

Análisis mediante microscopio electrónico de barrido de la succión del ladrillo visto de fabricación extrusionada hidrofugado

Jesús Angel Coronado Martín (*)

Alfonso García Santos (**)

Jose Francisco Padial Molina (**)

Autor para correspondencia: jacoronado@pucesi.edu.ec

(*) Investigador de la Pontificia Universidad Católica de Ecuador Sede Ibarra PUCE-SI

(**) Investigadores de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.

Manuscrito recibido el 30 de septiembre del 2013. Aprobado tras revisión el 19 de diciembre del 2013

RESUMEN

Esta investigación analiza la alteración que se produce en la cerámica porosa cara vista de fabricación extrusionada, al ser tratada superficialmente con productos hidrofugantes, estudiando la succión de la cerámica porosa, en base a la variación respecto a la cerámica sin hidrofugar, de dos parámetros: tasa de absorción inicial y nivel de agua superficial. Para poder cuantificar el grado de alteración que produce cada hidrofugante en la superficie de la cerámica porosa, se obtienen imágenes con el microscopio electrónico de barrido (MEB) a 3000 aumentos, pudiendo observar cómo afecta el grado de alteración de la superficie a los resultados obtenidos en la succión de la cerámica. Así, se selecciona la cerámica de fabricación extrusionada. Los productos hidrofugantes se seleccionan en función de su composición química en seis tipos clasificados en monocomponente y bicomponente.

La metodología empleada para el ensayo de succión está basada en la norma UNE-EN 772-11:2001 "Tasa de absorción de agua inicial", observándose que todos los productos hidrofugantes reducen los parámetros de tasa de absorción inicial y nivel de agua superficial de la cerámica porosa cara vista, respecto de la cerámica sin hidrofugar, alterando la superficie de la cerámica en mayor o menor grado, dependiendo de la composición del hidrofugante aplicado. Se analiza la superficie de la cerámica mediante comparación de imágenes entre la cerámica sin hidrofugar y tratada con los diferentes productos, obtenidas mediante MEB.

Palabras clave: Cerámica, succión, productos hidrofugantes, microscopio electrónico de barrido.

ABSTRACT

This study examines the alteration that occurs in the porous ceramic manufacturing extruded face side, being surface treated with water repellent products, suction studying porous ceramic, based on the variation from the waterproofed ceramic, two parameters: initial absorption rate and surface water level. To quantify the degree of disturbance which occurs every repellent on the surface of the porous ceramic, is imaged with a scanning electron microscope (SEM) at 3,000 magnifications, can be seen how it affects the degree of surface damage to the results suction in ceramics. Is selected extruded pottery manufacturing. Water repellents products are selected based on their chemical composition in six classes in monocomponent and bicomponent.

The methodology used is based on the UNE-EN 772-11:2001 Standard "Initial rate of water absorption", noting that all the water repellent products reduce the initial absorption rate and surface water level parameters of the porous face ceramic, compared to the non-treated ceramic. The ceramic surface is analyzed by image comparison between ceramic not been waterproofed and treated with different products, obtained by SEM. All water repellent products reduce parameters initial absorption rate and surface water level of the porous ceramic face side, on waterproofed ceramic without altering the ceramic surface to a greater or lesser degree, depending on the composition of water repellent product applied.

Keywords: Ceramic, suction, water repellent products, scanning electron microscope.

INTRODUCCIÓN

Debido a la amplia gama de productos hidrofugantes que están actualmente en el mercado es necesario investigar cada uno de ellos en las propiedades de la cerámica porosa cara vista, ya que se aplican de forma aleatoria y en muchas ocasiones los resultados no son los previstos en un inicio.

En trabajos anteriores, Fort (2007), Wacker-chemie (1973), Coronado (2012) y Coronado, García & Padial (2013),

se ha estudiado cómo influyen los hidrofugantes en la cerámica porosa cara vista clasificada según su tipo de fabricación, obteniendo cuál es el producto que mayor reducción presenta de la succión.

Esta investigación analiza la alteración que se produce en la cerámica porosa cara vista de fabricación extrusionada, al ser tratada superficialmente con productos hidrofugantes, estudiando la succión de la cerámica porosa, en base a la variación respecto a la cerámica sin hidrofugar, de dos parámetros.

tros: tasa de absorción inicial y nivel de agua superficial. Los productos hidrofugantes se clasifican en función de su composición, para poder identificar qué producto hidrofugante es el que produce la mayor variación de los parámetros en el tipo de cerámica extrusionada estudiada.

Para poder cuantificar el grado de alteración que produce cada hidrofugante en la superficie de la cerámica porosa, se obtienen imágenes con el microscopio electrónico de barrido (MEB) a 3000 aumentos, pudiendo observar como afecta el grado de alteración de la superficie a los resultados obtenidos en la succión de la cerámica.

