

Nota sobre la pirofilita de Águilas (Murcia, SE de España)

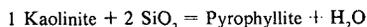
por A. ACOSTA ECHEVERRÍA, A. GARCÍA-CERVIGÓN BELLÓN y M. RODRÍGUEZ GALLEGO

Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias y Departamento de Investigaciones Geológicas del C.S.I.C. Universidad de Granada.

SUMMARY

A preliminary study on a pyrophyllite occurrence near Águilas (Murcia province, SE of Spain) is presented. Pyrophyllite, quartz, white micas and kaolinite are the constituent minerals of these vein type mineralisations. The host rocks are phyllites from the Alpujarride complex.

The origin of pyrophyllite is related to regional metamorphism of an Al-rich sedimentary material. The main reaction involved would be



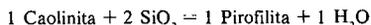
An alternative segregation process is contemplated.

The optical, chemical analyses and X-ray diffraction data are given.

RESUMEN

Se hace un estudio previo del yacimiento de la pirofilita de Águilas (Provincia de Murcia, SE de España). Pirofilita, cuarzo, micas blancas y caolinita son los constituyentes de estas mineralizaciones filonianas que encajan en fisuras de las filitas del complejo Alpujarride.

El origen de la pirofilita está relacionado con un proceso de metamorfismo regional de un material sedimentario rico en aluminio. La principal reacción implicada sería



Se contempla asimismo como posibilidad alternativa, un proceso de segregación metamórfica.

Se dan datos ópticos, de análisis químico y de difracción de Rayos X.

INTRODUCCIÓN

La presente nota tiene por objeto dar una información acerca de los yacimientos de pirofilita de Águilas, (SE de Murcia). Es interesante destacar que, hasta hace poco, dichas mineralizaciones se consideraban de talco y como tales se explotaron hasta la década de los 50. Recientemente, uno de los autores (Acosta Echeverría, 1979) ha puesto de manifiesto que en tales mineralizaciones el principal de los filosilicatos es la pirofilita. En efecto, el análisis por difracción de rayos X, ha permitido identificar dicho mineral, caracterizado por la medida precisa de las reflexiones basales a 9,18 y 3,06 Å, fácilmente diferenciables de las que caracterizan al talco (9,30 y 3,10 Å). Estas primeras determinaciones, basadas en la diferenciación de rayos X, fueron confirmadas posteriormente por los datos de análisis químicos (ver tabla I, columna 2).

Con objeto de mejorar la información que hasta ahora se tenía de estos yacimientos, y al mismo tiempo poder ampliar nuestros conocimientos acerca de la mineralogía de las Cordilleras Béticas, se ha iniciado un estudio detallado de estas concentraciones de pirofilita y de su entorno geológico, del que este artículo constituye una nota preliminar.

SITUACIÓN

a. - Situación Geográfica

Este yacimiento está situado a unos 6 km al NNE de Águilas, en la provincia de Murcia (fig. 1) y está constituido por una serie de afloramientos que se extienden a lo largo de una banda, de dirección NE-SW, de unos 4 km de longitud, entre el Cabezo de los Mayorales y el Cabezo del Lorquino.

Las coordenadas U. T. M. que delimitan la zona en la que aflora la pirofilita son:

41⁴⁶ - 41⁴⁹ cuadrícula 30S de la Hoja
6²⁶ - 6³⁰

n.º 997 (Águilas del M. M. E., escala 1:50.000.

b.- Situación Geológica

Las mineralizaciones de pirofilita de Águilas encajan en una serie formada esencialmente por filitas rojas, con esporádicas intercalaciones de filitas negras, en la que aparecen bancos de areniscas y cuarcitas. Todo este conjunto litológico presenta a simple vista una esquistosidad muy patente.

Egeler y Simón (1969) asignan dicha serie al Complejo Alpujarride y le atribuyen una edad entre el Paleozoico Superior y el Triásico Inferior.

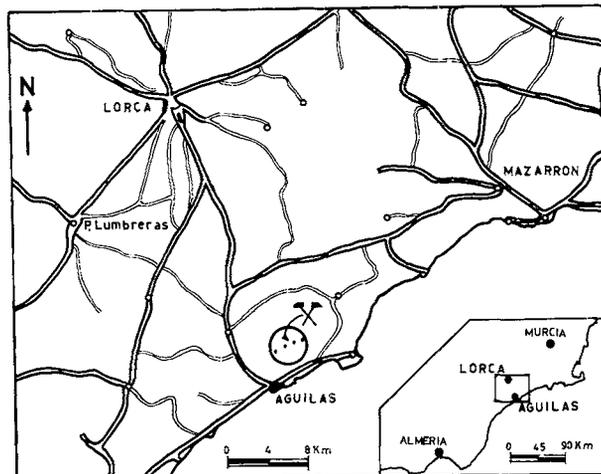


Fig. 1. Esquema de la situación geográfica de los afloramientos.

