

EVALUACION TERMOQUIMICA SOBRE LA FORMACION DE PREHNITA EN LAS DOLERITAS TRIASICAS DE ESTOPIÑAN (HUESCA, ESPAÑA)

V. Ferrer-Vidal y X. Solans

RESUMEN

Se ha realizado un estudio termodinámico sobre la formación de la prehnita en doleritas triásicas. A partir del diagrama establecido se propone que su formación es debida a una alteración hidrotermal, que ha afectado a las fracturas post-triásicas de la dolerita ya consolidada.

Palabras clave: *Prehnita, dolerita triásica, estudio termodinámico, Estopiñan (Huesca).*

ABSTRACT

A thermodynamic study on the formation of prehnite from triassic dolerites has been carried out. An hydrothermal alteration is proposed as formation process from the computed stability diagramme. This process affects the last triassic fractures of dolerites.

Key words: *Prehnite, Triassic dolerite, Thermodynamic study, Estopiñan (Huesca).*

Introducción

La existencia de prehnita en rocas ofíticas ha sido señalada por numerosos autores (San Miguel de la Cámara, 1936; Thiebaut y Verniengeal, 1969; Fonteilles y Muffat, 1970; Azambre *et al.*, 1971; Magnin-Feysot y Marchand, 1972; García-Cervignon *et al.*, 1976; Castellarín *et al.*, 1978; Braz, 1979; Lago, 1980; Lago y Pocovi, 1980, y Lago *et al.*, 1983). San Miguel de la Cámara interpreta su formación como resultado de la alteración de los feldespatos, mientras que Fonteilles y Muffat proponen que es un resultado de un metamorfismo regional pirenaico; Lago, Galán y Barceló (1983) dan un origen hidrotermal. No sólo la diversidad, sino también la ambigüedad de las diferentes interpretaciones dificulta entender y concretar el proceso que dio lugar a la formación de la prehnita; así, por ejemplo, se habla de un proceso hidrotermal sin especificar si los cristales son una consecuencia de una precipitación de dicha solución (sentido más estricto de yacimiento hidrotermal) o si la formación es debida a un tamponamiento externo o interno de la roca encajante por dicha solución hidrotermal (sentido más amplio). Por ello, a fin de concretar el pro-

ceso de formación de la prehnita encajada en rocas ofíticas, se ha efectuado este estudio termoquímico.

Determinación del diagrama de equilibrio

Las fases que se han tenido en cuenta son: Lauthonita, prehnita, epidota, tremolita como anfíbol, anortita como plagioclasa, calcita, cuarzo, clorita, gibsitita, agua y dióxido de carbono. La escolecita, mineral que también aparece en las fracturas de las rocas ofíticas en Estopiñan (Huesca), no ha sido tenida en cuenta por falta de datos termodinámicos. Los valores de la entalpía de formación, entropía y volumen molar han sido tomados de Helgeson *et al.* (1978), y Powell (1978).

El diagrama de equilibrio se ha determinado a partir de la condición del potencial químico de reacción $\Delta\mu = 0$. El potencial standard de reacción se ha determinado a partir de la expresión:

$$\Delta\mu^* = \Delta H - T\Delta S + p\Delta V + m_i\Delta F_{\text{fluido}, i} \quad (1)$$

Por lo tanto, la hipótesis de que $\Delta C_p = 0$ ha sido considerada. Los valores de F a 2 Kbar han sido

Departamento Cristalografía, Mineralogía y Depósitos Minerales. Universidad de Barcelona. Gran Vía, 585. 08007 Barcelona, España.

