

# Estudio Textural y Mineralógico del Dique de Cuarzo con Fosfatos de Folgoso (Guarda, Portugal)

/ IDOIA GARATE-OLABE (1), ENCARNACIÓN RODA-ROBLES (1\*), PEDRO-PABLO GIL-CRESPO (1), ALFONSO PESQUERA-PÉREZ (1), ROMEU VIEIRA (2, 3), ALEXANDRE LIMA (3)

(1) Departamento de Mineralogía y Petrología, Facultad de Ciencia y Tecnología, UPV/EHU., Apdo. 644, 48080, Bilbao (España)

(2) Sojitz Beralt Tin & Wolfram (Portugal), S.A., Barroca Grande, 6225-051 Aldeia de S. Francisco de Assis, Portugal

(3) Center of Geology, University of Porto, DGAOT, FCUP, Rua do Campo Alegre, 687, 4169-007 Porto, Portugal

## INTRODUCCIÓN

El dique de cuarzo con fosfatos y sulfuros de Folgoso (Guarda, Portugal) se localiza en la Zona Centro-Ibérica del Macizo Ibérico. Se trata de un cuerpo tabular subvertical con una potencia media de unos cinco metros. Este cuerpo encaja en una granodiorita tardía respecto a la deformación hercínica, con un contacto neto en algunas zonas, y difícil de observar en otras, debido a la meteorización local que muestra. A pesar de que este dique es bien conocido por numerosos coleccionistas de minerales debido a la gran variedad mineralógica que presenta (principalmente de fosfatos), aún no se ha realizado un estudio detallado que permita, por una parte, la descripción petrográfica de este cuerpo y, por otra, el establecimiento de un modelo petrogenético. En este resumen se presentan los resultados preliminares del estudio del dique de Folgoso, y se desarrolla, a partir de estos datos, una discusión sobre aspectos relacionados con su génesis.

## METODOLOGÍA

Aunque la mayoría de las muestras estudiadas fueron recogidas "in situ", algunas de las paragénesis que presenta este dique no se encuentran actualmente en las zonas accesibles de la corta y por ello fueron muestreadas de la escombrera situada al pie del dique. Una parte de los minerales se ha identificado directamente en muestra de mano, sin embargo, y dado el pequeño tamaño o la "rareza" de algunas de las fases, en ocasiones ha sido necesario utilizar el microscopio petrográfico o la difracción de rayos X

## ASOCIACIONES MINERALES

A partir del estudio del afloramiento actual del dique, y teniendo también en

cuenta algunas muestras tomadas en la escombrera, observamos que el cuarzo es el mineral mayoritario (aprox. 85 % vol. total), pudiéndose distinguir tres asociaciones minerales diferentes.

### Asociación 1: Fosfatos de Fe-Mn

En el dique de Folgoso los fosfatos se presentan en forma de nódulos centimétricos, más o menos redondeados. La distribución de estos nódulos en el dique no parece seguir un patrón determinado, ya que se encuentran tanto en las zonas más cercanas al contacto como en las partes intermedias y centrales del dique. Son masas oscuras (marrón-negro) que, en ocasiones, muestran tonos ocres, amarillo y azul intenso correspondientes a fosfatos secundarios. El único fosfato primario que ha sido identificado hasta el momento es la zwieselita ( $\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ ) $_2(\text{PO}_4)\text{F}$ .

El resto de los fosfatos identificados en el dique de Folgoso (Tabla 1) se corresponde con fases secundarias que probablemente hayan reemplazado a la zwieselita primaria y/o a otros fosfatos secundarios.

Asoc.	Minerales principales	Minerales Accesorios
1.	Zwieselita Fosfoserita Cuarzo Rockbridgeita Pirita	Barbosalita Hureaulita Jahnsita Leucofosfita Apatito Estrengita Criptomelana Manjiroita
2.	Cuarzo Moscovita Arsenopirita Escorodita	Berilo Bobierrita Ganofilita
3.	Cuarzo Moscovita	Andalucita Granate Gahnita Turmalina

Tabla 1. Mineralogía de las diferentes asociaciones identificadas en el dique de Folgoso.

La zwieselita se reconoce fácilmente en muestra de mano por su aspecto masivo cuando está fresca, color marrón oscuro, y brillo vítreo, más evidente en algunas zonas que presentan un aspecto "acaramelado". Bajo el microscopio, la zwieselita es incolora, con colores de interferencia grises y ausencia de exfoliación (Fig. 1a).