Los productos hidrofugantes consisten en una impregnación, la cual penetra a través de la porosidad del material sobre el que se aplica reduciendo drásticamente la succión de agua, sin taponar los poros, y por tanto, sin alterar significativamente la permeabilidad del soporte al vapor de agua. La adherencia entre una impregnación y la cerámica se debe a varios factores pero fundamentalmente a la diferencia de tensiones superficiales existentes entre ambos materiales. La composición de los hidrofugantes está basada en la utilización de materiales poliméricos que poseen una menor tensión superficial que el resto de los materiales utilizados en construcción y de esta manera garantizan su unión, según García (2001) y Fort (2007).

Cada producto hidrofugante es aplicado a una muestra del modelo de cerámica porosa seleccionado, cuantificándose la variación de la tasa de absorción inicial y del nivel de agua superficial que produce cada producto, pudiendo determinar el hidrofugante que mayor variación produce. Las imágenes obtenidas en el MEB se analizan comparando las imágenes obtenidas de la cerámica sin hidrofugar y las obtenidas de la cerámica tratada con los diferentes productos, estudiando la relación entre el grado de alteración que producen los hidrofugantes en la cerámica porosa cara vista y los resultados obtenidos en el ensayo de succión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

En relación con los tipos de fabricación (manual, prensado y extrusionado), se realiza la elección de la cerámica extrusionada, seleccionando siete modelos, aplicando a cada uno un tipo de producto y dejando uno sin tratar.

Se caracterizan todas las cerámicas seleccionadas, calculando su coeficiente de absorción, según la norma UNE 67.027-84 (1984), y se obtiene el valor del coeficiente de absorción (CA) medio de la cerámica extrusionada 12,47%.

Fort (2007) señala que los productos hidrofugantes se estructuran en dos grandes grupos: orgánicos y órgano-silícicos. Los estudiados en este artículo son los órgano-silícicos ya que en la actualidad son los más utilizados para la aplicación sobre materiales cerámicos porosos cara vista y se pueden clasificar en: mono-componente y bi-componente, según Coronado & García (2011). Así:

Mono-componente: se obtienen a partir de un alquil-triclorosilano y son los siguientes: siliconatos, silanos, siloxanos, alquilalcoxisilanos oligoméricos, alquilalcoxisilanos poliméricos y resinas

Bi-componente: se obtienen a partir de la mezcla de dos productos mono-componente.

Fort (2007) y Wacker (1973) señalan que los productos hidrofugantes órgano-silícicos son una impregnación transparente y por lo tanto son elementos que penetran a través de la porosidad del material sobre el que se aplica. Los hidrofugantes son tratamientos que forman una película continua que recubre la superficie de los poros y que reducen drásticamente la succión de agua, sin taponar los poros, y por tanto, sin alterar significativamente la permeabilidad del soporte a los gases y al vapor de agua. Esta investigación pretende cuantificar la variación de la tasa de absorción inicial y del nivel de agua superficial que producen los hidrofugantes en el soporte cerámico.

De acuerdo con la clasificación indicada anteriormente, la selección de los productos hidrofugantes se realiza en función de su composición, siguiendo a Coronado (2012), Coronado & García (2010 y 2011) y Coronado, García & Adell (2010).

Tabla 1: Selección y características de los productos hidrofugantes.

Clasificación	Hidrofugante	Componente	Solución	Densidad (Kg/litro)
Mono-componente	H1	Siliconatos	Acuosa	1,001
	H2	Silanos	Disolvente (xileno)	0,8
	H3	Siloxanos Oligoméricos	Disolvente (white spirit ¹)	0,9
	H4	Siloxanos Poliméricos	Disolvente (white spirit ¹)	0,83
	H5	Resina Fluorada	Acuosa	0,95-1,00
Bi-componente	H6	Silanos/Siloxanos	Acuosa	1

¹ White Spirit: Hidrocarburo alifático derivado del petróleo.

Fuente: Coronado Martín, García Santos, Padial Molina (2013). La influencia de los productos hidrofugantes en la succión del ladrillo cerámico cara vista. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. ISSN 0366-3175. Vol. 52. nº 4, 2013 (julio/agosto). Págs. XV-XVIII. Julio/Agosto 2013.

