

Lixiviación de Granitos Históricos

/ ROSARIO GARCÍA GIMÉNEZ (1*), RAQUEL VIGIL DE LA VILLA MENCÍA (1), VIRGINIA RUBIO FERNÁNDEZ (2), JESÚS CABALLERO ARRIBAS (3)

(1) Departamento de Geología y Geoquímica. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid. C/ Francisco Tomás y Valiente, s/n, 28049 Madrid (España).

(2) Departamento de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Autónoma de Madrid. C/ Francisco Tomás y Valiente, s/n, 28049 Madrid (España).

(3) Castellum, arqueólogos. Apdo. Correos 396, 05001 Ávila (España).

INTRODUCCIÓN.

La aparición de cistas funerarias (tumbas) en diferente grado de alteración en la excavación arqueológica de la Iglesia de San Andrés de Ávila, hizo pensar en la vulnerabilidad que sufren los materiales graníticos cuando les afecta una inundación continuada, así como la interacción con la materia orgánica y los procesos acaecidos en el sistema mineral/fluido con mecanismos reactivos de diferente energía libre de Gibbs (White y Brantley, 2003).

La excavación dejó al descubierto varias tumbas en diferente estado de conservación/alteración y con distinta cronología. Este tipo de sepulturas, aunque, por lo general, con mejor talla y mayor esmero en el tratamiento de la cabecera, han sido bien datadas y documentadas en otras necrópolis de la ciudad de Ávila, tal es el caso de la basílica de San Vicente (Caballero Arribas, 1996).

El estado de alteración que presentaban las tumbas dio origen a un estudio sobre el proceso de lixiviación al compararlas con los materiales supuestamente empleados en su construcción (granito de diferente color procedente de la cantera de La Colilla, Ávila).

El material con el que estaban construidas y su relación medioambiental, estableció una hipótesis sobre los procesos acaecidos en los materiales petrológicos de las tumbas soportando una fuerte alteración debida al contenido (cadáver) y a las circunstancias del entorno.

Muchos procesos cinéticos de

importancia medioambiental ocurren cuando se sobrepasa el equilibrio termodinámico y se llega a diferencias de energía libre pequeñas. Estudios previos han considerado relaciones entre las tasas de disolución y neoformación de minerales entre otros caolinita, albita, esmectita (Oelkers y Schott, 1999; Taylor et al., 2000; Berger et al. 2002)

MATERIALES Y MÉTODOS.

Se han tomado fragmentos de las tumbas exhumadas arqueológicamente y detectadas en varias catas. Además se han seleccionado materiales similares procedentes de la localidad de La Colilla, Ávila, en las canteras de Las Hálagas y del Lomo con colores similares a los encontrados en las tumbas (amarillo y gris).

Sobre las muestras anteriores se ha procedido al análisis mineralógico semicuantitativo por DRX en difractor SIEMENS D-5000, en muestra total y agregados orientados. El análisis microscopio se efectuó por lámina delgada en microscopio petrográfico Orto Plan Polt Leitz y se completó mediante microscopía electrónica de barrido en un equipo INSPECT FEI COMPANY, EDS OXFORD con fuente de wolframio. El análisis químico fue realizado por ataque ácido

en vaso abierto y posterior puesta en solución para análisis en ICP/MS Elan 6000 Perkin Elmer Sciex equipado con autosampler AS 91.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El estudio petrográfico de las rocas presenta un granito con feldespatos muy alterados que, en el caso de las tumbas, origina grandes dificultades por su poca compactación. No obstante, se han identificado algunos cristales de feldespatos (fig. 1), abundante cuarzo y ópalo, junto a caolinita, en gran cantidad y esmectita. Son muestras de elevada porosidad, próxima al 14% V, cuyo grado de alteración se incrementa cuando el tamaño de grano disminuye (Vigil et al., 2000).

Los análisis mineralógicos de las diferentes muestras se presentan en la Tabla 1. La tumba 3 es similar al granito caleño ya que carece de feldespatos, presenta ópalo y como componentes de los filosilicatos, se identifican caolinita y esmectita. Si se compara el material de esta tumba con el granito caleño se puede afirmar la mayor alteración en la tumba al incrementarse la proporción de caolinita y esmectita respecto a la roca original.

La roca estudiada (tumba y granito caleño) es un granito de dos micas

Muestra	Cuarzo (%)	Feld alcalino (%)	Plagioclasa (%)	Ópalo (%)	Caolinita (%)	Ilita (%)	Esmectita (%)
Granito Caleño	25	indicios	indicios	37	36	-	2
Tumba 3 (Cata 3)	10	indicios	-	20	50	-	20
Granito gris	18	29	23	-	-	30	-
Tumba 4 (Cata 3)	13	32	20	-	10	25	-
Tumba 5 (Cata 3)	13	28	14	-	15	30	indicios

Tabla.1. Composición mineralógica semicuantitativa global de los granitos en porcentaje de peso, determinada por difracción de Rayos-X.

palabras clave: Lixiviación, granito, patrimonio, alteración

key words: Lixiviation, granite, alteration, heritage

alterado, de grano fino y medio, equigranular (granito caleño) que dada su estructura puede ser considerado como una arenisca silicificada, silcreta. Junto a estas muestras, se han identificado otras similares en los enterramientos, pero en este caso de granito gris, que se testó con otra roca de coloración, mineralogía y textura similares, pero que no presenta el mismo grado de alteración.

El granito gris, con feldespatos, illita y carente de ópalo, es similar a la composición mineralógica de las tumbas 4 y 5, mostrando un grado de alteración inferior al denominado caleño, tanto en la cantera como cuando forma parte de la cista.