La fosfoserita,  $\text{Fe}^{3+}(\text{PO}_4) \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$ , caracterizada por su color añil intenso y su aspecto pulverulento en muestra de mano, es el fosfato secundario más abundante en el dique de Folgoso. Observada al microscopio presenta un hábito característico fibroso-radial (Fig. 1b) y un color ligeramente rosado-violeta. Otros fosfatos relativamente abundantes son: rockbridgeita ( $\text{Fe}^{2+}\text{Mn}\text{Fe}^{3+}_4(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_5$ ), barbosalita  $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$ , hureaulita  $\text{Mn}_5(\text{PO}_3\text{OH})_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 4(\text{H}_2\text{O})$  y jahnsita  $\text{CaMn}^{2+}\text{Mg}_2\text{Fe}^{3+}_2(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_2 \cdot 8(\text{H}_2\text{O})$ . (Tabla 1). Hay que añadir la presencia ocasional de pirita junto con los fosfatos secundarios dentro de algunos nódulos. En ocasiones, la alteración mostrada por estos nódulos es más acusada, dando lugar a masas más oscuras, oquerosas y/o botroidales, en las que la presencia de óxidos e hidróxidos de Fe y Mn, tales como criptomelana y manjiroita junto con cuarzo, y el fosfato secundario estrengita  $\text{Fe}^{3+}(\text{PO}_4) \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$ , es habitual.

### Asociación 2: Cuerpos de Greisen

Estos cuerpos se presentan como masas centimétricas, de bordes redondeados y al igual que ocurre con los nódulos de fosfatos, no ha podido establecerse una zonalidad en su distribución dentro del dique. El mineral más abundante es la moscovita, que se presenta en forma de agregados compuestos por láminas de hasta 1 cm de longitud.

**palabras clave:** Dique de cuarzo, Fosfatos, Sulfuros, Folgoso.

**key words:** Quartz dike, Phosphates, Sulphides, Folgoso.

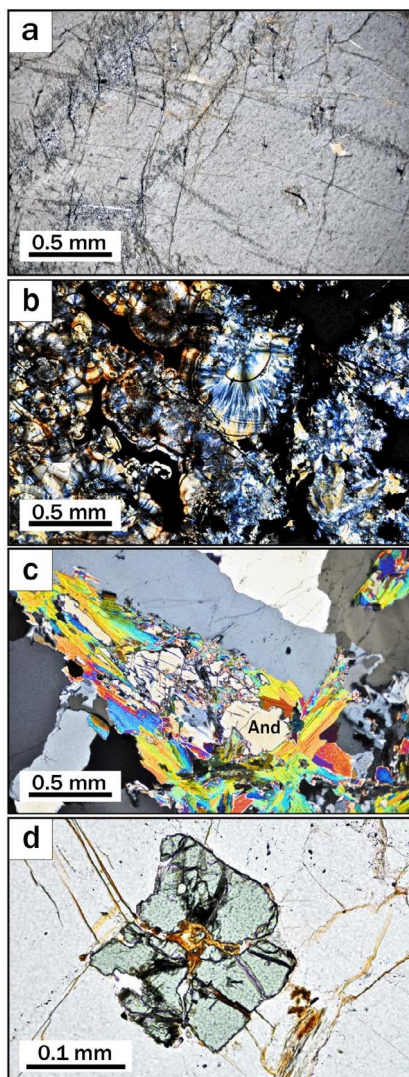


fig 1. Texturas de a) zwieselita masiva fresca (NX); b) fosfoserita con hábito fibroso-radial (NX); c) andalucita (hábito prismático) con moscovita; d) cristal subhedral de gahnita (N//).

Entre los cristales de moscovita aparecen masas oscuras o verdosas, de elevado peso específico, con un tamaño normalmente inferior a 10 cm. El mineral más abundante en estas masas es la arsenopirita, que se encuentra extensivamente reemplazada por escorodita. Dentro de estas masas han sido localizados berilo, ganofilita y bobierrita ( $Mg_3(PO_4)_2 \cdot 8(H_2O)$ ) de forma accesoria (Tabla 1).

### Asociación 3: Cuarzo + Minerales de Al

Esta asociación es volumetricamente menos importante que las dos anteriores. De forma localizada, el cuarzo que constituye mayoritariamente el cuerpo de Folgosinho presenta zonas en las que se concentran minerales ricos en Al, tales como andalucita,

granate o gahnita. La moscovita suele ser también un mineral frecuente en esta asociación, mientras que la turmalina se presenta de forma accesoria. La andalucita aparece en cristales prismáticos de color rosa pálido, de hasta 2 cm de longitud, intercreciendo en ocasiones con moscovita (Fig. 1c). El granate se presenta en pequeños cristales redondeados o ligeramente alargados, generalmente de grano muy fino, con diámetros inferiores a 2 mm. En cuanto a la gahnita, esta espinela de Zn también se presenta con un tamaño de grano muy fino. En muestra de mano se observa como pequeños puntos oscuros dentro del cuarzo, mientras que al microscopio aparece, generalmente, como cristales subautomorfos (Fig. 1d), de color verde claro.