Métodos

La metodología utilizada se divide en dos partes:

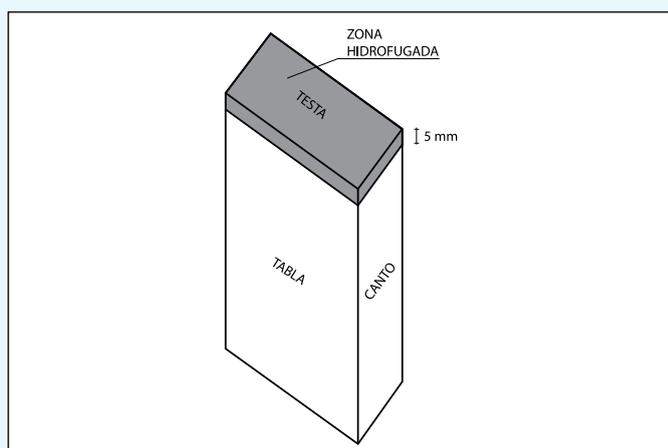
1.- Realización del ensayo de succión basado en la norma UNE-EN 772-11:2001 "Tasa de absorción de agua inicial" realizado en el laboratorio de materiales de construcción de Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, en las que existen unas condiciones de temperatura de 20°C y una humedad relativa del 35%.

Para la realización del experimento se utilizan los siguientes aparatos: cubeta de profundidad 50 mm, soporte

para mantener la probeta encima de la cubeta, cronómetro, balanza para pesar las probetas con una precisión de 0,01 g., mesa de reproducción y cámara digital, 4.0 megapíxeles.

De cada modelo de cerámica porosa cara vista seleccionada, se escogen siete muestras. Cada muestra es hidrofugada en su cara de testa mediante pincel hasta saturación del soporte, según indicaciones de los fabricantes. La probeta queda hidrofugada según la figura 1.

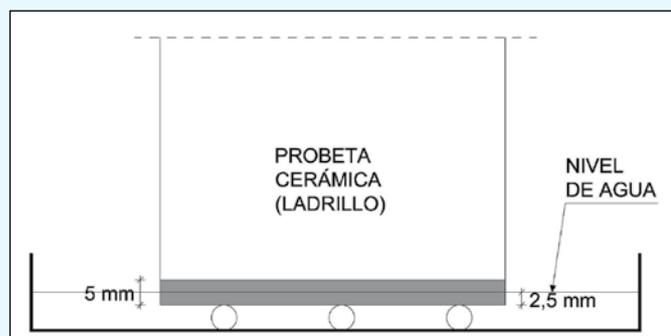
Gráfico 1. Parte hidrofugada de muestra cerámica



Fuente: Coronado Martín, J. A. (2012). Influencia de los productos hidrofugantes en las propiedades superficiales de las cerámicas porosas utilizadas en cerramientos exteriores cara vista. Tesis doctoral. Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas. E.T.S. Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.

El tiempo de secado de las muestras hidrofugadas es de 24 horas (el tiempo máximo recomendado por los fabricantes para que el hidrofugante esté completamente seco). La prueba de succión se realiza entre las 24 y las 72 horas después, se introduce su cara de testa en la cubeta previamente llenada de agua hasta el nivel indicado (este nivel se obtiene añadiendo a la cubeta 300g de agua), según figura 2.

Gráfico 2. Esquema del ensayo de succión



Fuente: Coronado Martín, J. A. (2012). Influencia de los productos hidrofugantes en las propiedades superficiales de las cerámicas porosas utilizadas en cerramientos exteriores cara vista. Tesis doctoral. Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas. E.T.S. Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.

Se mantiene la probeta en la cubeta un minuto, se pesa y se coloca en la mesa de reproducción donde se realiza una fotografía de la cara de canto. Se introduce de nuevo en la cubeta y se repite el proceso para los tiempos 2, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos.

Diversos autores, como Coronado (2012), Coronado et al. (2013), Coronado & García (2010 y 2011), Coronado et al. (2010), García & Conci (2005) y Beltramone, García & García (2003), señalan que para la obtención de fotografías resulta conveniente colocar la cámara en la mesa de reproducción, en cuya base se debe situar la muestra de ladrillo a una distancia de 40 cm. desde la cara vista hasta el objetivo de la cámara. Se coloca una escala para medir el aumento de nivel de agua en la superficie de la probeta.

Se obtienen, para todos los tiempos indicados, el peso total de la probeta en temperatura ambiente más el peso del agua succionada. Por tanto, se calcula el aumento de peso (en tanto por mil) que experimenta la probeta en función del tiempo. Para la obtención de la tasa de absorción inicial se utiliza la siguiente fórmula:

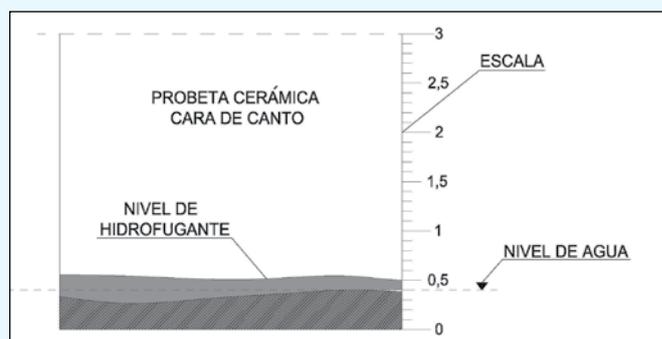
$$C = (M_i - M_a) / (A_s \times t)$$

Donde C es la tasa de absorción, M_i es la masa de la probeta después de inmersión, M_a es la masa de la probeta a temperatura ambiente, A_s es la superficie bruta de la cara sumergida y t es el tiempo.