Tabla 1.—Reacciones consideradas para establecer el diagrama de equilibrio

AN - LA:	$AN + 2 Q + 4 H_2O \rightarrow LA$
AN - PR:	$2 AN + 4 H_2O \rightarrow PR + 2 GI + Q$
AN - EP:	$2 AN + 2 H_2O \rightarrow EP + GI + Q$
EP - PR:	$EP + 2 H_2O \rightarrow PR + GI$
PR - LA:	$PR + Q + 3 H_2O + CO_2 \rightarrow LA + CC$
EP - LA:	$EP + Q + CO_2 + 5 H_2O \rightarrow LA + CC + GI$
TR - CLO:	$TR + 2 CO_2 + 2 GI \rightarrow CLO + 2 CC + 5 Q$

AN = Anortita. Q = Cuarzo. LA = Laumontita. PR = Prehnita. GI = Gibbsita. EP = Epidota. TR = Tremolita. CLO = Clorita.

tomados de Powell (1978) y para 0,5 Kbar de Poblet y Solans (1986).

Los cálculos que se han realizado para dos presiones diferentes, de 0,5 y 2 Kbar, a fin de estudiar las

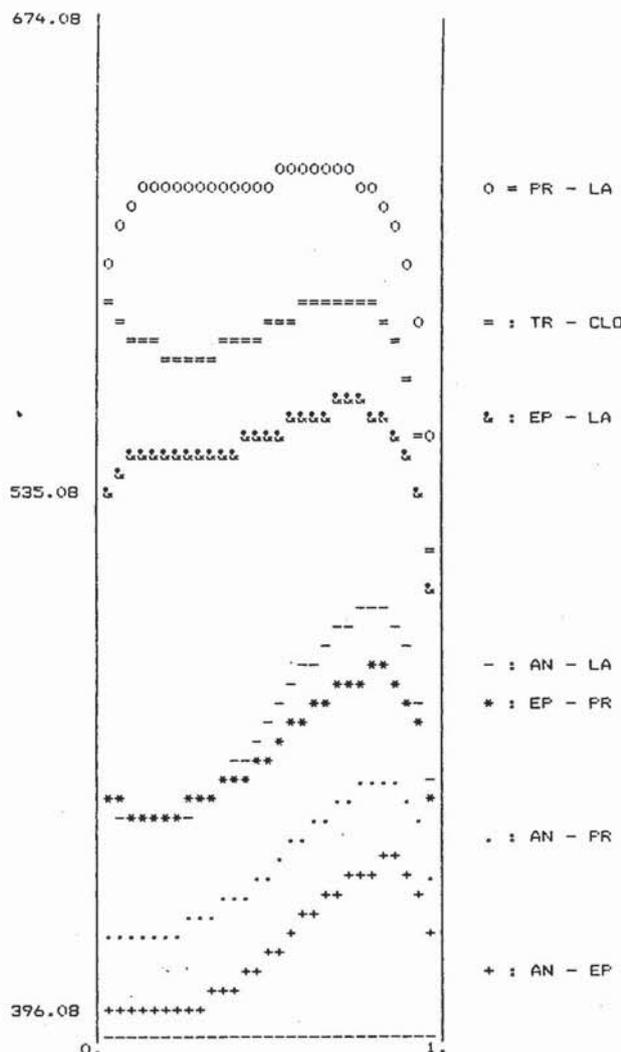


Fig. 1.—Diagrama T-x_{CO2} a la presión de 0,5 Kbar.

