

Reacciones de carbonatación y descarbonatación en las metaserpentinitas del macizo ultramáfico de Cerro Blanco, Sierra Nevada

Vicente López Sánchez-Vizcaíno (1*), José Alberto Padrón-Navarta (2,3), Casto Laborda López (1), María Teresa Gómez-Pugnaire (4), Manuel Menzel (2), Carlos J. Garrido (2)

(1) Departamento de Geología (Unidad Asociada al IACT-CSIC). Universidad de Jaén, 23700, Linares (España)

(2) Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (IACT). CSIC-Universidad de Granada, 18100, Armilla, Granada (España)

(3) Géosciences Montpellier. CNRS & Université de Montpellier, Montpellier Cedex 5 F-34095 (Francia)

(4) Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad de Granada, 18002, Granada (España)

* corresponding author: vlopez@ujaen.es

Palabras Clave: Subducción, Serpentinita, Magnesita, Ciclo del C. **Key Words:** Subduction, Serpentine, Magnesite, C cycle.

INTRODUCCIÓN

En las zonas de subducción, el comportamiento de los oficarbonatos asociados a serpentinitas y sus principales reacciones de deshidratación y descarbonatación vinculadas al metamorfismo progrado son relativamente bien conocidos (Menzel et al., 2019). Por el contrario, las condiciones geológicas y los procesos que conducen a la carbonatación de las metaserpentinitas de la zona de subducción por interacciones fluido-roca apenas se han investigado en detalle. A diferentes profundidades se pueden formar rocas con magnesita —con una composición similar a la de los oficarbonatos— por la reacción entre fluidos derivados de la descarbonatación de metasedimentos con carbonato y las metaserpentinitas de la lámina que subduce, así como por procesos de mezcla tectónica y deformación en la interfaz de la zona de subducción. Posteriormente, estas litologías metasomáticas híbridas sufrirán reacciones de descarbonatación en condiciones progradas o retrógradas que pueden influir en el ciclo profundo del carbono y de otros volátiles que son esenciales para determinar los flujos de carbono en los márgenes convergentes. La evaluación de la importancia de estas reacciones de carbonatación y descarbonatación en metaserpentinitas se puede realizar mediante el estudio de determinados cuerpos de estas rocas que afloran en complejos metamórficos subducidos y posteriormente exhumados. Tal es el caso de los macizos ultramáficos del Cerro del Almirante, Montenegro y Cerro Blanco, pertenecientes al Complejo Nevado-Filábride (CNF) de las Cordilleras Béticas. El último de ellos es el objeto de estudio de esta investigación.

CONTEXTO GEOLÓGICO

El macizo ultramáfico de Cerro Blanco —también conocido como macizo ultramáfico de Santillana— se localiza en la zona más oriental de Sierra Nevada y aparece situado en la parte superior de la secuencia litológica del CNF. Está constituido por dos tipos principales de rocas ultramáficas que alcanzan un espesor total aproximado de 130 m. En la parte inferior del cuerpo, con un espesor mínimo de 40 m y disposición subhorizontal, se encuentran metaserpentinitas con antigorita (Atg-serpentinitas) ricas en clinopiroxeno, fuertemente foliadas y con una lineación conspicua definida por agregados alargados de magnetita de hasta dos centímetros de largo. En la parte superior, aparecen harzburgitas con clorita (Chl-harzburgita) que presentan mayoritariamente una textura granofélsica de grano grueso, aunque también se pueden encontrar harzburgitas con textura pseudo-spinifex. El contacto entre las dos litologías es neto y se interpreta como el frente de deshidratación en el que tuvo lugar la reacción metamórfica prograda de deshidratación de la Atg-serpentinita para formar Chl-harzburgita durante la subducción (~ 650 °C, 1,7 GPa; Padrón-Navarta et al., 2011). Los boudines de metarrodngitas, de dimensiones decimétricas a métricas, son muy abundantes en las dos litologías ultramáficas y presentan evidencias mineralógicas y texturales que acreditan que alcanzaron también el pico metamórfico en condiciones P-T similares a las de éstas (Laborda López et al., 2018).

El contacto con las rocas encajantes solo se observa bien en el borde más oriental del macizo. Se trata de una zona milonítica, composicionalmente muy heterogénea, de unos 60 m de espesor con una transición hacia una secuencia

litológica cortical del CNF formada, de techo a muro, por mármol dolomítico, gneis con turmalina, micaesquistos claros y, finalmente, una potente secuencia de micaesquistos con grafito de la formación Montenegro.

