

Síntesis de zeolitas a partir de ceniza volcánica de La Palma (Tajogaite 2021)

Iker Martínez del Pozo (1*), Sol López-Andrés (1), Luz García-Lorenzo (1)

(1) Departamento de Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid (España)

* corresponding autor: ikerma01@ucm.es

Palabras Clave: Ceniza volcánica, La Palma, Zeolitas, Crecimiento cristalino. **Key Words:** Volcanic ash, La Palma, Zeolites, Crystal growth.

INTRODUCCIÓN

El evento eruptivo de 2021 (Tajogaite) en la isla de La Palma generó el depósito de más de 45 millones de m³ de ceniza volcánica, (Carracedo et al., 2022). Gran parte de este material se acumuló en zonas urbanas, material catalogado como un residuo municipal de limpieza variada por el Catálogo Europeo de Residuos y con destino a un vertedero. Su utilización para poner fin a la condición de residuo es una línea prioritaria para la UE (Directiva 2008/98/EC del Consejo y Parlamento Europeo) e incentiva la economía circular y diferentes Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de la ONU. Por ello, en este trabajo se han transformado las cenizas volcánicas en zeolitas a partir de una síntesis hidrotermal con fusión previa, material con valor añadido por sus propiedades fisicoquímicas como son la interconexión de poros, intercambio iónico, capacidad de adsorción, catálisis, etc., y por sus diferentes aplicaciones en el sector de la industria química, petrolífera, en la agricultura y medio ambiente (Belviso et al., 2021).

METODOLOGÍA

La síntesis de zeolitas se realizó en cinco etapas siguiendo el protocolo modificado de Chang & Shih (1998) y Belviso et al., (2021). En la etapa 1, se realizó una fusión alcalina de la ceniza volcánica inicial con NaOH en una relación de 1:1,2 en una rampa de calentamiento de 2°/minuto hasta llegar a 550°C, temperatura que se mantuvo durante una hora. En la etapa 2, el fundido alcalino se disgregó en un mortero de ágata y se añadió agua ultrapura millipore. En la etapa 3, la mezcla obtenida en la etapa anterior fue agitada continuamente durante 16 horas. En la etapa 4, la mezcla se incubó a 100°C, durante diferentes tiempos, de 0,5 a 120 horas. En la 5ª y última etapa, las muestras se dejaron enfriar a temperatura ambiente y posteriormente se lavaron y filtraron. La identificación de las fases mineralógicas, los análisis químicos y los análisis morfológicos fueron realizados mediante difracción de rayos X (DRX) y microscopía electrónica de barrido con espectrometría de dispersión de rayos X (MEB-EDX) en la Unidad de Técnicas Geológicas de la UCM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La activación alcalina de la etapa 1 desarrollada con la mezcla de la ceniza volcánica y NaOH a 550°C genera la destrucción de las principales fases cristalinas de la ceniza (kaersutita, labradorita, olivino, diópsido, titanomagnetita, ilmenita y hematitas), formándose carbonatos de sodio y oxihidróxido de aluminio y sodio hidratado de elevada solubilidad. Cuando estas fases se mezclan con agua y se calientan a 100°C en las etapas posteriores, se disuelve el sólido previamente formado, incorporándose Si⁴⁺, Al³⁺ y Na⁺ a la disolución en la que se favorece la reorganización elemental y la posterior formación de nuevos minerales (Bosch & Schifter, 2010). En la primera hora de incubación, no hay suficiente tiempo para la formación de fases cristalinas y se origina un gel amorfo aluminosilicatado (Fig. 1). A partir de las dos horas de incubación, se observa la aparición de zeolitas hidratadas tipo A y X metaestables y sodalita en menor proporción. El aumento del tiempo de incubación provoca que estas dos zeolitas hidratadas vayan desapareciendo a favor de la sodalita (Fig. 1). Como se puede observar en la figura 1, el volumen del medio acuoso

disminuye con el tiempo de incubación, pasando de 43 ml en el tiempo inicial a 0 ml a las 24 horas. Por otro lado, la sodalita, zeolita anhidra y termodinámicamente más estable, es la zeolita predominante a tiempos de incubación mayores (entre 24 y 120 horas). Cabe destacar que tanto en las zeolitas formadas como en el material amorfo se observa una alta concentración de FeO y Ti₂O procedente de la ceniza volcánica inicial.