Químicamente (Tabla 2) no se puede establecer una correlación clara entre las rocas originales y las tumbas, dado el alto grado de alteración y de lavado sufrido por los enterramientos. Por SEM se han reconocido marcas superficiales sobre los feldespatos con forma de rombo, coincidiendo con las zonas más reactivas.

El papel de las bacterias nitrificantes en la alteración, dado el carácter de tumbas de los depósitos estudiados, ha contribuido a la alteración de los feldespatos y su transformación en minerales de la arcilla (Mansch y Bock, 1993).

Las muestras encontradas en la excavación, proceden de varias catas, lo que proporciona composiciones algo dispares. Los análisis de los granitos de las cistas no son semejantes para cada construcción, posiblemente, al tratarse

Muestra	Zr (ppm)	Cr (ppm)	Fe (ppm)	Sr (ppm)	Zn (ppm)	Nb (ppm)	Ba (ppm)
Granito Caleño	190	117	1960	217	40	20	150
Tumba 3 (Cata 3)	160	258	2367	163	205	29	100
Granito gris	130	90	823	320	20	n.d.	200
Tumba 4 (Cata 3)	104	135	2615	297	58	n.d.	257
Tumba 5 (Cata 3)	180	209	2403	187	263	30	115

Tabla.2. Composición química de algunos elementos de los granitos determinada por ICP/MS. (n. d. = no detectable)

de materiales diversos y por tanto, quizá reutilizados, aunque mediante la comparación con muestras tomadas de dos canteras de La Colilla, se puede decir que proceden del mencionado lugar, que también presenta varios frentes de granito, con litologías complementarias.

El proceso de caolinitización en el granito caleño está altamente avanzado confirmando a las muestras gran inestabilidad, lo que las hace deleznable y fácilmente trabajables, lo que ha hecho que algunos bloques sean tallados en forma antropomórfica.

CONCLUSIONES.

Los agentes atmosféricos afectan a la estabilidad de la matriz de las rocas, facilitando la corrosión y la formación de nuevos minerales. Los procesos de alteración se han visto incrementados por la contribución de bacterias nitrificantes, procedentes de la materia orgánica.

El grado de alteración aumenta cuando el tamaño de grano disminuye y dada la alta porosidad de las rocas estudiadas,

se facilita el encharcamiento y se favorecen los procesos de disolución y neoformación.

Los análisis que más ayudan a establecer similitudes entre los materiales de las tumbas y los respectivos de las canteras son los análisis mineralógicos.

REFERENCIAS.

- Berger, G., Beaufort, D. Lacharpagne, J.L. (2002): *Experimental dissolution of sanidine under hidrothermal conditions: mechanism and rate*, *Am. J. Sci.* **302**, 663-685.
- Caballero Arribas, J. (1996): "La plaza de San Vicente de Ávila: necrópolis parroquial y nivel romano", Numantia, **6**, Valladolid.
- Mansch, R. & Bock, E. (1993): *Untersuchung der Beständigkeit von keramischen Werkstoffen, Werkstoffe und Korrosion*, **45**, 96-104.
- Oelkers, E.H. & Schott, J. (1999): *Experimental study of kyanite dissolution rates as a function of chemical affinity and solution composition*, *Geochim. Cosmochim. Acta* **63** (6), 785-797.
- Taylor, A.S., Blum, J.D., Lasaga, A.C.: (2000). *The dependence of labradorite dissolution and Sr isotope release rates on solution saturation state*, *Geochim. Cosmoch. Acta*, **64** (14), 2389-2400.
- Vigil de la Villa, R., García R., Rubio, V., Ballesta, R.J. (2000): *Soil alteration processes on granite in the Central Mountain Range (Spain)*, *Z. Geomorph. N.F.* **44**(2), 233-248.
- White, A.F., Brantley, S.L. (2003): *The effect of time on the weathering of silicate minerals: why do weathering rates differ in the laboratory and the field*, *Chem. Geol.*, **202**, 479-506.

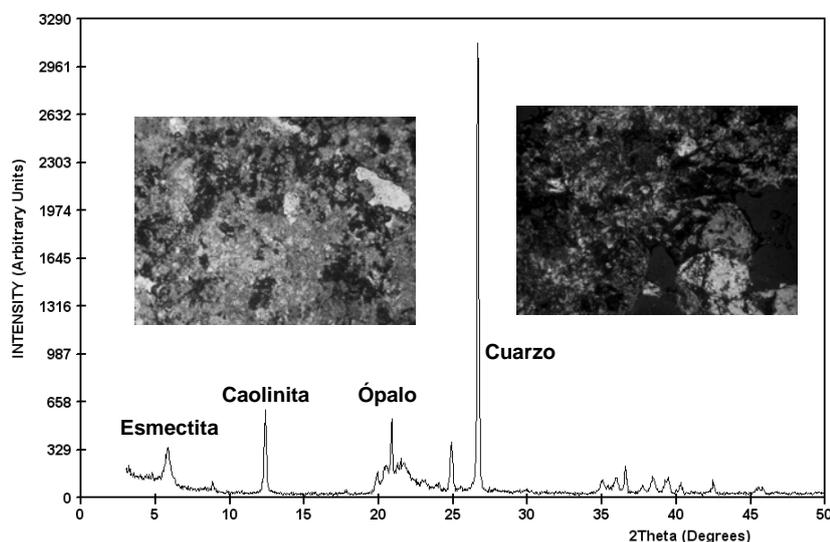


fig.1. Diagrama de DRX y fotografías con microscopio de polarización del granito de la tumba 3.