

# Peridotitas y mineralizaciones de cromita asociadas en el área de La Cabaña, Chile Central

FERNANDO BARRA (1), JOSE MARIA GONZALEZ JIMÉNEZ (1), FERNANDO GERVILLA (2) Y MARTIN REICH (1)

(1) Departamento de Geología y Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes (CEGA), Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile.

(2) 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.

## INTRODUCCIÓN

La Geología de la costa occidental de Chile, entre los 34° y 42° S, está dominada por la Cordillera de la Costa, que consiste fundamentalmente de afloramientos del basamento metamórfico. Dicho basamento consiste de dos cinturones de rocas metamórficas contiguos (Fig. 1) que Aguirre et al. (1972) denominó como Serie Oriental (el más próximo a la actual Cordillera de los Andes) y Serie Occidental (al occidente del anterior y más próximo a la costa del Pacífico).

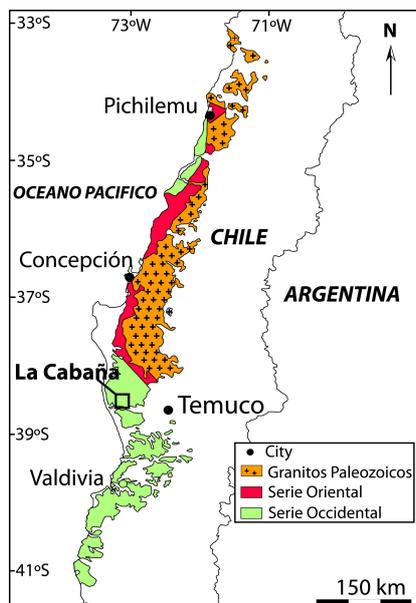


Fig. 1. Mapa regional de la Cordillera de la Costa en la zona Central de Chile.

La Serie Oriental está compuesta por rocas metamorizadas en condiciones de alta temperatura y presión intermedia-baja. Las rocas que conforman este cinturón metamórfico son principalmente meta-turbiditas

grauváquicas con un desarrollo de foliación muy variable que se extiende desde el bajo grado (filitas y pizarras) hasta el medio-alto (esquistos y gneises). De acuerdo con Willner et al. (2005) las rocas de la Serie Occidental representarían porciones de sedimentos débilmente deformados en un prisma de acreción. Como consecuencia de la intrusión del Batolito de la Costa hace aproximadamente 350 Ma, se ha formado una aureola de metamorfismo de contacto en la que se diferencian tres zonas (González-Bonorino, 1970): biotita, andalucita y sillimanita.

La Serie Occidental está formada por meta-grauvacas y meta-pelitas depositadas en un ambiente continental, y rocas de origen oceánico entre las que se incluyen meta-basitas, peridotitas con grados variables de serpentinización y rocas meta-volcánicas de origen exhalativo. Algunas rocas de esta serie registran metamorfismo en facies de los esquistos azules ( $350 \pm 50$  °C y 7-11 Kbar).

## LA CABAÑA

La Cabaña forma parte de la Cordillera de Nahuelbuta y, geológicamente, de la Serie Occidental. Esta zona ha atraído gran interés debido a la presencia de mineralizaciones de hierro bandeado y afloramientos de peridotitas serpentinizadas que contienen cuerpos de cromititas (Alfaro, 1980; Barra et al., 1998; Höfer et al., 2001).

Las rocas encajantes de las peridotitas son micaesquistos metamorizados en facies de los esquistos verdes. Estas rocas contienen cuerpos de rocas máficas (principalmente gabros) y cherts metamorizados. El mayor afloramiento de peridotitas en el área

de la Cabaña tiene un tamaño de unos 6 x 3 km y se conoce como Centinela Bajo (Barra et al. 1998).

El estudio petrográfico preliminar desarrollado en este trabajo sugiere que las peridotitas registran al menos dos estilos diferentes de serpentinización y en grados muy variables (Fig. 2). La mayor parte del cuerpo ultramáfico es una dunita con porfiroclastos de olivino ( $Mg\# = 0.90-0.92$ ,  $NiO = 0.16-0.45$  wt%) parcialmente reemplazado por lizardita. En cambio, en zonas muy localizadas donde la deformación dúctil ha llegado a producir milonitización de la peridotita, el olivino magmático no es reemplazado por lizardita sino por antigorita, llegando a constituir en algunos casos puntuales una roca formada solo por antigorita o antigoritita.



Fig. 2. Peridotita serpentinizada del cuerpo ultramáfico de Centinela Bajo cortada por venas tardías de crisotilo y magnesita.

Las mineralizaciones de cromita asociadas a estas rocas ultramáficas forman cuerpos masivos que no han llegado aun a ser identificados in situ. La mayoría de las muestras que se han estudiado son cantos rodados en arroyos que drenan a dicho cuerpo. Sin embargo, estas cromititas masivas muestran un grado importante de

alteración que se identifica por el desarrollo de zonación en los cristales de cromita. En conjunto se reconocen al menos dos bordes de alteración en la cromita. Uno interior caracterizado por un fuerte enriquecimiento en Fe<sup>2+</sup>, y empobrecimiento de Mg y Al, y un borde mas externo enriquecido en Fe<sup>3+</sup>. En ocasiones el borde enriquecido en hierro férrico esta en contacto con una banda de magnetita de espesor variable.