### DISCUSIÓN

En la Zona Centro Ibérica es relativamente frecuente la presencia de rocas asociadas a los últimos estadios de diferenciación magmática, tales como pegmatitas y diques de cuarzo hidrotermales. Estos cuerpos, que suelen presentarse de forma intra- o peribatolítica, a menudo aparecen enriquecidos en elementos incompatibles, que no han entrado a formar parte de la estructura de los minerales más abundantes en las rocas graníticas a las que se asocian espacial y genéticamente. En los fundidos peraluminicos el P se comporta como un elemento incompatible debido a la baja actividad del Ca en dichos fundidos, que limitaría la precipitación de apatito (Bea et al., 1992). El dique de Folgosinho constituiría un sistema enriquecido en P que en presencia de otros elementos tales como Al, Li, Fe y/o Mn darían lugar a fosfatos primarios de Fe-Mn, de Li-Al, o ambos.

A pesar de que el número de fosfatos secundarios descritos en estos ambientes es muy elevado, el número de fosfatos primarios es, por el contrario, muy limitado. En caso de ambientes en los que Fe, Mn y Li se encuentren presentes, es común la formación de trifilita-litiofilita, que es el fosfato primario de Fe-Mn más común en las rocas pegmatíticas. En ausencia de Li, los fosfatos de Fe-Mn primarios más comunes son la graftonita, rica en Ca, y la triplita-zwieselita, en la que podemos encontrar cantidades relevantes de Ca, Mg y F. En ausencia de Fe y Mn, y en caso de un contenido

suficiente en Li, es frecuente la formación de fosfatos de Li-Al primarios, tales como amblygonita-montebrosita, tanto en cuerpos pegmatíticos como en filones de cuarzo hidrotermales. Todas estas asociaciones de fosfatos han sido identificadas en la Zona Centro Ibérica, relacionadas tanto con pegmatitas más o menos evolucionadas como con diques de cuarzo hidrotermales (Roda et al. 1998, 2004, 2010).

En el dique de Folgosinho el único fosfato primario identificado hasta el momento es la zwieselita lo que denotaría una baja actividad del Li. Por otra parte, la razón  $Fe/(Fe+Mn)$ , que suele utilizarse como indicador del grado de evolución, con valores más bajos a medida que la diferenciación aumenta, es cercana a 1 para la zwieselita de Folgosinho, lo que indicaría que nos encontramos ante un cuerpo hidrotermal formado a partir de un fluido muy poco fraccionado. Dicho fluido estaría probablemente relacionado con la actividad hidrotermal desarrollada tras la cristalización del cuerpo plutónico en el que el dique encaja. Sin embargo, dado que en esta región aparecen cuerpos plutónicos de distintas edades y signaturas geoquímicas, sería necesario desarrollar un estudio más profundo para tratar de establecer de una forma más precisa la relación genética entre ambas rocas y, en definitiva, la génesis del dique de cuarzo con fosfatos de Folgosinho.

### REFERENCIAS

- Bea, F., Fershter, G.B., and Corretgé, L.G. (1992): *The geochemistry of phosphorus in granite rocks and the effect of aluminium*. *Lithos*, **29**, 43-56. DOI: 10.1016/0024-4937(92)90033-U
- Roda E, Pesquera A, Fontan F, Keller P (2004): *Phosphate mineral associations in the Canada pegmatite (Salamanca, Spain): Paragenetic relationships, chemical compositions, and implications for pegmatite evolution*. *Am Mineral* **89**, 110-125.
- Roda-Robles E, Fontan F, Pesquera A, Keller P (1998): *The Fe-Mn phosphate associations from the Pinilla de Fermoselle pegmatite, Zamora, Spain: occurrence of kryzhanovskite and natrodufrénite*. *Eur J Mineral* **10**, 55-167
- Roda-Robles, E., Vieira, R., Pesquera, Lima, A. (2010): *Chemical variations and significance of phosphates from the Fregeneda-Almendra pegmatite field, Central Iberian Zone (Spain and Portugal)*. *Miner. Petrol.* **100**, 23-34. DOI: 10.1007/s00710-010-0117-7