

Fig. 2.—Detalle de un grano de feldespato alterado al microscopio electrónico de barrido (1 marcador=10  $\mu\text{m}$ ).

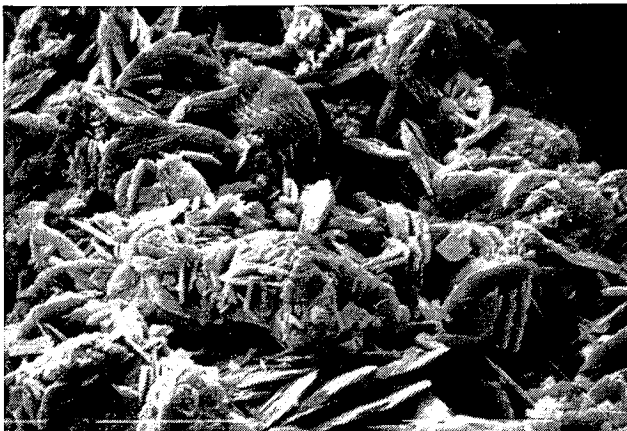


Fig. 3.—Aspecto de la superficie de un capitel donde pueden observarse filossilicatos y cristales de yeso neoformados (MEB, 1 marcador=10  $\mu\text{m}$ ).

- Contenido en agua a los 2 días de inmersión libre: 10,3%.
- Contenido en agua a los 2 días de secado: 0,22%.
- Coeficiente de absorción capilar:  $8 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$ .
- Coeficiente de penetración capilar:  $5 \text{ cm/h}^{1/2}$ .

Los resultados obtenidos nos indican que se trata de una roca de porosidad abierta relativamente alta, constituida por macroporos intergranulares, bien comunicados entre sí

por medio de conductos de gran radio de acceso. En consecuencia, la capacidad de absorción de agua por parte de esta arenisca es elevada, y sus contenidos en agua pueden variar rápidamente en función de los condicionantes externos a que puede verse sometido el material.

#### Conclusiones

Como consecuencia de la configuración del sistema poroso de la are-

nisca de Santillana del Mar, el agua (humedad) —principal agente de alteración— penetra y circula con suma facilidad por el seno de la roca, bien sea en forma líquida o en forma de vapor. Esto favorece los procesos de degradación, tales como la alteración de los feldespatos en caolinita y el transporte y precipitación de sales solubles contenidas en el agua.

Así, el yeso detectado en las costuras superficiales de muestras de los capiteles (pero no en las muestras de cantera) podrían tener este origen. En este caso, la cristalización del yeso en el interior o, más corrientemente, superficie del material pétreo, va asociada a un incremento considerable de volumen, lo que induce tensiones en las paredes de los poros donde se aloja y, consecuentemente, la generación de microfisuras intergranulares y fenómenos de descohesión. Microfisuración y desagregación granular, que, a su vez, implicaría la aparición de nuevas vías de acceso para el agua y, por consiguiente, la progresión de la alteración química y física del material.

#### Agradecimientos

A la Dirección General de Bellas Artes y Archivos (Ministerio de Cultura) por la financiación del proyecto de investigación: «Estudio alterológico de los materiales pétreos del Claustro de la Colegiata de Santillana del Mar (Cantabria): especial referencia al estado de degradación de sus capiteles» (1986).

#### Referencias

- Alonso, F. J.; Esbert, R. M. y Ordaz, J. (1987a y b): *Bol. Geol. Min.*, 98 (2), 226-236 y 98 (3), 555-576.
- Esbert, R. M.; Ordaz, J.; Alonso, F. J. y Valdeón, L. (1984): *I Cong. Nacional de Geología, Segovia*, II, 921-931.
- IGME (1972): *Mapa Geológico de España, Escala 1:50.000, Hoja 34 (Torrelavega)*.

Recibido el 30 de septiembre de 1988  
Aceptado el 10 de octubre de 1988

## Fosfatos de Mn-Fe con Li en el área pegmatítica del Cap de Creus (Cataluña)

Corbella, M. Departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits minerals. Facultat de Geologia. Martí i Franquès, s/n. 08028 Barcelona.

Melgarejo, J.-C. Departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits minerals. Facultat de Geologia. Martí i Franquès, s/n. 08028 Barcelona.

## ABSTRACT

*Lithium-bearing phosphates have been recently discovered in the albitic facies of the pegmatitic field of Cap de Creus. New metallogenetic possibilities are, hence, expected in the Eastern Pyrenees.*

Corbella, Mercè y Melgarejo, Joan-Carles (1988): Fosfatos de Mn-Fe con Li en el área pegmatítica del Cap de Creus (Cataluña). *Geogaceta*, 5, 57-58.

**Key words:** *Heterosite, pegmatite, lithium, Pyrenees.*

## Introducción

La Península del Cap de Creus, al NE de Girona, es el afloramiento más oriental del Hercínico de los Pirineos. Se halla constituida por materiales paleozoicos: una potente serie pelítica atribuida al Cambro-ordovícico (con predominio de pelitas y areniscas, con intercalaciones locales de calizas, conglomerados y rocas volcánicas ácidas), instruida por granitoides (fundamentalmente granodioritas) heterogéneamente gneisificados y milonitizados (Carreras, 1986). La serie se halla afectada por un metamorfismo regional cuya intensidad aumenta desde la zona de la clorita hasta la zona anatética en el sector norte de la península. Es asimismo en el sector septentrional de la Península donde afloran cuerpos pegmatíticos de dimensiones variables, en forma de diques alineados en su mayor parte en dirección NW-SE.