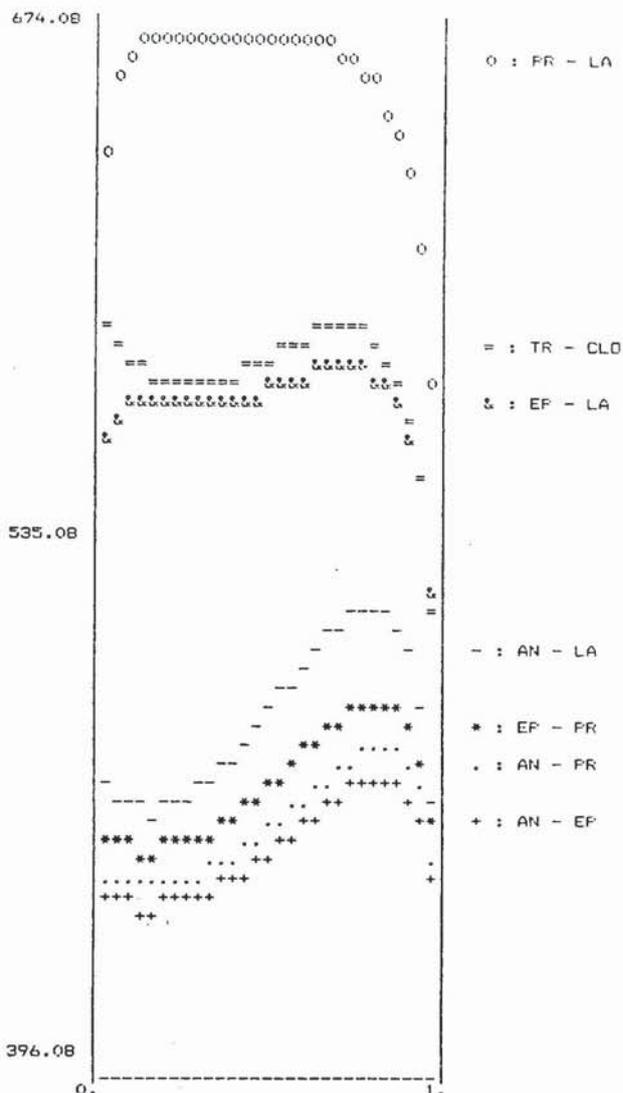


Fig. 2.—Diagrama T-x_{CO2} a la presión de 2 Kbar.

posibles condiciones termobáricas sugeridas por Lago, Galán y Barceló (1983). Todas las fases sólidas han sido consideradas como puras y con un comportamiento ideal, mientras que las fases fluidas se han considerado según un modelo regular, en donde el coeficiente de actividad viene dado por la expresión (Powell, 1983):

$$R T \ln \gamma = (20,8 - 0,015 T) (1 - x_i)^2 \quad (2)$$

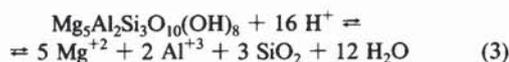
Las reacciones que han sido consideradas están listadas en la tabla 1. Figuras 1 y 2 muestran los diagramas T-x_{CO2} para 0,5 y 2 Kbar, respectivamente.

Discusión

La temperatura de la reacción prehnita-laumontita, para 2 Kbar, está de acuerdo con los campos de

estabilidad de estas mineralizaciones indicadas por Winkler (1976). La alteración de la anortita por agua ocurre a temperaturas inferiores a 520° K para una presión de 2 Kbar y de 506° K para 0,5 Kbar. La no presencia de laumontita en estas mineralizaciones de Estopiñán nos condicionan el proceso a temperaturas inferiores de 448 y 462° K para las presiones 0,5 y 2 Kbar, respectivamente. Por otra parte, la temperatura necesaria para producirse la reacción es superior a 395 y 436° K, respectivamente, para las dos presiones antes mencionadas. Fase fluida con bajo x_{H_2O} implican mayores temperaturas de proceso. Dadas las temperaturas de las soluciones hidrotermales en la zona del Pirineo, sugiere una presión de 0,5 Kbar, como la más apropiada de este proceso (Santdiuenge y Solans, 1986).

La formación conjunta de epidota y prehnita (Lago *et al.*, 1983) y por la separación de las curvas de reacción en los diagramas, sugiere que el proceso fue por un tamponamiento externo de agua hidrotermal que actúa sobre las fracturas de la dolerita, mientras que la suposición de un proceso de metamorfismo es desechada por la no presencia de gibsita, así como un proceso hidrotermal por precipitación lo es por las mineralizaciones acompañantes. La presencia de clorita junto los anteriores minerales no puede ser debida a una alteración de los anfíboles, ya que implicaría la presencia de laumontita, y unas temperaturas más elevadas. Pero, la disolución de la gibsita en el fluido hidrotermal produciría un incremento de $m_{Al^{+3}}$ en la solución, con la consiguiente precipitación de la clorita a partir de la reacción:



Sobre un estudio termodinámico de la precipitación de la clorita en procesos hidrotermales puede citarse el trabajo de Walshe y Solomón (1981). La formación de clorita nos conduce al mismo resultado anterior de la presencia de una solución hidrotermal.

