

Composición química, mineralógica y textural de ladrillos cocidos con ceniza volcánica de La Palma (Islas Canarias) como aditivo

María López Gómez (1*), Giuseppe Cultrone (1)

(1) Departamento de Mineralogía y Petrología, Universidad de Granada, 18002, Granada (España).

* corresponding author: lopezm@ugr.es

Palabras Clave: Ladrillos cocidos, La Palma (Islas Canarias), ceniza volcánica, cambios mineralógicos. **Key Words:** Fired bricks, La Palma (Canary Islands), volcanic ash, mineralogical changes.

INTRODUCCIÓN

La erupción del volcán de Tajogaite, el volcán más joven de la isla de La Palma (Islas Canarias) comenzó el 19 de septiembre de 2021 y duró 85 días. Durante la erupción se emitió un importante volumen de cenizas que fueron depositándose en zonas de cultivo, la red viaria y en los tejados de edificios de la isla, causando importantes problemas económicos y medioambientales. De acuerdo con la normativa europea, la ceniza volcánica que se deposita en ambiente urbano se clasifica como “Otros residuos municipales” (20 03), específicamente “Residuos de limpieza viaria” (20 03 03) (2018/C 124/01), sin ofrecer opciones para su recogida ni reciclaje. En la actualidad existen estudios que proponen emplear ceniza volcánica en la producción de materiales de construcción como alternativa a su acumulación en vertederos. La mayoría están enfocados a la elaboración de geopolímeros y morteros (Hamada et al., 2023), siendo muy pocos los que proponen utilizar este material como aditivo en materiales cerámicos (Cultrone, 2022). Este estudio propone el uso de la ceniza volcánica de La Palma como aditivo en la producción de ladrillos cocidos, compara la composición química y mineralógica y la textura de las muestras con y sin aditivo y analiza el papel que juegan el porcentaje y el tamaño de la ceniza volcánica en el producto final.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se han añadido dos granulometrías, fina ($\phi < 0,6$ mm) y gruesa ($0,6 < \phi < 2$ mm), de ceniza volcánica de La Palma a una tierra arcillosa de Víznar en un 10, 20 y 30% en peso. Los ladrillos se han cocido a 800, 950 y 1100 °C y se han analizado mediante fluorescencia de rayos X (FRX, Zetium), difracción de rayos X (DRX, PANalytical X'Pert), microscopía óptica de polarización (MOP, Carl Zeiss Jenapol-U) y microscopía electrónica de barrido (SEM, Phenom XL).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de FRX mostraron que los ladrillos son ricos en sílice y alúmina (alrededor del 50 y del 15% respectivamente). La pérdida por calcinación en los ladrillos (alrededor del 2,7%) se debe principalmente a la deshidroxilación de los filosilicatos y a la liberación de CO₂ de los carbonatos presentes en la tierra arcillosa. La pérdida por calcinación disminuye en las muestras con ceniza volcánica dado que su elaboración requiere de una menor cantidad de tierra arcillosa. Por otro lado, los ladrillos con ceniza son más ricos en Fe, Mg, Na y Ti respecto a aquellos sin aditivo.

Desde el punto de vista mineralógico, la adición de ceniza volcánica no conlleva la formación de nuevas fases minerales en la matriz del ladrillo cocido. De hecho, no se producen reacciones en la zona de contacto entre el aditivo y la matriz. La adición de ceniza reduce la proporción de algunos de los minerales característicos de los ladrillos, como filosilicatos y cuarzo, y fases de neoformación como gehlenita y diópsido. Esto se debe, una vez más, a la menor proporción de tierra arcillosa empleada para elaborar estas piezas. Por otro lado, en los ladrillos con ceniza volcánica se detecta augita y un mayor porcentaje de fase amorfa, por la elevada presencia de vidrio en este aditivo. Los cambios en la composición química y mineralógica son más evidentes y se dan en mayor proporción con el aumento del porcentaje de ceniza volcánica, sin influencia alguna del tamaño del aditivo.

En las muestras cocidas a 950 °C se observa que los fragmentos de ceniza, que inicialmente eran negros, empiezan a adquirir tonos rojizos, hasta tornarse prácticamente rojos a 1100 °C. Cuando las muestras cocidas a 1100 °C se observan al SEM, se aprecian una serie de cambios en el aditivo con respecto a aquellas cocidas a 800 °C. De manera general, se forma una gran cantidad de óxidos de hierro en la matriz vítrea de la ceniza volcánica (Fig. 1a). También se han observado exsoluciones de ilmenita y pleonasta (término intermedio entre espinela y hercinita cuya fórmula es $(\text{Mg,Fe})\text{Al}_2\text{O}_4$) en la titanomagnetita que estaba presente en la ceniza volcánica (Fig. 1a), mientras que en el olivino se distinguen exsoluciones de piroxeno y magnetita (Fig. 1b). Ambas exsoluciones han sido observadas por otros autores en materiales ígneos (Ashworth & Chambers, 2000; Tan et al., 2016). Además, el olivino se encuentra rodeado de pequeños cristales de óxido de Fe. Estos cambios mineralógicos sólo ocurren en la ceniza volcánica, sin tener repercusiones en la matriz del ladrillo, y son los responsables del color rojizo del aditivo a altas temperaturas.

