustancias que disuelve (sales, ácidos y bases) y con los cambios de temperatura se convierte en uno de los peores enemigos para la durabilidad de los materiales cerámicos de construcción.

El agua penetra fácilmente por los poros y grietas de pequeño tamaño, bien directamente o ayudada por la capilaridad. En algunos materiales el agua produce un aumento de volumen que trae consigo el mismo tipo de problemas que la dilatación térmica diferencial.

Además, en su recorrido por el interior del material, el agua disuelve y arrastra las sales solubles aumentando la porosidad original y creando depósitos de sales en lugares no deseados. Una vez que contiene sales o ácidos (lluvia ácida) el agua se vuelve aún más corrosiva.

Por todo esto, en las fichas técnicas de los materiales cerámicos de construcción siempre se incluyen uno o varios parámetros relacionados con la absorción de agua.

El coeficiente de absorción de agua es el porcentaje que aumenta el peso de una probeta del material cuando se satura con agua. Para cada tipo de material de construcción existe un ensayo normalizado que regula su determinación.

El coeficiente de absorción se puede determinar por inmersión total o bien por capilaridad. En este último caso también se denomina coeficiente de capilaridad. Los ensayos de capilaridad se requieren siempre que los materiales que van a colocar total o parcialmente enterrados o en contacto directo con agua. Existen materiales que son anisotrópicos en cuanto a la absorción de agua por capilaridad, en cuyo caso hay que realizar el ensayo con probetas cortadas en las diferentes direcciones de interés.

Normativa al respecto

Existe una variedad de normas relacionadas con la absorción de agua en materiales cerámicos de construcción. Esta práctica se ha montado siguiendo la norma UNE-EN 1925:1999 "Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad". Para las piezas de arcilla cocida aplica la norma UNE-EN 772-11:2001 y UNE-EN 772-11:2001/A1 "Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 11: Determinación de la absorción de agua por capilaridad de piezas para fábrica de albañilería en hormigón, piedra natural y artificial, y de la tasa de absorción de agua inicial de las piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería".

La diferencia radica en que para la piedra natural es necesario realizar pesadas a distintos intervalos durante un periodo largo de tiempo (hasta varios días ya que la absorción es pequeña), mientras que para la arcilla cocida lo que se determina es la *tasa inicial de absorción de agua por capilaridad*, realizando una única medida al minuto de estar en contacto con el agua. En esta práctica se seguirá el procedimiento para la piedra natural.

4. Material e instrumental necesarios

Probetas de un material cerámicos de construcción (tres unidades)

Calibre

Balanza de sensibilidad de al menos 0.01 g

Baño de agua para capilaridad (nivelado horizontalmente con una rejilla metálica en el interior para sumergir las probetas en agua sólo 3 mm)

Agua del grifo

Cronómetro

Paño húmedo

5. Protocolo para la realización práctica

La forma y dimensiones que indica la norma para las probetas de piedra natural para el ensayo de capilaridad son de un cubo de lado entre 70 y 50 mm o un cilindro recto de entre 70 y 50 mm de diámetro y de altura. Las muestras deben tener al menos una cara no pulida (cortada a disco) que será por donde se sumerja.

Según norma se deben ensayar 6 probetas de cada material. Por limitaciones de tiempo, en esta práctica se ensayarán únicamente 3 probetas.

1. Medida de las dimensiones de las probetas:

Comprueba que las probetas están marcadas con algún número o letra para identificarlas a lo largo de todo el ensayo.

Con las manos limpias y libres de grasa, pesa tres probetas de cada material en la balanza de sensibilidad 0.01g. A esta masa de la probeta seca la llamamos m_d .

Seguidamente mide sus dimensiones con ayuda de un calibre. Realiza al menos dos medidas en lugares diferentes para determinar la longitud de cada uno de los lados del prisma.

Selecciona la cara que se va a sumergir de cada una. Necesitarás conocer con gran precisión el área de la cara sumergida (cualquiera de las caras no pulidas siempre que la cara no pulida quede vertical).

