

Comportamiento de áridos reciclados finos de hormigón en ensayos de remediación de drenaje ácido de minas

Cinta Barba-Brioso (*), Jesús Jiménez, Joaquín Delgado, Domingo Martín, Antonio Romero-Baena, Isabel González

Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Universidad de Sevilla, 41012, Sevilla (España)

* corresponding author: cbarba@us.es

Palabras Clave: Oxihidróxidos de hierro, Drenaje ácido, Lixiviación, Retención de metales. **Key Words:** Iron oxyhydroxide, Acid mine drainage, Lixiviation, Metal retention.

INTRODUCCIÓN

Los perjuicios ambientales derivados de las actividades mineras se extienden mucho más allá de los propios espacios mineros y de los acopios de residuos diseminados en su entorno. Este es un caso extendido en la provincia de Huelva. La ausencia de control ambiental en España hasta su incorporación a la Unión Europea, la antigüedad e intensidad de las labores mineras en la comarca de Riotinto generaron una dispersión de grandes volúmenes de materiales desde las minas hasta su punto de exportación en zonas portuarias. La exposición de estos residuos a las condiciones superficiales genera drenaje ácido de minas (AMD, acid mine drainage), lixiviados de gran acidez con alta concentración de Fe, Al, S y elementos potencialmente tóxicos en solución (As, Cd, Cu, Zn, etc.).

Con el fin de rehabilitar áreas afectadas por actividades mineras, recientemente se investigan formas de bajo coste y efectivas a largo plazo para mitigar los efectos del AMD sobre los ecosistemas. Algunos sistemas se basan en la construcción de tanques con reactivos o estanques de decantación que alcalinicen el agua, precipitando los elementos metálicos y acompañantes (Delgado et al., 2019). Otros consisten en el diseño de *tecnosoles*, basados en la mezcla de residuos de distinta procedencia con las capas superficiales del suelo, generando suelos artificiales que fomenten la regeneración de sus funciones ambientales de forma pasiva (Jordán et al., 2017).

Con esta finalidad se han ensayado dos residuos de construcción y demolición (RCD) compuestos por hormigón fino cedidos por dos empresas gestoras de residuos, Ecoinertes y Áridos El Soto, estudiando su comportamiento en la mejora de condiciones fisicoquímicas del AMD y en la retención de los elementos presentes en él.

METODOLOGÍA

El ensayo de lixiviación se realizó sobre 150 g de muestra de áridos de hormigón reciclado (SF y EF) dispuestas con espesor de 5 cm en recipientes de polipropileno con filtros de 0,2 μm en la base. Previamente se estudió su granulometría mediante torre de tamices para árido fino. Se realizaron 8 adiciones de 150 mL de AMD en el plazo de un mes y se recogió su lixiviado, en el que se determinó el pH mediante un equipo portátil Crison 507.

La caracterización analítica se llevó a cabo en los Servicios del Centro de Investigación, Tecnología e Innovación de la Universidad de Sevilla (CITIUS). Esta incluyó: 1) estudio mineralógico por difracción de rayos-X (DRX) en difractómetro Bruker D-8 Advance con radiación monocromática Cu K α , en condiciones de medida 40 kV y 30 mA. 2) Composición química de sólidos por fluorescencia de rayos-X en espectrómetro Malvern-Panalytical, modelo Zetium. 3) Composición química de soluciones por ICP óptico de plasma Double view Spectroblue. 4) Estudio de las muestras resultantes mediante microscopía electrónica de barrido en un equipo Dual Beam Zeiss Auriga.

RESULTADOS

Los residuos de hormigón reciclado (SF y EF) tienen una distribución textural muy diferente, presentando EF 70% de partículas mayores a 2 mm, mientras SF solo 28%. La composición mineralógica esencial de ambas muestras es

cualitativamente equivalente, levemente variable en proporciones, consistente en dolomita, cuarzo, calcita, filosilicatos, yeso y feldespatos.

Las aguas ácidas, recogidas en Tharsis, presentan un pH de 2,4, Eh de 653 mV y conductividad eléctrica de 11,62 mS cm⁻¹, y contienen 2,7 g L⁻¹ de S, 1,1 g L⁻¹ de Fe, 459 mg L⁻¹ de Al, 376 mg L⁻¹ de Mg, 258 mg L⁻¹ de Ca, 98,6 mg L⁻¹ de Zn y 66,5 mg L⁻¹ de Cu.

