

Las Cromititas Ricas en Al del Distrito de Camagüey, Cuba Central

/SATURNINA HENARES (1,*), FERNANDO GERVILLA (1), JOSE M. GONZÁLEZ-JIMÉNEZ (1), JOAQUÍN A. PROENZA (2)

(1) Departamento de Mineralogía y Petrología e Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, (Universidad de Granada-CSIC), Facultad de Ciencias, Avda. Fuentenueva s/n, 18002, Granada, España.

(2) Departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits Minerals, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, Martí i Franquès s/n, 08028, Barcelona, España.

INTRODUCCIÓN.

Los yacimientos de cromitita del Complejo Ofiolítico de Camagüey (Cuba Central) presentan aún una potencialidad económica considerable (se conocen reservas de Cr de varios cientos de miles de toneladas). Dicho complejo se incluye dentro del denominado Cinturón Ofiolítico Mariel-Holgín y está constituido, de muro a techo, por una unidad de tectonitas, un complejo de cumulados y una unidad volcánico-sedimentaria (Iturralde-Vinent, 1996). Las tectonitas están compuestas, principalmente por harzburgitas, con menores cantidades de websteritas, gabros y lherzolitas hacia el techo. Esta unidad contiene los cuerpos de cromititas. Dichos cuerpos se encuentran, a menudo, cortados por diques de gabros y/o troctolitas. Por encima de las tectonitas se sitúa el complejo de cumulados representado, esencialmente, por gabros olivínicos, noritas y troctolitas. (Iturralde-Vinent, 1996, 2001).

MINERALOGÍA.

La mineralogía primaria de las cromititas está compuesta, principalmente, por cromita (aproximadamente el 90% en volumen) con menores cantidades (<10%) de olivino, plagioclasa y/o piroxenos intersticiales. Las texturas más típicas de estos depósitos son la masiva, la diseminada y la nodular. En determinadas zonas es posible encontrar una gradación entre las dos primeras (Thayer, 1941-42; Flint et al., 1948). Así mismo, en la mina Guillermina se han observado cromititas con textura nodular inusualmente ricas en plagioclasa (la relación plagioclasa/olivino en la matriz intersticial es superior a 1). En las cromititas estudiadas, los cristales de cromita no muestran ningún tipo de

alteración y contienen una gran variedad de inclusiones sólidas: silicatos anhidros como los de la matriz (olivino, piroxenos y/o plagioclasa), pentlandita, heazlewoodita, bornita, baddeleyita y/o otros óxidos de Zr. No obstante, en las fracturas de la cromita se observa una asociación constituida por sulfuros de Ni pobres en S y aleaciones de Fe-Ni (pentlandita \pm heazlewoodita \pm godlevskita \pm awaruita), y, localmente, con magnetita, calcopirita, calcocita y Cu nativo. Esta asociación de sulfuros y aleaciones es análoga a la identificada en la matriz silicatada de los granos de cromita. El tamaño de estos minerales minoritarios es muy variable (desde pocas hasta cientos de micras), así como su morfología y hábito (desde euhedrales hasta anhedrales). Preferentemente forman agregados bifásicos o polifásicos de sulfuros y/o sulfuros y aleaciones, y es frecuente encontrar bordes de reemplazamiento de pentlandita por heazlewoodita, awaruita, magnetita y/o godlevskita. Un rasgo significativo de las cromititas de Camagüey con textura masiva asociadas a gabros, es la presencia de exsoluciones de ilmenita y/o rutilo en los cristales de cromita (Figura 1). No obstante, también se han descrito cristales de estos minerales en cromititas con textura nodular. Su

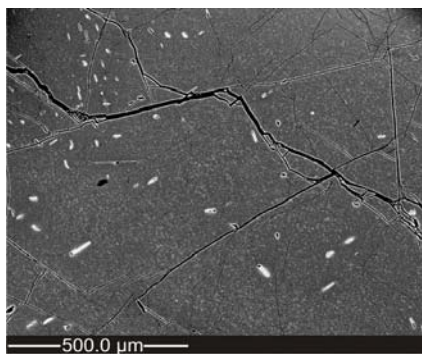


Fig. 1. Imagen de electrones retrodispersados obtenida mediante SEM de exsoluciones de ilmenita y/o rutilo de diversos tamaños (color claro) en cromita inalterada (color oscuro).

