

Conductividad térmica de cerámicas de sepiolita en mezclas con materiales naturales y reciclados

África Yebra Rodríguez (1*), Salvador Bueno (2), Isabel Abad (1), Juan Jiménez-Millán (1)

(1) Departamento de Geología y CEACTEMA. Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas, 23071, Jaén (España)

(2) Departamento de Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales. Universidad de Jaén, 23071, Jaén (España)

* corresponding author: ayebra@ujaen.es

Palabras Clave: Sepiolita, Diatomita, Vidrio termosolar, Cerámicas. **Key Words:** Sepiolite, Diatomite, Solar glass, Ceramics.

INTRODUCCIÓN

La sepiolita es un mineral de la arcilla fibroso, cuya estructura, composición y propiedades fisicoquímicas hacen que sea adecuado para la producción cerámica. Sin embargo, su alta plasticidad hace imprescindible que la sepiolita se mezcle con materias primas complementarias que actúen como desgrasantes en la mezcla, tales como materiales silíceos (Lin et al., 2012), que reducen la plasticidad, aportan resistencia y hacen de las vitrocerámicas un material interesante desde el punto de vista industrial. La incorporación de determinados aditivos en la fabricación de ladrillos cerámicos puede provocar, además, una disminución de la conductividad térmica de las piezas fabricadas (Sutcu & Akkurt, 2009), lo que supondría una reducción en el consumo de energía por el acondicionamiento térmico de edificios que emplearan este tipo de ladrillos. El objetivo de este trabajo es evaluar la conductividad térmica de cerámicas de sepiolita en mezclas con materiales naturales (diatomitas) y reciclados (residuos de vidrios termosolares) fabricadas a diferentes temperaturas de cocción, así como establecer los factores que condicionan las propiedades aislantes de estos materiales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras cerámicas se prepararon utilizando sepiolita de Vicálvaro proporcionada por TOLSA S.A., tierras diatomeas de la provincia de Jaén (Bustillo & López García, 1997) y residuos de vidrio de paneles solares proporcionados por la Fundación Innovarcilla (Bailén, España), con dos formulaciones: una primera con 20% en peso de sepiolita y 80% en peso de diatomeas (muestras SD) y una segunda utilizando 70% en peso de la mezcla anterior más 30% en peso de residuo de vidrio (muestras VT). Las mezclas fueron preparadas y moldeadas tal y como se describe en Jiménez-Millán et al. (2018), y cocidas a 975, 1025 y 1075 °C.

El análisis mineralógico del material de partida y los ladrillos cocidos se realizó en un equipo de difracción de rayos X (DRX) PANanalytical Empyrean (detector PIXcel-3D, radiación CuK α , 40 kV, 30 mA). La absorción de agua de las muestras se determinó de acuerdo con la norma ISO 10545-3:2018. La porosidad y densidad de las muestras se determinaron mediante porosimetría por intrusión de Hg (Micromeritics Autopore IV 9500). Las medidas de conductividad de los ladrillos manufacturados se llevaron a cabo en un equipo FOX 50 (TA Instruments, New Castle, DE, USA), de acuerdo con la norma ISO 8302:1991.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de DRX muestran un alto contenido en sepiolita para el material de partida (92%), además de esmectita magnésica, illita, cuarzo y feldespato potásico. Tras la cocción de los ladrillos a diferentes temperaturas, todas las muestras presentan cuarzo, wollastonita y piroxenos. Las muestras VT contienen tridimita y feldespato, mientras que las muestras SD contienen cristobalita y feldespato sólo en los ladrillos cocidos a 1025 y 1075 °C.

La absorción de agua es una medida indirecta de la porosidad abierta de los materiales cerámicos. Los análisis revelan que los ladrillos fabricados con residuos de vidrio termosolar (serie VT) presentan valores más bajos de absorción de agua, lo que significa menor porosidad abierta. Los resultados de porosidad medida mediante intrusión de Hg muestran la misma tendencia, con valores mayores para la serie SD y, en general, con valores de porosidad decreciente conforme aumenta la temperatura de cocción (lo que implica, a su vez, mayor densidad de los ladrillos fabricados a mayor temperatura).