La mineralogía obtenida por DRX posterior a la lixiviación del AMD (muestras EFU y SFU) presenta poca variación cualitativa respecto a la muestra inicial, si bien la observación mediante microscopía (Fig. 1) permite comprobar la precipitación de oxihidróxidos de hierro de baja cristalinidad, la formación de sulfato cálcico, y la persistencia de los carbonatos.

Los elementos traza son efectivamente retirados de la solución, como demuestran los análisis químicos (Tabla 1), aunque las observaciones preliminares de las muestras sólidas no han permitido encontrar asociaciones claras de los mismos con las fases neoformadas, por lo que se continuarán estudios de detalle para precisar los mecanismos de retención de metales involucrados en el proceso.

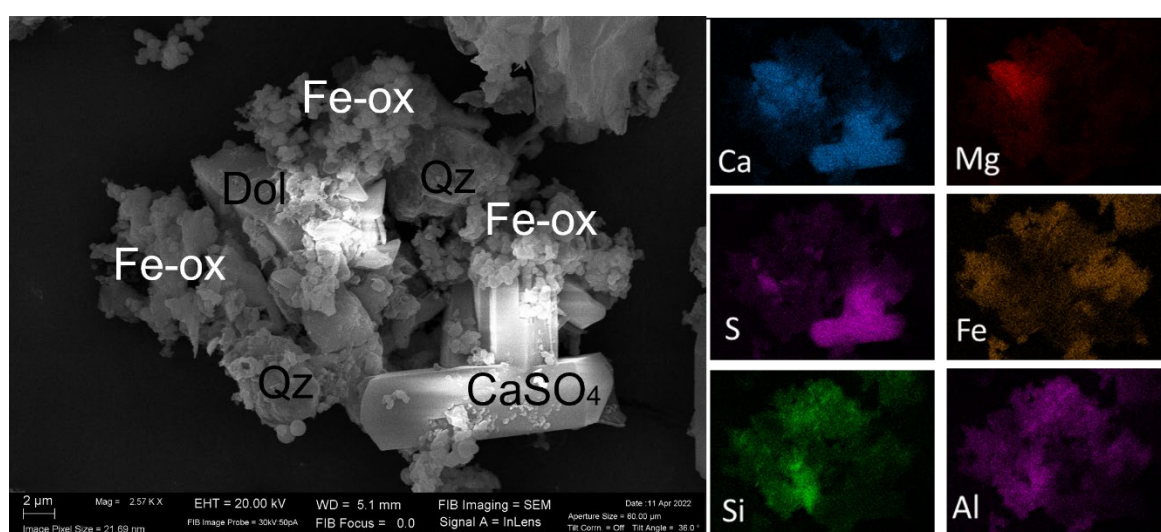


Fig 1. Imagen SEM de electrones secundarios y mapping composicionales de un detalle de la muestra SFU (Fe-ox oxihidróxidos de hierro).

Muestra	Día de ensayo	pH	Eh mV	CE mScm ⁻¹	Al mg/L	Ca mg/L	Fe mg/L	Mg mg/L	S mg/L	Zn mg/L	Cu mg/L
AMD	0	2,4	653	11,62	459	258	1059	376	2670,0	98,6	66,5
AMD-SF-8	33	7,6	283	5,65	0,018	733	0,013	482	1260,0	7,92	0,107
AMD-EF-8	33	7,6	279	5,90	0,028	701	0,011	534	1280,0	12,0	0.229

Tabla 1. Composición de AMD y de las soluciones tras 33 días de ensayo de lixiviación de AMD a través de los áridos reciclados de bormigón.

REFERENCIAS

- Delgado J., Barba-Brioso C., Ayala D., Boski T., Torres S., Calderón E., López F. (2019): Remediation experiment of Ecuadorian acid mine drainage: geochemical models of dissolved species and secondary minerals saturation. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, **26**, 34854–34872. DOI: 10.1007/s11356-019-06539-3
- Jordán M.M., García-Sánchez E., Almendro-Candel M.B., Pardo F., Vicente A.B., Sanfeliu T., Bech J. (2017): Technosols designed for rehabilitation of mining activities using mine spoils and biosolids. Ion mobility and correlations using percolation columns. *Catena*, **148**, 74–80. DOI: 10.1016/j.catena.2016.02.027