El aumento de nivel de agua en la superficie de la cerámica se realiza analizando la fotografía obtenida en un programa informático. La fotografía es insertada en dicho programa, en el cual la escala se transforma en formato digital con el fin de poder situarla justo en la zona donde se produce la succión de la probeta.

La succión en la probeta de ladrillo cerámico, tanto del producto hidrofugante como del agua, se produce de manera no uniforme (como se representa en la figura 3), ya que el material es poroso y por lo tanto, no homogéneo. Coronado (2012) y Coronado et al. (2013) señalan que para la obtención del nivel de agua, se marca el máximo nivel dejado en la superficie de la probeta trasladándolo a la escala para obtener su valor.

Gráfico 3. Esquema de obtención de nivel de agua



Fuente: Coronado Martín, García Santos, Padiel Molina (2013). La Influencia de los Productos Hidrofugantes en la Succión del Ladrillo Cerámico Cara Vista. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. ISSN 0366-3175. Vol. 52. nº 4, 2013 (julio/agosto). Págs. XV-XVIII. Julio/Agosto 2013.

Se obtiene de este modo, a partir de los datos del nivel de agua, el porcentaje de variación existente entre la medición de los niveles en tiempos consecutivos.

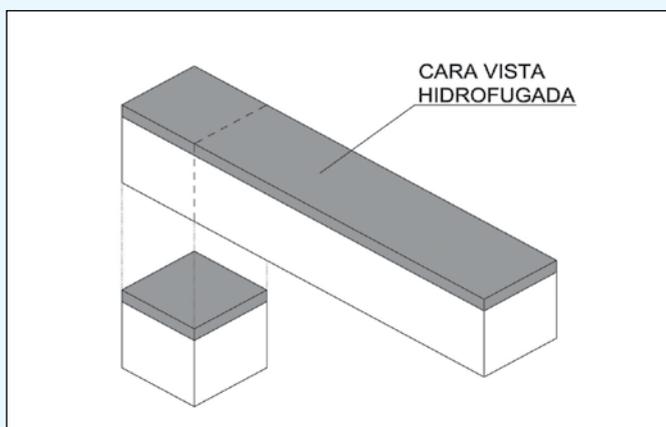
2°.- La aplicación de la técnica de microscopía electrónica de barrido tiene por objeto analizar la superficie de la cerámica hidrofugada con cada uno de los productos hidrofugantes seleccionados para poder observar la alteración superficial que produce cada hidrofugante en el soporte cerámico poroso una vez aplicado. Este ensayo se realiza en el Centro de Microscopía Electrónica de la Universidad Complutense de Madrid.

Se utiliza la siguiente instrumentación: estufa ventilada: capaz de mantener una temperatura de 60°C, portamuestras: metálicos para colocar las probetas e introducirlas en el microscopio electrónico, metalizadora y MEB con las siguientes características: tensión de aceleración de 0,2 a 40 kV, resolución: 35 Å a una distancia de trabajo de 8 mm y 35 kV.

Para la elaboración de este estudio se utilizan probetas de dimensiones de 1,0x1,0x1,0 cm aproximadamente que provienen del corte de la cerámica porosa original. La cerámica original es cortada inicialmente con máquina de disco de agua, obteniéndose unas probetas previas con unas dimensiones aproximadas de 5,0x1,0x1,0 cm y que posteriormente se cortan, obteniendo las probetas definitivas que son las que se introducen en el MEB.

Se hidrofugan las probetas obtenidas de dimensiones 5,0x1,0x1,0 cm en su cara vista, mediante pincel hasta saturación del soporte, según las recomendaciones de los fabricantes, según se muestra en la figura 4. El tiempo de secado de las muestras hidrofugadas es de un mínimo de 24 horas (el tiempo recomendado por los fabricantes para que el hidrofugante esté completamente seco). Tanto la hidrofugación como el secado del hidrofugante, se realizan en condiciones ambientales de laboratorio, según Coronado (2012), Coronado et al. (2013), Coronado & García (2010 y 2011), Coronado et al. (2010).

Gráfico 4. Hidrofugación de probetas.