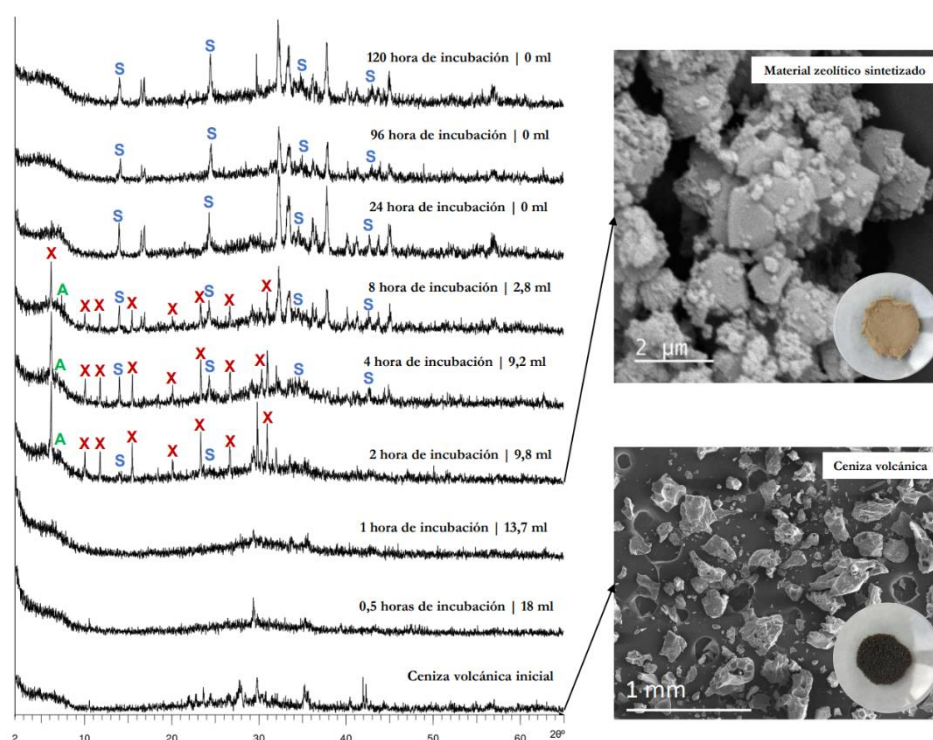


Fig 1. Difractogramas de la ceniza volcánica inicial y las muestras de síntesis, se indica el tiempo de incubación y el líquido residual. A = zeolita tipo A; X = zeolita tipo X; S = sodalita. Imágenes MEB y muestras de visu de: i. abajo a la derecha: la ceniza volcánica inicial (50X); ii. arriba a la derecha: el material zeolítico sintetizado obtenido a las dos horas de incubación (10000X).

CONCLUSIONES

En este estudio se ha puesto fin a la condición de residuo de la ceniza volcánica recogida en zonas urbanas dándole un valor añadido ya que se logra la transformación de la ceniza en zeolitas siguiendo un método de síntesis hidrotérmica (100°C) con fusión previa (550°C). Este método ha logrado la obtención de 3 tipos de zeolitas: zeolita tipo A, zeolita tipo X y sodalita (zeolita anhidra). En los resultados se ha observado la importancia que presentan el tiempo de incubación y el medio acuoso en la síntesis condicionando la presencia de la clase de zeolitas obtenidas. Tanto la composición química de estos minerales como el material amorfo que los recubre presentan un contenido elevado en hierro y titanio como impurezas procedentes de la ceniza volcánica inicial.

REFERENCIAS

- Belviso, C., Abdolrahimi, M., Peddis, D., Gagliano, E., Sagroi, M., Lettino, A., Roccaro, P., Vagliasindi, F.G.A., Falciglia, P.P., Di Bella, G., Giustra, M.G., Cavallante, F. (2021): Synthesis of zeolite from volcanic ash: Characterization and application for cesium removal. *Microporous and Mesoporous Materials*, **319**, 111045. DOI: 10.1016/j.micromeso.2021.111045.
- Bosch, P. & Schifter, I. (2010): *La zeolita: Una Piedra que hierve* (3a. ed.). FCE- Fondo de Cultura Económica. México, 90 p.
- Carracedo, J. C., Troll, V. R., Day, J. M. D., Geiger, H., Aulinas, M., Soler, V., Deegan, F. M., Gisbert, G., Gazel, E., & Albert, H. (2022): The 2021 eruption of the Cumbre Vieja volcanic ridge on La Palma, Canary Islands. *Geology Today*, **38**, 94-107. DOI: 10.1111/gto.12388.
- Chang, H.L. & Shih, W.H. (1998): A general method for the conversion of fly ash into zeolites as ion exchangers for cesium. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, **37**, 71-78. DOI: 10.1021/ie970362o.