MÉTODOS EXPERIMENTALES

Han consistido en: a) estudio en lámina delgada; b) separación de fracciones; c) análisis por difracción de rayos X y d) análisis químico de elementos mayoritarios y de elementos en trazas. Para los primeros se ha seguido el método de Shapiro y Brannock (1962) modificado por Linares y Huertas (comunicación personal). Los elementos en trazas se han determinado por espectrometría de absorción atómica con un equipo Beckman, modelo 495.

DESCRIPCIÓN DE LA ROCA ENCAJANTE

La roca encajante de la pirofilita está constituida por filitas, muy alteradas, de color pardo-rojizo, con esquistosidad patente y abundantes vetas de cuarzo recristalizado. La composición mineralógica de estas filitas por orden decreciente de abundancia, deducida a partir del estudio en lámina delgada, en la siguiente: cuarzo, mica blanca, carbonatos, óxidos de hierro, cloritoide y zircón, sin descartar la posible existencia de grafito, en todo caso muy minoritario.

Dicho estudio pone de manifiesto una esquistosidad de flujo marcada por la orientación preferencial de los granos de mica y cuarzo. Tal esquistosidad de flujo aparece fuertemente plegada y llega a desarrollar una esquistosidad de crenulación.

De los minerales que forman la roca encajante, el cuarzo y las micas blancas constituyen la casi totalidad de la muestra, en tanto que los tres últimos —menas opacas, cloritoide y zircón— son excepcionalmente escasos. El cloritoide muestra un crecimiento transversal a la esquistosidad de flujo, es aparentemente sincrónico a la crenulación y se encuentra notablemente alterado y transformado en óxidos de hierro. Además de estos óxidos de hierro, relacionados con la alteración del cloritoide, se encuentran otros que han recristalizado con la esquistosidad de flujo. Por último, cabe destacar que los carbonatos se encuentran siguiendo las bandas de las micas.

El estudio por difracción de rayos X, sobre fracciones de diferente granulometría ha permitido precisar algo más respecto a los filosilicatos presentes, que son: caolinita y micas blancas.

En efecto, las reflexiones basales de estas micas, a 9,97; 9,77 y 9,55 Å hacen pensar en la presencia de una mica potásica ($d_{002} = 9,77$ Å); otra cálcica, de tipo margarita ($d_{002} = 9,77$ Å) y una tercera, indudablemente sódica, de tipo paragonita ($d_{002} = 9,57$ Å). La relación de intensidades $I_{904}/I_{002} = 0,35$ que presenta la mica potásica, de acuerdo con el diagrama de Martín Ramos y Rodríguez Gallego (1978), indica que se trata de una fengita.

También se ha verificado la naturaleza de los carbonatos presentes: calcita y dolomita. Por tanto la roca encajante es una filita con carbonatos. En la columna I, de las tablas I y II, se recogen los resultados del análisis químico de los componentes mayoritarios y de los elementos en trazas respectivamente.

DESCRIPCIÓN DE LA PIROFILITA

La pirofilita de Águilas se encuentra en forma de cuerpos planares asociados a filones de cuarzo recristalizado, (fig. 2) que arman en fracturas irregulares —tanto por su geometría como por sus dimensiones— de los micaesquistos. Dichas

capas de pirofilita nunca superan 1 m de potencia. Las fracturas en las que se alojan estas mineralizaciones unas veces son paralelas y otras oblicuas a la esquistosidad principal. Es interesante destacar como dichos cuerpos mineralizados, a veces aparecen replegados, afectando las correspondientes deformaciones tanto al cuarzo recristalizado como a la «pirofilita».

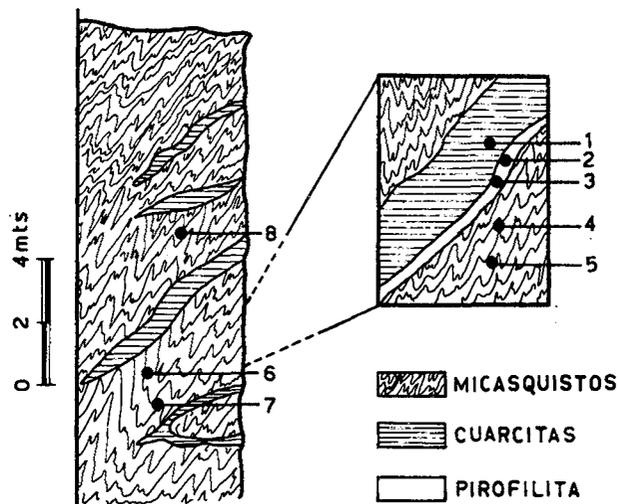


Fig. 2. Croquis de situación de las muestras estudiadas. A. Esquema de la ubicación de vetas de cuarzo dentro de las filitas que constituyen la roca de caja de la pirofilita. B. Detalle de los filones de cuarzo y «pirofilita».