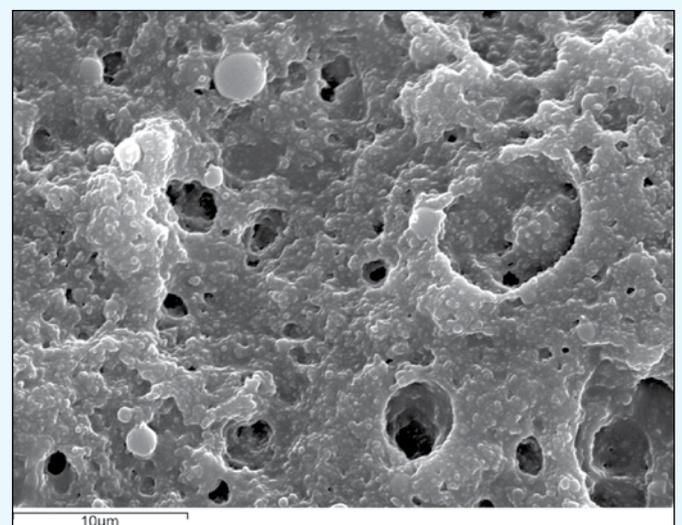


Fuente: Coronado Martín, J. A. (2012). Influencia de los productos hidrofugantes en las propiedades superficiales de las cerámicas porosas utilizadas en cerramientos exteriores cara vista. Tesis doctoral. Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas. E.T.S. Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.

Secado el hidrofugante, se introducen en la estufa ventilada un tiempo mínimo de cuatro horas para eliminar toda la humedad de la probeta, hasta que ésta tenga un peso constante, ya que para el estudio es necesario que las probetas que estén completamente secas.

Una vez que las probetas están completamente secas, se obtiene un pedazo de dimensiones 1,0 x 1,0 x 1,0, se le aplica un baño de oro para hacerla conductora y se coloca en un portamuestras para poder introducirla en el MEB. Se introducen las probetas en el microscopio electrónico de barrido, realizando fotografías de la superficie de la cerámica a 3.000 aumentos. En la figura 5 se muestra una fotografía obtenida con MEB a 3.000 aumentos.

Imagen 1. Cerámica con MEB a 3.000 aumentos.



Fuente: Coronado Martín, J. A. (2012). Influencia de los productos hidrofugantes en las propiedades superficiales de las cerámicas porosas utilizadas en cerramientos exteriores cara vista. Tesis doctoral. Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas. E.T.S. Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.

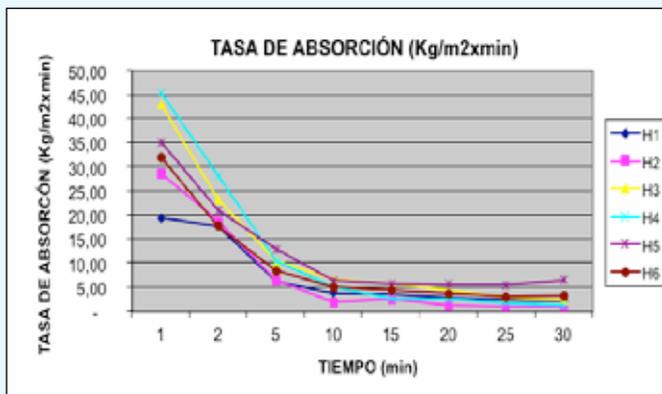
De cada una de las probetas hidrofugadas con cada tipo de hidrofugante, además de una sin tratar para tener de referencia la cerámica sin tratar, se realizan fotografías a 3.000 aumentos para posteriormente analizarlas por comparación y observar cómo afecta el grado de alteración de la superficie a los resultados obtenidos en la succión de la cerámica.

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Se muestran los resultados obtenidos en el ensayo de succión de los parámetros tasa de absorción inicial y nivel de agua superficial, representados gráficamente, para cada tipo de cerámica ensayada, hidrofugada con cada uno de los productos hidrofugantes seleccionados.

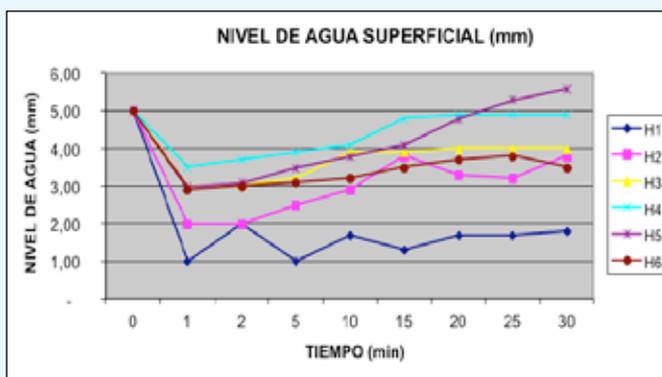
En las figuras 5 y 6 se muestran las gráficas de la tasa de absorción inicial y del nivel de agua superficial obtenidos para la cerámica de fabricación extrusionada ensayada.