tamaño oscila entre 2 y 25 μm , se distribuyen por todo el cristal, y se orientan, típicamente, según los planos cristalográficos de la cromita. Pueden presentarse como cristales aislados (cromitita con textura masiva y nodular) o formar agregados con sulfuros de Fe-Ni (cromitita con textura nodular).

COMPOSICIÓN QUÍMICA.

La cromita de Camagüey es muy rica en Al (Proenza et al., 1999; Gervilla et al., 2005), aunque varía en función de la proximidad de la muestra al contacto con un cuerpo de gabro. En función de este criterio, las muestras se dividen en dos poblaciones. El #Cr de las cromititas que no están en contacto con gabros (la mayoría), oscila entre 0.56 y 0.31, mientras que las que están en contacto con gabros, presentan valores entre 0.60 y 0.44 (Figura 2). El #Mg varía entre 0.74 y 0.65 para la mayoría de muestras, y entre 0.58 y 0.35 para las que están asociadas a gabros. Las cromititas que no están en contacto con gabros, presentan valores del #Fe³⁺ bastante homogéneos (entre 0.07 y 0.01), mientras que el resto de muestras presentan unos valores del #Fe³⁺ que oscilan entre 0.09 y 0.01. El contenido en TiO₂ varía entre 0.70 y 0.17 para la mayoría de muestras estudiadas. Los valores extremos los presentan las cromititas asociadas a gabros: 1 y 0.04% en peso. No obstante, se han detectado valores de TiO₂ superiores al 1% en peso (hasta un 6%), estos análisis muestran también mínimos en los valores del #Mg y del #Fe³⁺. Esto se debe a que tales análisis están contaminados con exsoluciones de ilmenita y rutilo, lo cual demuestra el notable enriquecimiento en TiO₂ del magma parental de las cromititas (véase Proenza et al., 1998). Si se compara la composición química de la cromita diseminada en las harzburgitas encajantes de los cuerpos de cromititas

palabras clave: Camagüey, Cromitita ofiolítica, Cromitita rica en Al, Exsoluciones de ilmenita

key words: Camagüey, Ophiolite chromitite, Al-rich chromitite, Ilmenite exsolutions

