

Fosfatos de tierras raras en las bauxitas kársticas de la Sierra de Bahoruco

Pol Suñer-Castillo (1*), Cristina Villanova-De-Benavent (1), Thomas Aiglsperger (2), Lisard Torró (3), Australia Ramírez (4), Jesús Rodríguez (4), Joaquín A. Proenza (1)

(1) Departament de Mineralogia, Petrologia i Geologia Aplicada. Facultat de Ciències de la Terra, Universitat de Barcelona, Barcelona (Espanya)

(2) Department of Civil Engineering and Natural Resources. Division of Geosciences and Environmental Engineering, Luleå University of Technology, Luleå (Suecia)

(3) Geological Engineering Program. Facultad de Ciencias e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima (Perú)

(4) Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo (República Dominicana)

* corresponding author: pol.pol.sunyer@gmail.es

Palabras Clave: Elementos de las Tierras Raras, Fosfatos de REE, Ambiente supergénico, Bauxitas kársticas. **Key Words:** Rare earth elements, REE-phosphates, Supergenic environment, Karst bauxites.

INTRODUCCIÓN

Las tierras raras (REE) conforman un grupo de 17 elementos que aglutina la serie de los lantánidos más el escandio y el itrio. Estos elementos son esenciales para la fabricación de nuevas tecnologías, especialmente aquellas relacionadas con las energías “limpias” necesarias para la transición energética. Tradicionalmente, la explotación de las REE se lleva a cabo a partir de los depósitos convencionales asociados a carbonatitas y rocas alcalinas (Goodenough et al., 2017). En los últimos años, las bauxitas kársticas han ganado interés debido a su alta capacidad para concentrar cantidades significativas de REE. En la República Dominicana se han descrito depósitos de bauxitas kársticas enriquecidos en REE (Proenza et al., 2017; Torró et al., 2017). El fin de este trabajo es la identificación y caracterización textural y composicional de los fosfatos de REE presentes en dos depósitos de bauxitas kársticas de la República Dominicana. Para su estudio se ha empleado un microscopio electrónico de barrido (SEM-EDS) QUANTA 200 FEI XTE 325/D8395 (20 kV y 5nA) y una microsonda electrónica (EMPA) JEOL JXA-8230 (20 kV y 15nA) de los Centros Científicos y Tecnológicos de la Universidad de Barcelona (CCiTUB).

CONTEXTO GEOLÓGICO

Los depósitos de bauxitas kársticas estudiados se encuentran en la Sierra de Bahoruco, al SO de la República Dominicana (Torró et al., 2017). El basamento está constituido por una secuencia basáltica del Campaniense (Cretácico superior) conocida como Formación (Fm.) Dumisseau. La Fm. Dumisseau está cubierta discordantemente por una potente serie carbonatada (Eoceno-Cuaternario). La secuencia registra un cambio progresivo de ambiente deposicional: se inicia con los materiales eocenos de ambientes más profundos, continuando con materiales pliocenos de ambientes más someros, como la plataforma y arrecife, y termina con la emersión continental del Pleistoceno. Los depósitos de bauxitas kársticas están asociados a formaciones carbonatadas de edades Eoceno-Oligoceno (Fm. Aceitillar y Neiba) y Oligoceno-Mioceno (Fm. Pedernales; Pérez-Valera, 2010). El distrito bauxítico de la Sierra de Bahoruco (Provincia de Pedernales) está compuesto por el depósito de Las Mercedes, activo hasta el 2016, y otros depósitos actualmente inactivos como Km-30 y Sombrero. Estos últimos son objeto de la presente investigación.

RESULTADOS

Las muestras están constituidas principalmente por gibbsita y proporciones menores de hematites, anatasa, boehmita, goethita, zircón, apatito, cuarzo, Cr-espinela y minerales de la serie asbolana-litioforita. La composición mineralógica es muy similar a la descrita en las bauxitas de tipo Mediterráneo. El predominio de gibbsita y la baja proporción o ausencia de caolinita indican un perfil maduro, representativo de un estadio avanzado del proceso de bauxitización.

Los fosfatos de REE identificados en el depósito Km-30 se han caracterizado como i) xenotima-(Y) con una fórmula estructural promedio $(Y_{0,66}Dy_{0,09}Gd_{0,08}Er_{0,04}Yb_{0,04}Eu_{0,03})(P_{0,93}O_4)$ [N=15], ii) monacita-(La,Nd) $(Ca_{0,38}La_{0,36}Nd_{0,22}$

$\text{Sm}_{0,06}\text{Fe}_{0,05}\text{Pr}_{0,05}\text{Y}_{0,03}\text{Gd}_{0,03}(\text{P}_{0,94}\text{O}_4)$ [N=2], iii) churchita-(Y) ($\text{Y}_{0,60}\text{Gd}_{0,08}\text{Dy}_{0,07}\text{Er}_{0,04}\text{Yb}_{0,03}\text{Eu}_{0,02}\text{Al}_{0,2}(\text{P}_{0,86}\text{O}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ [N=98], y iv) rabdofana-(Y) ($\text{Y}_{0,68}\text{Gd}_{0,07}\text{Dy}_{0,07}\text{Er}_{0,04}\text{Yb}_{0,03}(\text{P}_{0,88}\text{O}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$) [N=72]. Dichos fosfatos se presentan como agregados o granos individuales esféricos a subsféricos ($\leq 2 \mu\text{m}$) localmente cariados (Fig. 1), en una matriz de gibbsita enriquecida en fosfatos de Y.