Gráfico 5. Tasa de absorción inicial de la cerámica hidrofugada con cada tipo de hidrofugante



Fuente: Coronado Martín, J. A. (2012). Influencia de los productos hidrofugantes en las propiedades superficiales de las cerámicas porosas utilizadas en cerramientos exteriores cara vista. Tesis doctoral. Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas. E.T.S. Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.

Gráfico 6. Nivel de agua superficial de la cerámica hidrofugada con cada tipo de hidrofugante

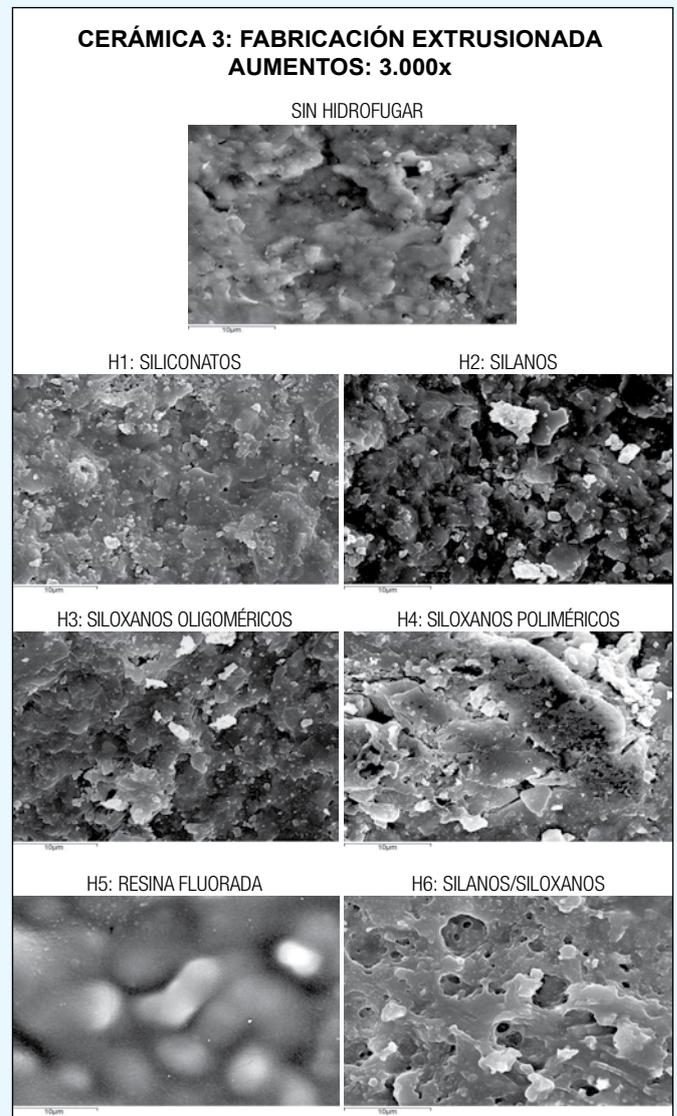


Fuente: Coronado Martín, J. A. (2012). Influencia de los productos hidrofugantes en las propiedades superficiales de las cerámicas porosas utilizadas en cerramientos exteriores cara vista. Tesis doctoral. Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas. E.T.S. Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.

No se representan los valores de la cerámica sin hidrofugar (H0) de la tasa de absorción y del nivel de agua superficial, ya que se desvirtuarían las gráficas por su elevado valor. Para la cerámica 3 el valor de la tasa de absorción en el minuto 1 es de 465,49 Kg/m²xmin y en el minuto 30 de 101,53 Kg/m²xmin. Del nivel de agua superficial el valor en el minuto 1 es de 19,70 mm y en el minuto 30 de 28,60 mm.

Los resultados obtenidos mediante el MEB son las imágenes obtenidas a 3.000 aumentos. Se muestran a continuación el conjunto de las imágenes realizadas a cada tipo de cerámica hidrofugada con todos los tipos de hidrofugantes, incluyendo la cerámica sin hidrofugar.

Imagen 2. Cerámica hidrofugada con todos los productos y sin tratar a 3.000 aumentos.



Fuente: Coronado Martín, J. A. (2012). Influencia de los productos hidrofugantes en las propiedades superficiales de las cerámicas porosas utilizadas en cerramientos exteriores cara vista. Tesis doctoral. Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas. E.T.S. Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con los resultados obtenidos en cada tiempo se muestra, de cada parámetro y para cada tiempo, el porcentaje (%) de reducción respecto a la cerámica sin tratar. De todos los porcentajes obtenidos para cada tiempo, se obtiene el porcentaje de reducción total, aplicando la media aritmética a los porcentajes obtenidos para cada tiempo ensayado. En la tabla 2 se presenta el porcentaje de reducción de la tasa de absorción y del nivel de agua superficial respecto a la cerámica sin tratar, que produce cada hidrofugante en la cerámica ensayada (signo + aumento; signo - disminución).