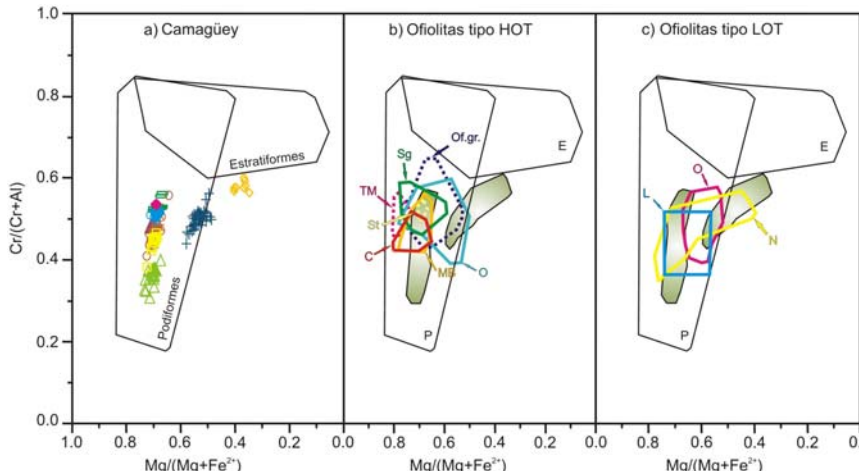


fig. 2. #Cr frente a #Mg de la cromita de Camagüey y de otros complejos ofiolíticos. a) Distrito de Camagüey, Cuba Central. b) cromita rica en Al de algunos complejos ofiolíticos del tipo HOT: O: Omán (Augé, 1987); Of. gr.: ofiolitas griegas (Economou-Eliopoulos, 1993, 1995); Sg: Sangun Zone (NW China) (Matsumoto et al., 1997); TM: Tari-Misaka (SW Japón) (Arai y Yurimoto, 1994); St: Sartohay (Dalabute, NW China) (Zhou et al., 2001); C: Coto (Zambales, Filipinas) (Zhou et al., 2000); MB: Moa-Baracoa (FOMB, Cuba oriental) (Proenza et al., 1999); c) cromita rica en Al de algunos complejos ofiolíticos del tipo LOT: N: Nurali (S Urales, Rusia) (Zaccarini et al., 2004; Grieco et al., 2006); O: Ojén (Bétticas, S España) (Gutiérrez-Narbona, 1999); L: Liguria (Italia) (Cabella et al., 2002). Campo gris izquierdo (en b y en c): cromita de Camagüey no asociada a gabros; campo gris derecho (en b y en c): cromita de Camagüey asociada a gabros.

con la de la cromita de tales cuerpos, se observa una tendencia de enriquecimiento en Al, Mg y Ti hacia las cromititas, análoga a la descrita en la Mina Mercedes por Proenza et al. (1999).

DISCUSIÓN.

No existe un consenso generalizado sobre el origen de los depósitos de cromita ofiolítica y, menos aún, sobre las ricas en Al. No obstante, las características petrológicas y las tendencias de variación químicas mostradas por las cromititas de Camagüey sugieren que debieron de formarse a partir de procesos de reemplazamiento de gabros preexistentes, según lo expuesto por Bédard y Hébert (1998). En este modelo, las cromititas se formarían mediante un proceso de asimilación de cumulos feldespáticos por fundidos saturados en cromita y olivino en contextos de trasera de arco.

Los distintos tipos de asociaciones de sulfuros presentes en las cromititas de Camagüey, sugieren que, durante los procesos de serpentinización (probablemente de fondo oceánico) el olivino no se llegó a consumir completamente, lo que provocó el mantenimiento de unas condiciones de fO_2 altamente reductoras asociadas a valores extremadamente bajos de la fS_2 (Frost, 1985; Klein y Bach, 2009). Estas condiciones permitieron la estabilización de asociaciones de sulfuros de Ni pobres en S y aleaciones, en equilibrio con cromita sin alterar.

REFERENCIAS.

- Arai, S. y Yurimoto, H. (1994): Podiform chromitites of the Tari-Misaka ultramafic complex, Southwestern Japan, as mantle-melt interaction products. *Econ. Geol.*, **89**, 1279-1288.
- Augé, T. (1987): Chromite deposits in the Northern Oman ophiolite: mineralogical constraints. *Miner. Dep.*, **22**, 1-10.
- Bédard, J.H., Hébert, R. (1998): Formation of chromitites by assimilation of crustal pyroxenites and gabbros into peridotitic intrusions: North Arm Mountain massif, Bay of Islands ophiolite, Newfoundland, Canada. *J. Geophys. Res.*, **103**, 5165-5184.
- Cabella, R., Garuti, G., Oddone, M. y Zaccarini, F. (2002): Platinum-group element geochemistry in chromite and related rocks of the Bracco garbo complex (Ligurian ophiolites, Italy). 9th International Platinum Symposium (Billings, Montana) 69-72.
- Economou-Eliopoulos, M. (1993): Platinum-group element (PGE) distribution in chromite ores from ophiolite complexes of Greece: implications for exploration. *Ophiolith* **18**, 83-97.
- Economou-Eliopoulos, M. (1995): Geochemistry of chromitites and host rocks from the Pindos ophiolite complex, northwestern Greece. *Chemical Geology* **122**, 99-108.
- Flint, D.E., Albear, J.F. y Guild, P.W. (1948). *Geology and chromite deposits of the Camagüey district, Camagüey province, Cuba*. U.S. Geological Survey 954-B, 39-63.
- Frost, B.R. (1985). On the stability of sulfides, oxides and native metals in serpentinite. *Journal of Petrology* **26**, 31-63.
- Gervilla, F., Proenza, J.A., Frei, R., González-Jiménez, J.M., Garrido, C.J., Melgarejo, J.C., Meibom, A., Díaz-Martínez, R. y Lavaut, W. (2005). Distribution of platinum-group elements and Os isotopes in chromite ores