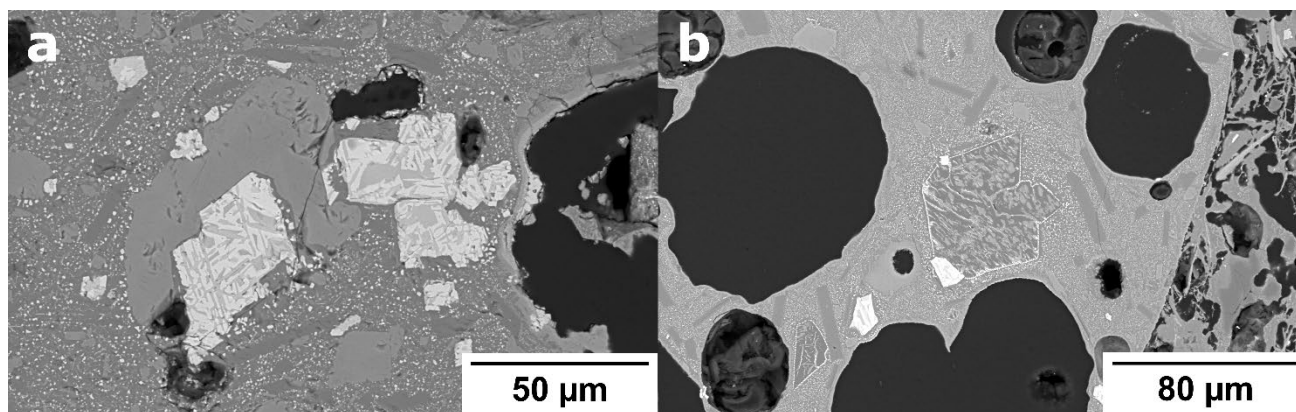


Fig 1. Imágenes de SEM de las muestras cocidas a 1100 °C. a: Titanomagnetita con exsoluciones a ilmenita (color claro) y pleonasta (color oscuro). b: Fragmento de ceniza volcánica en cuyo interior se identifican poros redondeados y un cristal de olivino (color gris oscuro) con exsoluciones de piroxeno (color gris claro) y magnetita (color blanco).

CONCLUSIONES

Al emplear ceniza volcánica de La Palma como aditivo en ladrillos cocidos a 800, 950 y 1100 °C no se observan reacciones entre la ceniza y la matriz de las piezas cerámicas, aunque se detectan cambios en la cantidad de determinados minerales con respecto a las muestras sin aditivo. Al cocer las muestras a partir de los 950 °C se observa que el aditivo adquiere un color rojizo por la formación de óxidos de hierro en la ceniza volcánica y se han detectado exsoluciones en los cristales de olivino y titanomagnetita.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por el grupo de investigación RNM179 de la Junta de Andalucía.

REFERENCIAS

- 2018/C 124/01. (2018). Comunicación de la Comisión Europea—Orientaciones técnicas sobre la clasificación de los residuos.
- Ashworth, J. R., & Chambers, A. D. (2000). Symplectic Reaction in Olivine and the Controls of Intergrowth Spacing in Symplectites. *Journal of Petrology*, *41*(2), 285-304. <https://doi.org/10.1093/petrology/41.2.285>
- Cultrone, G. (2022). The use of Mount Etna volcanic ash in the production of bricks with good physical-mechanical performance: Converting a problematic waste product into a resource for the construction industry. *Ceramics International*, *48*(4), 5724-5736. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.11.119>
- Hamada, H. M., Abed, F., Beddu, S., Humada, A., & Majdi, A. (2023). Effect of Volcanic Ash and Natural Pozzolana on mechanical properties of sustainable cement concrete: A comprehensive review. *Case Studies in Construction Materials*, *19*, e02425. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02425>
- Tan, W., Liu, P., He, H., Wang, C., & Liang, X. (2016). Mineralogy and Origin of Exsolution In Ti-Rich Magnetite From Different Magmatic Fe-Ti Oxide-Bearing Intrusions. *The Canadian Mineralogist*, *54*, 539-553. <https://doi.org/10.3749/canmin.1400069>