El grado de sinterización de las probetas (ζ , calculado de acuerdo con García Ten et al., 2010) muestra una tendencia creciente con la temperatura de cocción de los ladrillos. Los trabajos previos sobre cerámicas similares probaron mayor densificación de los ladrillos fabricados con residuos de vidrios termosolares (Jiménez-Millan et al., 2018) debido a la fase líquida procedente del vidrio, que rellena los poros gradualmente, contribuye a la sinterización (Tian et al., 2019) y confiere resistencia mecánica a las piezas fabricadas. Las curvas de los análisis de intrusión de Hg muestran una distribución unimodal del tamaño de poros para la serie SD, con un máximo a aproximadamente 1 μm y valores de intrusión de Hg mucho más bajos para la muestra de mayor temperatura. La serie VT, sin embargo, presenta valores menores de intrusión de Hg, con una distribución de poros en la muestra VT 975 similar a la de la serie SD y una distribución bimodal en el caso de los ladrillos fabricados a mayor temperatura, con máximos a aproximadamente 2 y 10 μm y valores de intrusión de Hg muy bajos para las muestras cocidas a 1075 °C. A mayores temperaturas, el tamaño de los poros crece por la progresiva eliminación de los poros más pequeños (García Ten et al., 2010), que provoca una contracción diferencial del material (Sacks & Tseng, 1988), dando lugar al crecimiento de los poros más grandes que, además, no están interconectados, disminuyendo así la porosidad abierta.

Los valores experimentales de conductividad se corrigieron teniendo en cuenta que la superficie de las probetas no cubre completamente las superficies circulares de las placas fría y caliente (con un diámetro de 5 cm). Para la corrección se consideró que la transmisión del calor a través del área no cubierta por las probetas tuvo lugar en aire con una conductividad media de 0,024 W/mK. La sinterización provocada por el aumento de la temperatura de cocción en las muestras implica no sólo una densificación del material sino también un incremento de la conductividad térmica, especialmente en el caso de las muestras SD 1075, VT 1025 y VT 1075.

CONCLUSIONES

Los ladrillos de sepiolita fabricados con diatomitas (serie SD) presentan menor densidad, mayores valores de porosidad y, por tanto, mejores características de aislamiento térmico que los fabricados con residuos silíceos de vidrios termosolares (serie VT), debido a una mayor sinterización y densificación de los segundos respecto a los primeros. No obstante, los ladrillos fabricados con residuos de vidrio y cocidos a 975 °C han mostrado valores de conductividad térmica cercanos a los que muestran los ladrillos fabricados sólo con diatomitas. Esto, unido al hecho de que la incorporación a materiales de construcción es una potencial solución para el reciclaje de residuos silíceos, hace que estos materiales tengan interés desde el punto de vista industrial y ambiental.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por el Grupo de investigación RNM-325 de la Junta de Andalucía.

REFERENCIAS

- Bustillo, M.A. & López García, M.J. (1997): Age, distribution and composition of Miocene diatom bearing sediments in the Guadalquivir Basin, Spain, *Geobios*, **30**, 335–350. DOI: 10.1016/S0016-6995(97)80193-3.
- García Ten, J., Orts, M. J., Saburit, A., Silva, G. (2010): Thermal conductivity of traditional ceramics. Part I: Influence of bulk density and firing temperature. *Ceram. Int.*, **36**, 1951–1959. DOI: 10.1016/j.ceramint.2010.05.012.
- Jimenez-Millan, J., Abad, I., Jimenez-Espinosa, R., Yebra-Rodriguez, A. (2018): Assessment of solar panel waste glass in the manufacture of sepiolite based clay bricks. *Mater. Lett.*, **218**, 346–348. DOI: 10.1016/j.matlet.2018.02.049.
- Lin, K.-L., Chu, T.-C., Cheng, C.-J., Lee, C.-H., Chang, T.-C., Wang, K.S. (2012): Recycling solar panel waste glass sintered as glass-ceramics. *Environ. Prog. Sustain.*, **31**, 612–618. DOI: 10.1002/ep.10587.
- Sacks, M.D. & Tseng, T.Y. (1988): Preparation of SiO₂ glass from model powder compacts. Part 3: Enhanced densification by sol infiltration. *J. Am. Ceram. Soc.*, **71**, 245–249. DOI: 10.1111/j.1151-2916.1988.tb05854.x.
- Sutcu, M., & Akkurt, S. (2009): The use of recycled paper processing residues in making porous brick with reduced thermal conductivity. *Ceram. Int.*, **35**, 2625–2631. DOI: 10.1016/j.ceramint.2009.02.027.
- Tian, L., Wang, L., Wang, K., Zhang, Y., Liang, J. (2019): The preparation and properties of porous sepiolite ceramics. *Sci. Rep.*, **9**, 7337. DOI: 10.1038/s41598-019-43918-9.