from Mayarí-Baracoa Ophiolite Belt (eastern Cuba). *Contributions to Mineralogy and Petrology* **150**, 589-607.

Grieco, G., Diella, V., Chaplygina, N.L. y Savaliev, G.N. (2006). Platinum group elements zoning and mineralogy of chromitite from the cumulate sequence of the Nurali massif (Southern Urals, Russia). *Ore Geology Reviews* **30**, 1-3, 257-276.

Gutiérrez-Narbona, R., Lorand, J.P., Gervilla, F. y Gros, M. (2003). New data on base metal mineralogy and platinum-group minerals in the Ojén chromitites (Serranía de Ronda, Betic Cordillera, southern Spain). *Neues Jahrbuch für Mineralogie - Abhandlungen* **179**, 2, 143-173.

Iturralde-Vinent, M.A. (1996b). Geología de las ofiolitas de Cuba. En: *Ofiolitas y arcos volcánicos de Cuba*. Iturralde-Vinent M.A. (eds.), IGCP Project 364, Special Contribution n.1, Miami, USA, 254 pp.

Iturralde-Vinent, M.A. (2001). *Field guide to the former caribbean plate boundary Camagüey, Central Cuba*. 4th Cuban Geological and Mining Congress. IGCP Project 433, Caribbean Plate Tectonics, 16 pp.

Klein, F., Bach, W. (2009). Fe-Ni-Co-O-S phase relations in peridotite-seawater interactions. *Journal of Petrology* **50**, 37-59.

Matsumoto, I, Arai, S. y Yamauchi, H. (1997). High-Al podiform chromitites in dunite-harzburgite complexes of the Sangun Zone, central Chugoku district, Southwest Japan. *Journal of Asian Earth Sciences* **15**, 295-302.

Proenza, J.A., Gervilla, F., Melgarejo, J.C., Revé, D., y Rodríguez, G. (1998). Las cromititas ofiolíticas del yacimiento Mercedes (Cuba). Un ejemplo de cromititas ricas en Al en la zona de transición manto-corteza. *Acta Geológica Hispánica* **33**, 1-4, 179-212.

Proenza, J.A., Gervilla, F., Melgarejo, J.C., Bodinier, J.L. (1999). Al- and Cr-rich chromitites from the Mayarí-Baracoa Ophiolite Belt (eastern Cuba): consequence of interaction between volatile-rich melts and peridotite in suprasubduction mantle. *Economic Geology* **94**, 547-566.

Thayer, T.P. (1941-42). *Chrome resources of Cuba*. U.S. Geological Survey 935-A, 1-74.

Zaccarini, F., Pushkarev, E.V., Fershtater, B. y Garuti, G. (2004a). Composition and mineralogy of PGE-rich chromitites in the Nurali Iherzolite-gabbro complex, southern Urals, Russia. *Canadian Mineralogist* **42**, 545-562.

Zhou, M.F., Robinson, P.T., Malpas, J., Aitchison, J., Sun, M., Bai, W.J., Hu, X.F. y Yang, J.S. (2001). Melt/mantle interaction and melt evolution in the Sartohay high-Al chromite deposits of the Dalabute ophiolite (NW China). *Journal of Asian Earth Sciences* **19**, 517-534.

Zhou, M.F., Yumul, G.P., Malpas, J. y Sun, M. (2000). Comparative study of platinum-group elements in the Acoje and Coto blocks of the Zambales ophiolite, Philippines. *The Island Arc* **9**, 556-564.