

# ESTUDIO DE LA POROSIDAD EN SOPORTES DE GRES PORCELÁNICO

C. Gil<sup>(1)</sup>, M.C. Peiró<sup>(1)</sup>, J. J. Gómez<sup>(2)</sup>, L. Chiva<sup>(2)</sup>, E. Cerisuelo<sup>(3)</sup>, J.B. Carda<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Química Inorgánica y Orgánica, ESTCE,  
Universitat Jaume I de Castellón (España)

<sup>(2)</sup> Servei Central de Instrumentación Científica, Universitat  
Jaume I de Castellón (España)

<sup>(3)</sup> Tierra Atomizada S.A. Castellón (España)

## 1. INTRODUCCIÓN

En todo material cerámico, y en concreto en los pavimentos y revestimientos cerámicos, la porosidad tiene una influencia considerable sobre las características técnicas, principalmente sobre las características mecánicas (módulo de ruptura) y las superficiales (resistencia a la abrasión, resistencia a las manchas, resistencias a los agentes químicos). La baja porosidad de una pieza cocida es la responsable en gran medida de sus buenas propiedades, tanto mecánicas como químicas, y permiten el uso de un producto en ambientes exteriores. Por tanto, con el objetivo de disminuir la porosidad del producto acabado y ampliar sus posibilidades de aplicación es por lo que la industria cerámica desarrolló la tecnología de los pavimentos de gres porcelánico, cuya absorción de agua resulta ser prácticamente nula (< 0.1%). Así, se puede decir que en los soportes de gres porcelánico la porosidad es un resultado indeseable del proceso de gresificación de la pasta cerámica y afecta negativamente a las propiedades físicas y químicas del material cerámico.

De forma simplificada y a modo de generalización se puede decir que las pastas para gres porcelánico presentan una formulación triaxial, basada fundamentalmente en tres materias primas; minerales arcillosos (arcillas illítico-caoliniticas y caolínes, como las arcillas plásticas tipo ball clays) que aportan la plasticidad necesaria para el conformado en crudo y garantizan la resistencia mecánica de las piezas luego del secado, alto contenido en feldespatos sódicos-potásicos, que proporcionan las primeras fases líquidas que aparecen durante la cocción, por lo que son los responsables iniciales del proceso de densificación, que más contribuye a la disminución de la porosidad de las piezas y finalmente, arenas feldespáticas o de cuarzo que se utilizan para hacer un ajuste físico y químico de la pasta.

El objetivo del presente trabajo ha sido identificar los distintos tipos de porosidad y asociarlas con cada uno de los componentes de las pastas (minerales arcillosos, feldespatos y cuarzo o arenas) y posteriormente analizar los efectos que cada uno de los tipos de porosidad presentes tiene sobre algunas propiedades físicas (mecánicas y químicas) de los soportes de gres porcelánico de pasta blanca.

## 2. METODOLOGÍA

Se han seleccionado varias muestras industriales del sector productivo nacional de gres porcelánico de pasta blanca y se ha realizado un estudio de la microestructura de diferentes piezas de gres porcelánico de pasta blanca mediante microscopia electrónica de barrido y microanálisis por dispersión de energías de rayos X (MEB/EDX) con un equipo LEO 440i.

## 3. EXPERIMENTAL

De los resultados obtenidos se ha podido extraer una clasificación de las tipologías de poros (figura 1) y su procedencia en soportes de gres y gres porcelánico de pasta blanca.

De esta forma se ha podido discernir que la porosidad abierta está formada por canales irregulares intercomunicados que en sección aparecen como pequeños orificios de forma muy irregular y normalmente con tamaño inferior a las 5  $\mu\text{m}$ . Su origen se debe a la pérdida de volumen en la deshidroxilación de los minerales arcillosos en la cocción. Durante el proceso de sinterización se va formando fase líquida y se van cerrando progresivamente los capilares que constituyen la porosidad abierta formándose poros cerrados de pequeño tamaño distribuidos en el seno de la matriz arcillosa. A esta tipología de poros se le denomina porosidad cerrada fina, de morfología más o menos esférica procedente del cierre de la porosidad abierta, la cual desaparece prácticamente en su totalidad.