Las temperaturas obtenidas de reacción vienen condicionadas por la composición de las diferentes fases, mientras que en nuestros cálculos hemos considerado las diferentes fases sólidas como puras. El análisis de la composición de las cloritas formadas junto a las prehnitas, así como un estudio de las inclusiones de este mineral, permitirían una mayor concreción sobre la formación de estos minerales.

Referencias

- Azambre, B.; Ravier, J. y Thiebaut, J. (1971): A propos du phenomene de dipyrisation des roches eruptives d'âge secondaire des Pyrenées. *C. R. Acad. Sc. Paris.*, 272, serie D., 2137-2139.
- Braz, A. (1979): *Contribución al conocimiento mineralógico de las ofitas españolas*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca, 227 pp.
- Castellarín, A.; Lucchini, F.; Rosell, J.; Rossi, P. L.; Sartori, R., y Savelli, C. (1978): Preliminary data on mesozoic «ophites» from the Southern Pyrenees. *Miner. Petrogr. Acta*, 22, 85-93.
- Fonteilles, M. y Muffat, S. (1970): Etude petrographique de deux dolerites (ophites) á pigeonite et olivine des Pyrenées occidentales. *Bull. Soc. Fr. Mineral. et Cristal.*, 93, 555-570.
- García Cervigón, A.; Rodríguez-Gallego, M., y Pérez del Villar, L. (1976): Estudio de una prehnita de origen hidrotermal en Caravaca (Murcia). *Estudios Geol.*, 32, 199-204.
- Helgeson, H. C.; Delauy, J. M.; Nesbitt, H. W., y Bird, D. K. (1978): Summary and critique of the thermodynamic properties of rock forming minerals. *Amer. J. Sci.*, 278A, 1-229.
- Lago, M. (1980): *Estudio geológico, petrológico, geoquímico y de aprovechamiento industrial de rocas ofíticas en el norte de España*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza, 444 páginas.
- Lago, M.; Galán, E., y Barceló, G. (1983): Presencia de escolecita y prehnita en las doleritas triásicas de Estopiñán (Huesca, España). *Estudios Geol.*, 39, 245-251.
- Lago, M. y Pocovi, A. (1980): Observaciones petrográficas y tectónicas sobre las ofitas del área de Aulet (prepirineo meridional, provincia de Huesca). *Acta Geol. Hisp.*, 15, 141-151.
- Magnin-Feysot, C. y Marchand, J. (1972): Etude petrologique de quelques ophites de la côte septentrionale espagnole. *Ann. Sci. Univers. Besançon*, 3.^a Serie, 17, 39-45.
- Poblet, J. y Solans, X. (1986). En preparación.
- Powell, R. (1983): *Equilibrium thermodynamics in petrology. An Introduction*. Harper and Row Pub. London, 284 pp.
- San Miguel de la Cámara, M. (1936): Estudio de las rocas eruptivas de España. *Mem. Acad. Cienc. Exact., Físicas y Nat.*, Madrid, 6, 660 pp.
- Santdiuenge, F. y Solans, X.: Estudio termodinámico de la mineralización de galena en Cierco (Huesca). *Acta Geol. Hisp.* (en prensa).
- Thiebaut, T. y Verniengal, S. (1969): Sur la petrographie du gisement ophitique de Lordat-Vernaux. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 268, 773-775.
- Walshe, J. L. y Solomón, M. (1981): An investigation into the environment of formation of the volcanic-hosted Mt Lyell copper deposits using geology, mineralogy, stable-isotopes, and a six-component chlorite solid solution model. *Econ. Geol.*, 76, 246-284.
- Winkler, H. G. F. (1976): *Petrogenesis of metamorphic rocks* (4.^a edición). Springer-Verlag, 334 pp.

Recibido el 30 de julio de 1986
Aceptado el 4 de diciembre de 1986