2. Absorción de agua por capilaridad:

Vierte agua del recipiente en el baño justo hasta el borde superior del alambre más grueso y elevado de la rejilla. De este modo habrá unos 3 mm de agua sobre los alambres más finos que se encuentran en el plano inferior.

Humedece un paño o trozo de papel secante y colócalo horizontalmente sobre la poyada. Coloca un papel absorbente sobre la balanza de sensibilidad 0.01 g y tálala. Coloca cerca el cuaderno y bolígrafo para anotar lo más rápidamente el resultado de las pesadas y pon a cero el cronómetro.

Cuando todo esté preparado, coloca la probeta (piedra) en el interior del baño con la cara seleccionada para sumergirla hacia abajo, de modo que quede sumergida 3 mm en agua, al mismo tiempo que se pone en marcha el cronómetro.

Pasado 1 minuto, saca la probeta del agua, sécala ligeramente apoyándola sobre el paño húmedo y pésala en la balanza. Devuélvela al agua lo más rápidamente posible ya que el tiempo del ensayo sigue corriendo.

Así sucesivamente debes realizar al menos 7 medidas durante una hora, a diferentes tiempos: 1, 3, 5, 10, 15, 30 y 60 minutos.

Las probetas no deben mojarse por otro sitio que no sea por la cara sumergida. Ten cuidado de no salpicar o chocar unas con otras al manipularlas para realizar las pesadas.

Cuando la primera de las probetas se haya pesado a los 5 minutos, se puede comenzar a realizar el ensayo con la segunda probeta, y luego con la tercera.

3. Finalización de la práctica y limpieza del material:

Una vez realizadas todas las pesadas, saca las probetas del baño y déjalas encima del paño. Saca la rejilla metálica del baño y tira el agua en el fregadero. Si quedan restos, enjuágalos ligeramente con agua del grifo y deja el baño y la rejilla escurriendo en tu lugar de trabajo.

4. Tasa inicial de absorción de agua por capilaridad:

La tasa inicial de absorción de agua por capilaridad (C_{ini}) se define como:

$$C_{ini} = \frac{m_{1min} - m_d}{A t} 10^3 \quad (\text{kg m}^{-2} \text{min}^{-1})$$

Utilizando los datos de $t = 1$ minuto, como indica la norma para las piezas de arcilla cocida. La incertidumbre de este coeficiente según la norma debe ser de $0.1 \text{ kg m}^{-2} \text{min}^{-1}$. Compara esta incertidumbre teórica con la que obtienes aplicando propagación de errores.

6. Ejercicios y Cuestiones

- i. Indica el material, la forma y las dimensiones de las probetas ensayadas por capilaridad.
- ii. Calcula el volumen total (V), la superficie total (S), la relación S/V y la superficie de la cara sumergida de las probetas.
- iii. Prepara una tabla de datos del ensayo de capilaridad en la que aparezca: tiempo (s), raíz cuadrada del tiempo ($s^{1/2}$), masa (g) y masa de agua absorbida por unidad de área sumergida (g/m^2).
- iv. Representa gráficamente la masa de agua absorbida por unidad de área sumergida frente a la raíz cuadrada del tiempo para cada probeta.
- v. Calcula el coeficiente de capilaridad C, mediante el ajuste lineal por Mínimos Cuadrados de los datos del apartado anterior para cada probeta. La pendiente obtenida (y su error asociado) es el coeficiente de capilaridad C. ¡Atención a las unidades!
- vi. Calcula la Tasa inicial de absorción de agua por capilaridad C_{ini} (y su error asociado, teniendo en cuenta propagación de errores) para cada probeta.
- vii. Con los tres valores de C y los tres valores de C_{ini} calcula los valores promedio de ambos parámetros. ¿Habría que haber realizado más medidas según la Teoría de Medidas?
- viii. Compara el valor medio del coeficiente de capilaridad \bar{C} con el valor medio de la Tasa inicial de capilaridad \bar{C}_{ini} . ¿Se pueden comparar directamente estos dos coeficientes?