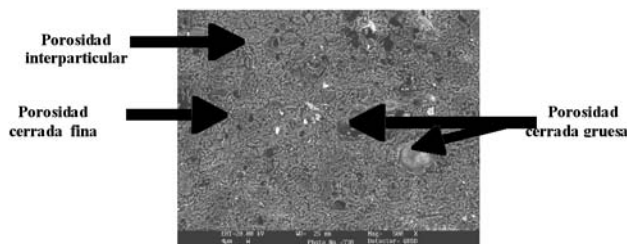
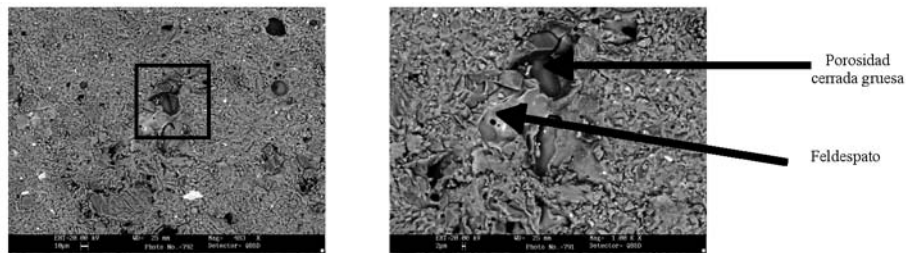


Figura 1. Micrografía MEB de una plaqueta de gres porcelánico obtenida a 500 aumentos, donde se distinguen los tres tipos de porosidad mencionados.

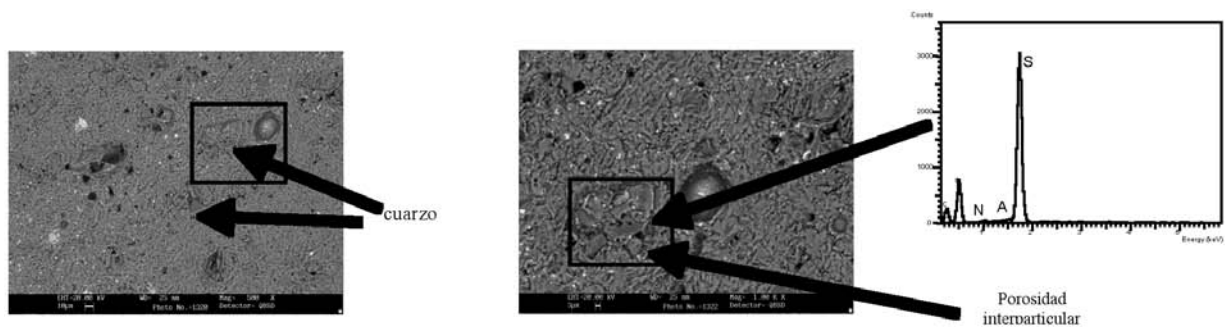
También se han encontrado poros esféricos de tamaño intermedio que pueden ser consecuencia de la coalescencia de la porosidad fina residual y del aumento de tamaño de ésta debido a la expansión de los gases ocluidos en su interior y favorecida por la disminución de la viscosidad y de la tensión superficial de la fase fundida a elevadas temperaturas.

Por otro lado, se distinguen una serie de poros aislados más grandes, de forma esférica cuyo tamaño suele ser superior a 10  $\mu\text{m}$ , conocida como porosidad cerrada gruesa. Esta tipología de poros se encuentra normalmente en las regiones que se han generado a partir del componente fundente (feldespatos) y es la principal responsable de la mayor o menor resistencia a las manchas del porcelánico técnico o no esmaltado, ya que cuando el soporte cocido es pulido la porosidad cerrada queda expuesta en la superficie y en estos huecos se aloja la suciedad. El origen de la porosidad cerrada gruesa se debe principalmente a la descomposición de las inclusiones ricas en volátiles procedentes de los feldespatos y está ligada de forma directa a la fusión de los granos de feldespato. La formación a baja temperatura de una fase fundida de baja viscosidad a partir del componente fundente facilita la expansión de los poros y la formación de una porosidad esférica de gran tamaño, (figuras 2 y 3).



Figuras 2 y 3. Micrografía MEB de una partícula de feldespato y la tipología de poro asociada, a 500 y 1000 aumentos respectivamente.

Por último, se ha detectado la formación de poros de morfología irregular en las fronteras de los granos de cuarzo y feldespato con la matriz vítrea, que constituyen la llamada porosidad interparticular (figuras 4 y 5). Son responsables de la reducción de la resistencia mecánica de los soportes en cocido, ya que se consideran concentradores de tensión y facilitan la fractura. También favorece deficiencias en las superficies por el desprendimiento de los granos cristalinos durante el proceso de abrasión que se efectúa durante el pulido, en consecuencia, también disminuyen la resistencia a las manchas. Su origen se debe a la presencia de infundidos tras la cocción y a las diferencias en los coeficientes de dilatación térmica de estos granos residuales con respecto a la matriz vítrea, de manera que durante el enfriamiento las interfases quedan bien separadas dando lugar a una porosidad existente a temperatura ambiente (figura 6).