En pegmatitas de la misma área se ha descrito con anterioridad mineralizaciones Sn-Nb-Ta-Be (Melgarejo *et al.*, 1988).

## Caracterización de las pegmatitas mineralizadas

Los fosfatos han sido localizados en pegmatitas de dimensiones variables, pero generalmente de longitud de orden decamétrico y anchura métrica, emplazadas en esquistos de grado medio a alto. La mineralización puede aparecer según dos morfologías:

1) Cristales alotriomórficos de aspecto nodular, de dimensiones de orden centi-decimétrico, distribuidos generalmente con mayor o menor abundancia en la zona más interna de grano grueso de los cuerpos pegmatíticos. Dentro de esta categoría se han

caracterizado ópticamente y mediante difracción de rayos-X diversos fosfatos de Al y Fe-Mn: berlinita ( $\text{AlPO}_4$ ), triplita ( $\text{Mn}^{+2}, \text{Fe}^{+2}, \text{Mg}, \text{Ca}$ ) $_2(\text{PO}_4)$  (F,OH), lazulita ( $\text{Mg}, \text{Fe}^{+2}$ ) $\text{Al}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$  y minerales de la serie purpurita-heterosita ( $\text{Mn}^{+3}, \text{Fe}^{+3}$ ) $\text{PO}_4$ .

2) Agregados de grano muy fino producto de alteración de los anteriores, constituyendo pseudomorfo, vetas, impregnaciones o costras bien sea directamente sobre los anteriores o también a menudo distribuidos ampliamente por el conjunto de la pegmatita. Se ha caracterizado como tales componentes de la serie robertsita-mitridatita  $\text{Ca}_6(\text{H}_2\text{O})_6(\text{Fe}_9\text{O}_6(\text{PO}_4)_9) \times 3\text{H}_2\text{O}$ , componentes de la serie frondelita-rockbridgeita ( $\text{Fe}^{+2}, \text{Mn}$ ) $\text{Fe}_4(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_5$ , autunnita  $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10\text{-}12\text{H}_2\text{O}$ . Como otros productos de alteración se han desarrollado también costras de óxidos de hierro y de manganeso. El carácter fuertemente coloreado de todos estos minerales y, en el caso de la autunnita, su fluorescencia a la luz ultravioleta son inestimables ayudas para la localización de los cuerpos mineralizados.

Las pegmatitas mineralizadas en fosfatos no son particularmente abundantes y se encuentran distribuidas por toda la zona pegmatítica, siendo destacable su afinidad por las pegmatitas más ricas en moscovita y pobres en turmalina negra (chorlita).

Mención aparte merecen las purpuritas-heterositas. Estas se encuentran en pegmatitas albiticas en asociación estrecha con otros minerales característicos de las pegmatitas de elementos raros (Cerny, 1982): columbita-tantalita, ixiolita y berilo. Su análisis mediante absorción atómica revela contenidos hasta del 0,5% en  $\text{Li}_2\text{O}$ , circunstancia acorde a los datos de

Winchell (1959). Por otra parte, el análisis puntual mediante SIMS y XPS confirma que este Li se encuentra en estas fases y no en inclusiones de otras.

La presencia de fosfatos con litio en la Península del Cap de Creus, así como en las Alberes (Fontan y Fransolet, 1986) permite ampliar el mapa de la distribución de este elemento en los Pirineos Orientales, posibilitando nuevas investigaciones metalogénicas en este ámbito.

## Agradecimientos

Al doctor Tura (Instituto Juan de La Cierva, del CSIC), por su colaboración en el análisis de Li mediante XPS; a los doctores López y Morenza (Facultad Física, Universidad de Barcelona), por el análisis de Li mediante SIMS, y al doctor Sacedón (Instituto Torres Quevedo del CSIC), a cargo de la microscopía Auger. Asimismo al doctor Ayora, por los comentarios del trabajo.

Este trabajo ha sido financiado por el Instituto Geológico y Minero de España.

## Referencias

- Carreras, J. (1986): *Història natural dels Països Catalans*. T. 1. Fundació Enciclopedia Catalana.  
 Cerny, P. (1982): *Mac Short Course Handbook*. 8, 1-39.  
 Fontan, F. y Fransolet, A. M. (1986): *Bol. Soc. Esp. Min.*, 9, 391-396.  
 Melgarejo, J. C.; Pontacq, J. y Targarona, J. (1988): *Bol. Soc. Esp. Min.* 11-2, 98.  
 Moore, F. B. (1982): *Mac Short Course Handbook*. 8, 267-291.  
 Winchell, A. N. (1959): *Elements of Optical Mineralogy*. John Wiley & Sons.

Recibido el 30 de septiembre de 1988  
 Aceptado el 10 de octubre de 1988