

# Minerales super-reducidos en ofiolitas

Núria Pujol-Solà<sup>1</sup>, Joaquín A. Proenza<sup>1</sup>, Antonio Garcia-Casco<sup>2,3</sup>,  
José María González-Jiménez<sup>2</sup>, Vanessa Colás<sup>4</sup>, Àngels Canals<sup>1</sup>, Joan  
Carles Melgarejo<sup>1</sup> y Fernando Gervilla<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Departament de Mineralogia, Petrologia i Geologia Aplicada.  
Universitat de Barcelona.

<sup>2</sup>Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad de Granada.

<sup>3</sup>Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, CSIC-UGR, Granada.

<sup>4</sup>Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.

## Resumen

[https://github.com/nurpss/proyecto\\_final](https://github.com/nurpss/proyecto_final)

Este trabajo presenta los resultados obtenidos tras el estudio de muestras de cromitita y rocas asociadas (gabros y dunitas) en la transición manto-corteza de las ofiolitas de Cuba oriental. Los resultados sugieren que las fases super-reducidas en las rocas ofiolíticas se formaron a baja presión y baja temperatura durante el proceso de serpentinización.

**Palabras clave**— cromitita, moissanita, olivino, manto

## 1. Introducción

En los niveles mantélicos de varios complejos ofiolíticos (p. ej.: China, Tíbet, Rusia, Turquía, Albania) se han encontrado recientemente minerales indicadores de condiciones de ultra-alta presión ( $>10$  GPa y  $>300$  km; p. ej. diamante, pseudomorfos de coesita y stishovita) y de condiciones super-reducidas (de 4 a 7 órdenes de magnitud por debajo del tampón IW; p. ej. elementos nativos, aleaciones, carburos, nitruros y fosfuros) que se suponen propias del manto profundo, junto a minerales formados típicamente en la corte-

za continental (p. ej. circón, cuarzo, andalucita, cianita, etc.). El origen de esta compleja asociación mineral es actualmente un tema de intenso debate, con varios modelos propuestos: reciclaje en niveles profundos del manto, plumas mantélicas, contaminación de la placa subducente, impacto de rayos de tormenta y plumas frías [Pujol-Solà et al., 2018, Xiong et al., 2019] y referencias en estos artículos.

## 2. Contexto geológico

En la parte más oriental de la isla de Cuba se encuentra el macizo

ofiolítico cretácico de Moa-Baracoa [Iturralde-Vinent et al., 2016], el cual se caracteriza por la preservación de una zona de transición manto-corteza (MTZ, por sus siglas en inglés) bien desarrollada. La MTZ se compone de harzburgitas, dunitas, peridotitas impregnadas (clinopiroxeno y plagioclasa) y diques y sills de gabro. En esta zona se encuentran numerosos cuerpos de cromititas ricas en Al [Proenza et al., 1999]. Estos cuerpos presentan formas tabulares a lenticulares y son concordantes con la foliación de la peridotita encajante, estando frecuentemente encajados en cuerpos de dunita. En múltiples casos, los cuerpos de cromitita incluyen (Figura 1), o están en contacto con, diques y sills de gabro de tamaño variable.

### 3. Resultados

Estudios de microscopía óptica y electrónica y microRaman, han permitido identificar diferentes fases en las cromititas: lamelas orientadas de clinopiroxeno (Fig. 2a) y rutilo en la cromita, granos de moissanita en cromita y en la matriz alterada (Fig. 2b), fracturas secundarias selladas con inclusiones de carbono amorfo, serpentina poligonal, lizardita, magnetita, CH<sub>4</sub>, corindón, carbonatos y cuarzo, y granos de Cu nativo y aleación de Fe-Mn en concentrados minerales. También se han encontrado fases similares en cristales de olivino de diques de gabro y dunitas asociadas. En el olivino destacan las inclusiones de magnetita, serpentina y CH<sub>4</sub> (Fig. 3); si bien, también se han encontra-

do inclusiones aciculares de ilmenita y espinela cromífera.

### 4. Discusión y conclusiones

En la zona estudiada hay evidencias de relación genética entre los diques de gabro no metamorizados y los cuerpos de cromitita serpentinizados. Esta relación geológica y petrogenética descarta un origen de (ultra)alta presión para los minerales descritos anteriormente. Contrariamente, las lamelas de exsolución (clinopiroxeno y rutilo) se habrían formado durante el enfriamiento de la cromita en el manto. Las fases super-reducidas (p. ej. moissanita, carbono amorfo, Cu nativo y aleación de Fe-Mn) se formaron en microambientes super-reducidos durante la serpentización en condiciones de baja presión y baja temperatura. Estas condiciones super-reducidas se relacionan con los fluidos C-H-O involucrados en los primeros estadios de la serpentización de las peridotitas en ambientes submarinos [Golubkova et al., 2016]. En las reacciones de hidratación, el componente H<sub>2</sub>O del fluido se consume para formar fases hidratadas (serpentina), de modo que los fluidos C-H-O pueden alcanzar saturación en C y precipitar fases de C (p. ej. moissanita, carbono amorfo y grafito). El proceso se resume con la siguiente fórmula:  $(\text{Fe, Mg})_2\text{SiO}_4 + n \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 + \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CH}_4$ . Estos procesos de serpentización quedan registrados en las inclusiones de serpentina-magnetita-CH<sub>4</sub> que se

encuentran en los olivinos de los gabros. Finalmente, las fases de corteza continental (p. ej. corindón?, cuarzo, circón) podrían representar xenocristales introducidos en el manto por subducción y emplazados en la corteza mediante plumas frías.

## Referencias

- [Golubkova et al., 2016] Golubkova, A., Schmidt, M. W., and Connolly, J. A. (2016). Ultra-reducing conditions in average mantle peridotites and in podiform chromitites: a thermodynamic model for moissanite (SiC) formation. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 171(5).
- [Iturralde-Vinent et al., 2016] Iturralde-Vinent, M. A., García-Casco, A., Rojas-Agramonte, Y., Proenza, J. A., Murphy, J. B., and Stern, R. J. (2016). The geology of Cuba: A brief overview and synthesis.
- [Proenza et al., 1999] Proenza, J., Gervilla, F., Melgarejo, J. C., and Bodinier, J. L. (1999). Al- and Cr-rich chromitites from the Mayarí-Baracoa ophiolitic belt (Eastern Cuba): Consequence of interaction between volatile-rich melts and peridotites in suprasubduction mantle. *Economic Geology*, 94(4):547–566.
- [Pujol-Solà et al., 2018] Pujol-Solà, N., Proenza, J. A., García-Casco, A., González-Jiménez, J. M., Andreazini, A., Melgarejo, J. C., and Gervilla, F. (2018). An alternative scenario on the origin of ultra-high pressure (Uhp) and super-reduced (sur) minerals in ophiolitic chromitites: A case study from the mercedita deposit (eastern cuba). *Minerals*, 8(10).
- [Xiong et al., 2019] Xiong, F., Liu, Z., Kapsiotis, A., Yang, J., Lenaz, D., and Robinson, P. T. (2019). Petrogenesis of lherzolites from the Purang ophiolite, Yarlung-Zangbo suture zone, Tibet: origin and significance of ultra-high pressure and other ‘unusual’ minerals in the Neo-Tethyan lithospheric mantle. *International Geology Review*.