Figuras 4 y 5. Micrografías MEB de una partícula de cuarzo y una partícula de feldespato, junto con su microanálisis a 500 y 1000 aumentos respectivamente.

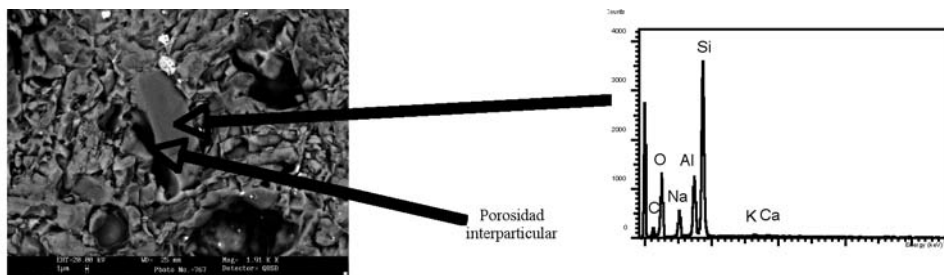


Figura 6. Micrografía MEB de una partícula de feldespato a 1900 aumentos junto con el microanálisis por dispersión de energías de rayos X (EDX).

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) Podemos asociar las diferentes tipos de porosidad a algunas de las materias primas que se utilizan para la preparación de pastas cerámicas. En forma de tabla podemos resumir los resultados:

Tipo porosidad	Tamaño	Materia prima	Motivo	Propiedad
Abierta	< 5 $\mu\text{m}$	Minerales arcillosos	Sinterización incompleta	Resist. a la helada
Cerrada fina	Intermedio	Minerales arcillosos	Falta de conectividad	----
Cerrada gruesa	> 10 $\mu\text{m}$	Fundentes naturales (Feldespatos, etc)	Desc. volátiles	Resist. a las manchas
	> 10 $\mu\text{m}$	Fundentes	Viscosidades bajas	Resist. a las manchas
Interparticular		Cuarzo y feldespato	Alto coef. dilatación	Resist. mecánica Resist. a las manchas

- 2) Los análisis han revelado que la porosidad cerrada gruesa y la interparticular, son las mayoritarias y para mejorar la microestructura de los soportes de gres porcelánico los esfuerzos se deben centrar en disminuir las mismas, puesto que son las responsables de las mejores o peores características del producto acabado. Los minerales que generan estas tipologías de poros son los feldespatos y el cuarzo, y por tanto será necesario llevar a cabo un buen control de sus características físicas, químicas y granulométricas o buscar otros componentes que eviten o disminuyan la formación de porosidad.
- 3) Una posible solución sería introducir un fundente (wollastonita, fritas de alta temperatura, ...) que reaccionara con los componentes arcillosos a más baja temperatura de lo que lo hacen los feldespatos facilitando el cierre de la porosidad cerrada fina residual y que además generase una fase fundida de alta viscosidad que evitara el aumento de tamaño de la porosidad cerrada gruesa.
- 4) El contenido de impurezas en elementos volátiles de los componentes fundentes debe ser el mínimo posible ya que de este modo se evita la formación de porosidad en el seno del fundido generado a partir de los fundentes. En este sentido, un producto sintético y totalmente vítreo como las fritas cerámicas puede ser una opción interesante.
- 5) Los fundentes deben estar correctamente molturados, ya que cuanto menor sea el tamaño del grano y mayor la superficie de contacto entre las partículas,

más importante será la sinterización en fase sólida y menores serán las temperaturas de trabajo.

- 6) Otra posible opción para mejorar las características del soporte es utilizar desgrasantes no formados por cuarzo y se conseguiría reducir significativamente la porosidad interparticular. El desgrasante ideal debe ser un fundente con tamaño de partícula bajo, con óptimo empaquetamiento de la composición en crudo y que de lugar a un fundido a la mínima temperatura posible con el máximo de viscosidad.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] J. Peñalver, M.D. Llanes, E. Cerisuelo, I. Nebot-Díaz, M. Irún, J.B. Carda. *Cerámica Información*, N° 267.
- [2] V. Biasini, M. Dondi, G. Guarini, M. Raimondo, C. Zanelli. *QUALICER 2002*, Pág. 183-187.
- [3] L. Sanchez-Muñoz, I. Nebot, J.B. Carda, F. Tuduri, A. Gracia, E. Cerisuelo. *Cerámica Información*, N° 272.
- [4] J. de la Torre, M.T. Lores, J. Bastida y J. B. Montón. *British Ceramic Transactions* 95 [5], pp. 194-198, 1996.