Tabla 2. Porcentaje de variación de la tasa de absorción inicial y del nivel de agua superficial respecto de la cerámica sin hidrofugar.

	VARIACION RESPECTO DE H0 (%)					
	H1	H2	H3	H4	H5	H6
TASA DE ABSORCIÓN	- 95,67	- 96,44	- 94,63	- 94,43	- 92,31	- 93,46
NIVEL DE AGUA SUPERFICIAL	- 88,88	- 80,75	- 78,97	- 73,67	- 74,78	- 76,34

Fuente: Coronado Martín, J. A. (2012). Influencia de los productos hidrofugantes en las propiedades superficiales de las cerámicas porosas utilizadas en cerramientos exteriores cara vista. Tesis doctoral. Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas. E.T.S. Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.

Se observa que todos los hidrofugantes producen una modificación importante en los parámetros de tasa de absorción y en el nivel de agua superficial en la cerámica ensayada, respecto de la muestra sin hidrofugar. La tasa de absorción inicial y el nivel de agua superficial, se reducen en todos los hidrofugantes en más de un 92% y de un 73%, respectivamente. El hidrofugante que más reduce la tasa de absorción inicial es el H2 de componente silanos con una reducción media respecto de la cerámica sin hidrofugar de un 96,44%. El nivel de agua superficial presenta mayor reducción con el hidrofugante H1 de componente siliconatos con una reducción media del 88,88%.

Se analizan las imágenes obtenidas mediante MEB comparando las imágenes obtenidas entre la cerámica sin hidrofugar con la tratada, observando el grado de alteración que producen los diferentes productos sobre la superficie de la cerámica.

- **Hidrofugante H1 de componente siliconatos:** El hidrofugante se adapta a la superficie de la cerámica dejando la superficie suavizada, con menores irregularidades pero algo más angulosas. Se reduce el tamaño de los poros. Se produce alteración baja respecto a la cerámica sin hidrofugar.
- **Hidrofugante H2 de componente silanos:** El hidrofugante se adapta a la superficie de la cerámica base, presentado un aspecto más geométrico. El número de poros se mantiene, reduciendo su tamaño. El hidrofugante produce alteración baja.
- **Hidrofugante H3 de componente siloxanos oligoméricos:** La cerámica hidrofugada presenta un aspecto más continuo. El tamaño y número de los poros se reduce. Se produce grado de alteración medio.
- **Hidrofugante H4 de componente siloxanos poliméricos:** La superficie hidrofugada se presenta como una película con irregularidades angulosas y superficie fracturada, en la que se aprecian nu-

merosas fisuras que no se corresponden con la porosidad de la cerámica base. El hidrofugante produce alteración media.

- **Hidrofugante H5 de componente resina fluorada:** Se altera la superficie creando una película continua plana sin poros y que elimina todas las irregularidades de la cerámica base. Este hidrofugante altera muy significativamente la superficie de la cerámica, reduciendo el número y el tamaño de los poros. El grado de alteración es elevado.
- **Hidrofugante H6 de componente silanos/siloxanos:** El hidrofugante forma una película continua con acabado de multitud de “cráteres” de diversos tamaños (entre 0,5 y 3,5 μm aproximadamente), que no se adapta a la superficie de la base y se aumenta el número de poros superficiales. El hidrofugante produce un grado de alteración alto.

Los hidrofugantes H1 de componente siliconatos y H2 de componente silanos presentan un grado de alteración bajo. Los productos H3 de componente siloxanos oligoméricos y H4 de componente siloxanos poliméricos, presentan un grado de alteración medio y los hidrofugantes H5 de componente resina fluorada y H6 de componente silanos/siloxanos, presentan un grado de alteración elevada.

CONCLUSIONES

Todos los productos hidrofugantes reducen los parámetros de tasa de absorción inicial y nivel de agua superficial de la cerámica porosa cara vista, respecto de la cerámica sin hidrofugar (H0). La variación de dichos parámetros está determinada por el tipo de hidrofugante, reduciendo en todos los casos la tasa de absorción inicial más de un 92,31 % y el nivel de agua superficial en más de un 73,67 %.

Asimismo, todos los productos hidrofugantes al ser aplicados sobre una base cerámica porosa, alteran su superficie en mayor o menor grado, dependiendo de la composición del hidrofugante aplicado.

A raíz del estudio realizado en este artículo, se puede afirmar que existe una relación entre la variación de los parámetros estudiados en la succión de la cerámica porosa cara vista de fabricación extrusionada y el grado de alteración que producen los hidrofugantes en la superficie de la cerámica. Los productos que presentan la mayor reducción de la tasa de absorción inicial y del nivel de agua superficial (H1 de componente siliconatos y H2 de componente silanos) son los que menor grado de alteración producen en la superficie de la cerámica. Los productos que presentan la menor reducción de la tasa de absorción inicial

y del nivel de agua superficial (H5 de componente resina fluorada y H6 de componente silanos/siloxanos) son los que mayor grado de alteración producen en la superficie de la cerámica.