En el depósito Sombrero predominan las fases de fosfatos hidratados de REE: i) rabdofana-(Nd,Dy,Y) con una fórmula estructural promedio ($\text{Nd}_{0,28}\text{Y}_{0,17}\text{Dy}_{0,13}\text{Gd}_{0,08}\text{Sm}_{0,06}\text{Pr}_{0,04}\text{Er}_{0,02}(\text{P}_{0,88}\text{O}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$ [N=10], y ii) churchita-(Nd) ($\text{Nd}_{0,43}\text{Sm}_{0,1}\text{Gd}_{0,07}\text{Pr}_{0,06}\text{Dy}_{0,03}(\text{P}_{0,81}\text{O}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ [N=1]. Los fosfatos de Sombrero destacan por presentarse como agregados de partículas submicrométricas irregulares ($< 1 \mu\text{m}$). Puntualmente, dichos agregados muestran abundante porosidad intragranular (hasta $10 \mu\text{m}$). En términos generales, los fosfatos se encuentran en relleno de fracturas y entre granos de gibbsita.

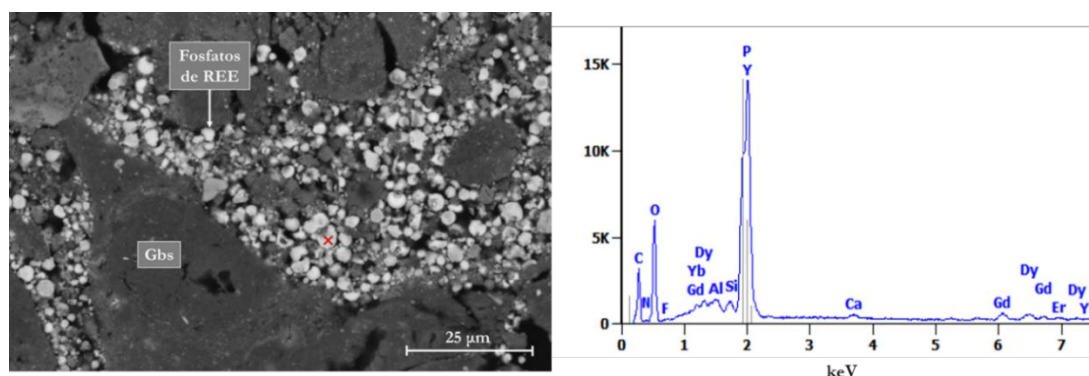


Fig 1. Imagen de BSE (izquierda) y espectro de EDS (derecha) de fosfatos de REE del depósito Km-30.

DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

Los minerales de REE identificados en los depósitos de bauxitas kársticas estudiados se pueden clasificar como detríticos (primarios) o autigénicos (secundarios o neoformados) producto de la precipitación durante los procesos de bauxitización (p.ej., Liu et al., 2016). Sus características texturales y el hecho de encontrarse entre los granos de gibbsita y/o en una matriz de gibbsita rica en fosfato de Y, brindan soporte a un origen relacionado intrínsecamente con el proceso de bauxitización. Por un lado, en Km-30 predominan los fosfatos de REE tanto hidratados como anhidros, que se presentan con texturas de agregados y/o granos esféricos individuales (localmente cariados). Los granos de monacita identificados en Km-30 se interpretan como minerales relícticos. Por otro lado, en Sombrero, predominan las fases de fosfatos de REE hidratadas submicrométricas de agregados de partículas irregulares. Finalmente, algunas texturas como las observadas en la Figura 1 sugieren la influencia de microorganismos (precipitación bioinducida) en la formación de los fosfatos de REE.

REFERENCIAS

- Goodenough, K. M., Wall, F., Merriman, D. (2017): The Rare Earth Elements: Demand, Global Resources, and Challenges for Resourcing Future Generations. *Nat. Resour. Res.*, **27**, 201–216.
- Liu, X., Wang, Q., Zhang, Q., Zhang, Y., Li, Y. (2016): Genesis of REE minerals in the karstic bauxite in western Guangxi, China, and its constraints on the deposit formation conditions. *Ore Geol. Rev.*, **75**, 100–115.
- Pérez-Valera, F. (2010): Geologic Map Sheet 1:50.000 num. 5970-III and corresponding memoir. Proyecto 1B de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Prog. SYSMIN. Direct. Gen. de Minería, Santo Domingo.
- Proenza, J.A., Aiglsperger, T., Villanova-de-Benavent, C., Torró, L., Rodríguez, D., Ramírez, A., Rodríguez, J. (2017): Discovery of REE minerals hosted in karst bauxite ores from the Sierra de Bahoruco, Pedernales, Dominican Republic. En *Proceedings de la 14th SGA Biennial Meeting*, Québec City, QC, Canada, **4**, 1321-1324.
- Torró, L., Proenza, J. A., Aiglsperger, T., Bover-Arnal, T., Villanova-de-Benavent, C., Rodríguez-García, D., Ramírez, A., Rodríguez, J., Mosquea, L. A., Salas, R. (2017): Geological, geochemical and mineralogical characteristics of REE-bearing Las Mercedes bauxite deposit, Dominican Republic. *Ore Geol. Rev.*, **89**, 114– 131.