Esta es de color blanco-verdoso, aunque en ocasiones puede presentar tonos ligeramente rosáceos. Es de grano muy fino —desde microscópico a submicroscópico— con esquistosidad patente, muy frágil y untuosa al tacto. Además de la pirofilita filoniana que acabamos de describir, cabe destacar la existencia de pirofilita diseminada en la roca encajante, en la inmediata proximidad a los filones de cuarzo.

La transición roca encajante-mineralización, puede ser unas veces neta y otras gradual. En este último caso, se comprueba generalmente una continuidad excelente en la esquistosidad, desde la roca de caja hasta el interior de la mineralización. Continuidad que a veces puede observarse cuando los contactos son netos.

Del análisis mineralógico de la «pirofilita» filoniana se deduce la siguiente composición: pirofilita, cuarzo, micas blancas, caolinita e indicios de minerales a 14 Å (1).

En lámina delgada se observa la misma esquistosidad de flujo que caracteriza a la roca encajante, definida en este último caso por la orientación preferencial de las micas blancas y de la pirofilita. También se ha podido comprobar la presencia de recristalizaciones de mica, que rompen la continuidad de los lechos definidos por la mencionada esquistosidad.

El cuarzo asociado a la pirofilita es de dos tipos: uno macroscópico, en forma de vetas cuya potencia puede oscilar

(1) En la fracción $<1,2\mu$ de la «pirofilita» además de los minerales citados se observa una débil reflexión en la región de 14 Å, indicadora de la existencia de una posible clorita.

entre unos centímetros y unos pocos decímetros y otro microscópico intercrecido con pirofilita, caolinita y micas blancas.

El examen de estas últimas pone de manifiesto que son análogas a las encontradas en la roca encajante. Es decir, además de la paragonita existen dos micas, una de tipo fengita y otra que aparentemente es una margarita.

Por otra parte, el análisis químico de las muestras tomadas en la mineralización (ver tabla I, columna 2) muestra un contenido bajísimo en MgO (0,88 %), insuficiente para traducirse en cantidades detectables de talco, máxime si se considera que este magnesio esté alojado en la red de los filosilicatos, muy especialmente en la fengita y en la probable clorita.

El mayor contenido en SiO₂ de la roca encajante frente a la mineralización es acorde con la menor concentración en cuarzo y con el predominio de los filosilicatos en ésta última.

El contenido en calcio relativamente alto de la roca de caja se explica por la presencia de calcita y de dolomita, especies que están ausentes en la mineralización. Si se tiene en cuenta el contenido en cuarzo en ésta última (~ 20 %) y el pequeño porcentaje de CaO que suelen albergar las redes de la fengita y paragonita, se corrobora la hipótesis de que la mica cuyo $d_{002} \approx 9,77 \text{ \AA}$ sea un término cálcico, correspondiente a una margarita.

Por último, en relación con el contenido de elementos en trazas, hay que destacar que son muy parecidos en la roca encajante y en la mineralización. A lo sumo puede apreciarse un pequeño enriquecimiento en Rb y Co y un ligero descenso del Sr y Li en la mineralización. El enriquecimiento en Rb posiblemente esté ligado al de la mica (en cuya estructura puede albergarse) y el Co muy probablemente ligado al cuarzo, tal como se ha puesto de manifiesto en numerosas mineralizaciones de talco que arman en materiales del Complejo Alpujárride (Acosta Echeverría, 1979)

Tabla I. Análisis químico.

	1	2
SiO ₂	67,31	60,75
Al ₂ O ₃	11,69	26,65
Fe ₂ O ₃	3,53	0,45
MgO	0,87	0,88
CaO	5,80	1,36
Na ₂ O	1,74	1,27
K ₂ O	1,48	4,37
TiO ₂	0,44	—
P. c.	6,86	4,28
TOTAL	99,28	100,01

Composición química expresada en % de la roca encajante (columna, 1) y del Mineral (pirofilita + cuarzo + moscovita, columna, 2).

Notas:

- no detectado.

P. c. pérdida por calcinación, incluye el H₂O⁺ y el contenido en CO₂.

HIPÓTESIS GENÉTICAS

Cabe pensar que la pirofilita de Águilas se ha formado por uno de los siguientes mecanismos:

- Por segregación metamórfica.
- Por metamorfismo de un sedimento rico en alúmina.
- Puesto que la pirofilita se presenta siempre asociada a

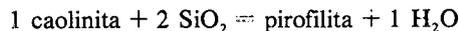
vetas de cuarzo, se puede pensar que se haya formado por un proceso de removilización metamórfica, en virtud del cual se produce un flujo de sílice y de potasio (recuérdese la fuerte proporción de micas asociadas a la pirofilita) desde la roca de caja hacia las fracturas. También se podría pensar en migraciones cortas (decimétricas) de cantidades pequeñas de alúmina (1), desde la roca encajante hasta las fracturas, en las que por reacción con la sílice se produciría pirofilita en condiciones de presión y temperaturas bajas.