Según los resultados obtenidos, nos permitimos sugerir que para la hidrofugación de piezas de cerámica porosa cara vista de fabricación extrusionada, de similares características a la analizada en este artículo, es recomendable la elección del hidrofugante H2 de componente silanos, ya que corresponde al producto que produce la mayor reducción de la tasa de absorción inicial y la elección del producto H1 de componente siliconatos, que corresponde al que mayor reducción produce del nivel de agua superficial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beltramone, A., García Cruz, A., García Santos, A. (2003). *Modificaciones de las propiedades superficiales en el hormigón visto, por la utilización de diferentes tipos de desencofrantes y aditivos plásticos*. Materiales de Construcción, vol 53, nº 270 (abril/mayo/junio 2003), CSIC, pp. 71.78.
- Coronado Martín, J. A. (2012). *Influencia de los productos hidrofugantes en las propiedades superficiales de las cerámicas porosas utilizadas en cerramientos exteriores cara vista*. Tesis doctoral. Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas. E.T.S. Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.
- Coronado Martín, J. A. & García Santos, A. (2011). *La influencia de los productos hidrofugantes en las modificaciones cromáticas del ladrillo cerámico*. Materiales de construcción. ISSN 0465-2746, vol. 61. Nº 304. Págs. 597-611. Octubre/noviembre/diciembre 2011. CSIC.
- ----- (2010). *The influence of water repellent products on the chromatic modifications of the ceramic brick*. 37º IAHS Word Congress on Housing Science. "Desing, Technology, Refurbishment and management of Buildings". Santander, España, 26-29 Octubre 2010. Code 173, pag. 109. ISBN: 978-84-693-6655-4.
- Coronado Martín, J. A., García Santos, A. & Adell Argilés, J. M. (2010). *The influence of water repellent products on the chromatic modifications of the ceramic brick*. 8th International Masonry Conference. Dresde, Alemania, 4-7 Julio 2010. ISBN: 978-3-00-0313881-3.
- Coronado Martín, J. A., García Santos, A. & Padial Molina, J. F. (2013). *La Influencia de los Productos Hidrofugantes en la Succión del Ladrillo Cerámico Cara Vista*. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. ISSN 0366-3175. Vol. 52. nº 4, 2013 (julio/agosto). Págs. XV-XVIII.
- Fort, R. (2007). *Polímeros sintéticos para la conservación de materiales pétreos*. Ciencia, Tecnología y Sociedad para una conservación sostenible del patrimonio pétreo. Pérez-Monserrat, E.M., Gómez-Heras, M. Álvarez de Buergo, M., Fort, R. (eds). Dpto. Publicaciones Universidad Popular José Hierro, San Sebastián de los

Reyes. 71-82. ISBN: 84-95710-41-2.

- García Santos, A. (2001). *Los Plásticos en la Construcción I y II*. Madrid. Cuadernos del Instituto Juan Herrera, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, pp 27-42.
- García Santos, A. & Conci Rinaudo, M. (2005). *Variación del color del soporte cerámico tratado con pintura antigraffiti*. Materiales de Construcción, vol. 55. nº 278 (abril/mayo/junio 2005), CSIC, pp. 55-68.
- Norma UNE-EN 772-11:2001 (2001). *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.
- Norma UNE 67027-84 (1984). *Ladrillos de arcilla cocida. Determinación de la absorción de agua*.
- Wacker-chemie GmbH. (1973). *Procedimiento para hidrofugar superficies de materiales de construcción*. Patente de invención.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a Juan Luis Baldonado, del Centro de Microscopia Electrónica de la Universidad Complutense de Madrid, su apoyo profesional y logístico en la obtención de imágenes con el microscopio electrónico de barrido.

CORRIGENDUM

Presentamos excusas a nuestros lectores y a los PhD: Jesús Ángel Coronado Martín, Alfonso García Santos y José Francisco Padial Molina puesto que en el Vol. 2 No. 11 del 2013, de la Revista Axioma, en su versión física, se publicó el artículo que registra los siguientes errores: el título del artículo debía registrarse como "Análisis mediante microscopio electrónico de barrido de la succión del ladrillo visto de fabricación extrusionada hidrofugado" y no como "Análisis de la succión del ladrillo visto de fabricación extrusionada hidrofugado mediante la aplicación del MEB", como efectivamente se publicó. Entonces la traducción al inglés del título es: "Analysis by scanning electron microscope suction of waterproof extruded facebrick manufacturing". Asimismo el gráfico No. 1. denominado "Parte hidrofugada de muestra cerámica" muestra errores en el diseño, siendo el gráfico correcto el que se presenta en la versión digital.