RESULTADOS

La zona milonítica estudiada comprende niveles intercalados entre sí —de espesor que varía entre pocos centímetros y varios metros— de las siguientes litologías, todas ellas fuertemente deformadas: i) Chl-harzburgitas, que pasan en algunos lugares a lentes de Atg-serpentinita secundaria; ii) mármoles calcíticos y dolomíticos; iii) venas transpuestas de dimensiones métricas englobadas por la foliación milonítica y formadas por cristales centimétricos de magnesita, anfíbol, clorita y magnetita/ilmenita; iv) rocas fuertemente foliadas y recrystalizadas en las que se preservan relictos de magnesita englobados por la foliación y con una fábrica sigmoidea; y v) agregados masivos de morfología irregular compuestos por cristales prismáticos de anfíbol de color verdoso.

El estudio detallado de campo, petrográfico y de la composición química global y mineral de estas rocas ha permitido identificar ciertas observaciones clave para comprender su petrogénesis. Los niveles ricos en magnesita (tipo iii y iv) parecen ser más abundantes cerca de los niveles de mármol y son claramente anteriores a la foliación milonítica. Las rocas de tipo iv presentan una considerable variabilidad mineralógica y textural; ésta puede ser atribuida, en parte, al diferente comportamiento reológico frente a la deformación de los distintos componentes de las venas de tipo iii, lo que dio lugar al desacoplamiento, al menos parcial, por un lado, de los cristales de magnesita y, por otro, de los agregados de anfíbol, clorita y magnetita. Cada uno de estos sistemas evolucionó dando lugar a distintas asociaciones minerales en una secuencia de reacciones metamórficas que pueden ser resumidas cualitativamente como:

- 1) Magnesita \pm anfíbol-clorita-magnetita/ilmenita \rightarrow dolomita (\pm olivino \pm Ti-clinohumita) + fluido pobre en CO₂ \rightarrow tremolita + lizardita + fluido rico en CO₂
- 2) Anfíbol-clorita-magnetita \rightarrow dióxido + clorita + magnetita + H₂O

DISCUSIÓN

Las estructuras de la zona milonítica del macizo del Cerro Blanco indican que ésta se formó durante el proceso de exhumación del cuerpo ultramáfico posterior al pico metamórfico de la subducción. Las grandes venas de magnesita son anteriores a la foliación milonítica y probablemente se formaron durante un evento de carbonatación de la Chl-harzburgita previo a la exhumación, a condiciones próximas a las del pico metamórfico, en el que se vieron involucrados abundantes fluidos ricos en CO₂ y Ca, probablemente procedentes de los metasedimentos encajantes. Durante la exhumación la acción combinada de la deformación y el metamorfismo dieron lugar a procesos de mezcla tectónica y de recrystalización que generaron la zona milonítica estudiada y la secuencia de reacciones 1) y 2). En concreto, la liberación de CO₂ en 1) implica que en los contextos de subducción también los procesos de exhumación de las serpentinitas con carbonato generan reacciones de descarbonatación, descritas aquí por primera vez y que suponen una contribución adicional al ciclo del carbono en los márgenes convergentes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado con el proyecto FEDER-UJA 1263042 con fondos del European Social Fund y el European Regional Development Fund.

REFERENCIAS

- Laborda-López, C., López Sánchez-Vizcaíno, V., Marchesi, C., Gómez-Pugnaire, M.T., Garrido, C.J., Jabaloy-Sánchez, A., Padrón-Navarta, J.A., Hidas, K. (2018): High-P metamorphism of rodingites during serpentinite dehydration (Cerro del Almirez, Southern Spain): Implications for the redox state in subduction zones. *J. Met. Geol.*, **36**, 1141-1173. DOI: 10.1111/jmg.12440.
- Menzel, M.D., Garrido, C.J., López Sánchez-Vizcaíno, V., Hidas, K., Marchesi, C. (2019): Subduction metamorphism of serpentinite-hosted carbonates beyond antigorite-serpentinite dehydration (Nevado-Filabride Complex, Spain). *J. Met. Geol.*, **37**, 681-715. DOI: 10.1111/jmg.12481.
- Padrón-Navarta, J.A., López Sánchez-Vizcaíno, V., Garrido, C.J., Gómez-Pugnaire, M.T. (2011): Metamorphic Record of High-pressure Dehydration of Antigorite Serpentinite to Chlorite Harzburgite in a Subduction Setting (Cerro del Almirez Ultramafic Massif, Nevado-Filabride Complex, S. Spain). *J. Petrol.*, **52**, 2047-2078. DOI: 10.1093/petrology/egr039.