Tales reacciones se darían asimismo en el seno de la roca encajante, en las zonas próximas a las fracturas y serían responsables de la pirofilita que aparece diseminada en las filitas, alrededor de las vetas de cuarzo.

El mecanismo descrito no permite descartar la posibilidad de que se haya formado la pirofilita por transformación de la moscovita fengítica que existe en la roca de caja.

b) Debe evocarse la posibilidad de que estas mineralizaciones hayan sido controladas por la composición del metasedimento. En efecto, unos sedimentos ricos en aluminio, sometidos a un metamorfismo relativamente bajo habrían provocado la aparición de la pirofilita.

Tanto en un caso como en otro se puede invocar la reacción:



reacción que de acuerdo con Thompson (1970) y Haas y Holdaway (1973) tendría lugar entre 325 ± 20°C a 1 kb y 375 ± 15°C a 4 kb (presión de H₂O = presión total).

La presencia de cuarzo en proporciones notables indicaría un exceso de SiO₂. Ahora bien, la caolinita que actualmente acompaña a la pirofilita debería haber reaccionado con el exceso de SiO₂ para dar más pirofilita. Tales circunstancias permiten pensar que la reacción invocada anteriormente no se ha completado o bien que la mineralización ha sufrido un proceso de retrometamorfismo. Puesto que la roca de caja muestra claros indicios de dicho proceso (alteración del cloritoide, ausencia de plagioclasas, presencia de caolinita, etc.) no es aventurado relacionar la caolinita que coexiste con la pirofilita con el mismo proceso de retrometamorfismo que afecta a la roca encajante de las mineralizaciones que nos ocupan.

A modo de conclusión puede establecerse que el proceso genético de la pirofilita ha sido controlado esencialmente por la composición del sedimento original (hipótesis b) aún

Tabla II. Elementos en trazas.

	1	2
Cu	<10	<10
Zn	35	<10
Ni	<10	0
Co	28	20
Cr	14	<10
Sr	310	288
Li	151	85
Rb	49	85

Elementos en trazas (en ppm) en la roca encajante (columna, 1) y en el «mineral» (columna, 2).

(1) Conviene tener presente en la valoración de estos datos que para el análisis de la «pirofilita» se ha procurado evitar la presencia del cuarzo microscópico que siempre acompaña, en proporciones más o menos importantes, a la mineralización.

cuando se haga necesario invocar procesos de removilización a pequeña escala para justificar las concentraciones planares de pirofilita (hipótesis a). No obstante es importante destacar que se hace indispensable un muestreo más amplio y sistemático tanto de las zonas inmediatas a la mineralización, como de los distintos niveles de la serie metamórfica, para poder ofrecer una explicación lo más completa posible en relación con la formación de la pirofilita de Águilas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Prof. J. Thiebaut y col. del Département de Pétrographie et Minéralogie de Besançon (Francia); al Dr. F. Huertas García de la Estación Experimental del Zaidín (C. S. I. C., Granada) y al Prof. O. J. Simon del Geologische Instituut der Universiteit (Amsterdam), por la ayuda prestada.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA ECHEVERRÍA, A. (1979): «Estudio mineralógico y genético de los yacimientos de talco del SE de España (Almería, Granada y Murcia)». Tesis Doctoral. Universidad de Granada. (En prensa).
- EGELER, C. G. y SIMÓN, O. J. (1969): «Sur la tectonique de la zone Bétique (Cordillères Bétiques, Espagne)». *Verh. Ned. Akad. V. Wetensch.* 25: 1-90.
- HAAS, H. y HOLDAWAY, M. J. (1973): «Equilibria in the system $Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ involving the stability limits of pyrophyllite, and thermodynamic data of pyrophyllite». *Amer. J. Sci.* 273: 449-464.
- MARTÍN RAMOS, J. D. y RODRÍGUEZ GALLEGO, M. (1978): «Variación de las intensidades de las reflexiones basales en el sistema moscovita-Fe-flogopita-annita en difracción de rayos X». *An. Quim.* 74:235-242.
- SHAPIRO, L. y BRANNOCK, W. W. (1962): «Rapid analysis of silicate, carbonate and phosphate rocks». *Geol. Survey Bull.* 144-A.
- THOMPSON, A. B. (1970): «A note on the kaolinite-pyrophyllite equilibrium». *Amer. J. Sci.* 268: 454-458.

Recibido 31 de julio de 1980, revisado diciembre de 1980.