Otra característica importante de las cromititas es que presentan contenidos significativos de elementos del grupo del platino (EGP). Éstas muestran un enriquecimiento relativo de elementos del sub-grupo del Ir (EGP-I, Os+Ir+Ru= 1198) sobre los elementos del subgrupo del platino (EGP-P, Rh+Pt+Pd = 36 ppb), que tiene su expresión en la forma de abundantes inclusiones de minerales del grupo del platino (MGP). La asociación de MGP está dominada por minerales de la serie de solución solida laurita (RuS<sub>2</sub>)-erlichmanita (OsS<sub>2</sub>), los cuales se encuentran comúnmente reemplazados por aleaciones de Ru-Os-Ir en los bordes alterados de cromita. Otros MGP que se reconocen en los bordes alterados de cromita son miembros de la serie de solución solida irarsita (IrAsS)-hollingworthita (RhAsS), oméiita (OsAs<sub>2</sub>) y antimoniuros (Rh-Cu-Sb) asociados con sulfuros de Ni [Millerita (NiS), Heazlewoodita (Ni<sub>2</sub>S<sub>3</sub>)] y en menor medida oro nativo.

## DISCUSION

El origen de las rocas ultramáficas de La Cabaña es aun incierto. Barra et al. (1998) analizaron las composiciones de los cristales de cromita y asociaron su origen con el desarrollo de una cuenca marginal en un arco de islas oceánico. Posteriormente, Höfer et al. (2001) realizaron un análisis del emplazamiento de dichas rocas ultramáficas en relación con sus encajantes metamórficos, interpretando que los protolitos de las rocas de La Cabaña tienen su origen en el desarrollo de una cuenca de tras arco. Otra hipótesis basada en análisis de circones detríticos de las rocas metasedimentarias, asocian, por correlacion regional, un origen abisal para las peridotitas (Willner et al. 2005).

La composición química de los olivinos relictos que han quedado preservados en algunas de las peridotitas de Centinla Bajo, sugieren que éstas son muy empobrecidas, de manera similar a

las peridotitas empobrecidas que suelen conformar el manto subyacente a los arcos en zonas de supra-subducción (ZSS). Esto esta de acuerdo con la geoquímica de los EGP que se observa en las mineralizaciones de cromita (González-Jiménez et al., 2014), que es típica de aquellas cromititas encajadas en peridotitas de ZSS.

El metamorfismo que ha afectado a las peridotitas y a sus rocas encajantes ha producido la alteración de la cromita. Durante este evento metamórfico, el óxido llego a reaccionar con fluidos muy reductores en una primera etapa, lo que conlleva su disolución parcial a lo largo de los bordes de grano y fracturas, de acuerdo con el modelo propuesto por Gervilla et al., (2012). En este contexto, los granos de minerales del grupo del platino incluidos en la cromita también llegaron a reaccionar con los fluidos de alteración dando lugar a una remobilización a pequeña escala de tales metales nobles. Una segunda etapa de alteración de la cromita queda registrada en forma de bordes enriquecidos en Fe<sup>3+</sup> y coronas irregulares de magnetita. Durante esta etapa, los fluidos oxidantes aportados al sistema dieron lugar a la fijación de los elementos del grupo del platino previamente movilizados. Estos quedaron rellanando antiguos poros formados durante el proceso de disolución parcial de la cromita, y asociados con silicatos secundarios tales como clorita y serpentina.

## REFERENCIAS

- Aguirre, L., Hervé, F., Godoy, E. (1972): *Distribution of metamorphic facies in Chile - an outline. Krystalinikum*, **9**, 7-19
- Alfaro, G (1980): *Antecedentes preliminares sobre la composición y génesis de las cromitas de La Cabaña (Cautín)*. *Rev Geol Chile*, **11**, 29-41
- Arai, S., Abe, N. (1995): *Reaction of orthopyroxene in peridotite xenoliths with alkali basalt melt and its implications for genesis of alpine-type chromitite*. *Am. Min.*, **80**, 1041-1047.
- Barra, F., Rabbia, O., Alfaro, G., Miller, H., Hofer, C., Kraus, S. (1998): *Las serpentinitas y cromititas de La Cabaña, provincia de Cautín, IX Región, Chile*. *Revista Geológica de Chile*.
- Gervilla, F., Padrón-Navarta, J. A., Kerestédjian, T., Sergeeva, I., González-Jiménez, J. M., Fanlo, I. (2012): *Formation of ferrian chromite in podiform chromitites from the Golyamo Kamennyane serpentinite, Eastern Rhodopes, SE Bulgaria: a two-stage process*. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **164**, 643-657.
- González-Bonorino, F. (1970): *Series*

*Metamórficas del Basamento Cristalino de la Cordillera de la Costa, Chile Central*. *Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile*, Publicación **37**, 81 pp.

Gonzalez-Jiménez, J. M., Griffin, W. L., Gervilla, F., Proenza, J. A., O'Reilly, S. Y. y Pearson, N. J. (2014): *Chromitites in ophiolites: How, where, when, why? Part I. A review and new ideas on the origin and significance of platinum-group minerals*. *Lithos*, **189**, 127-139.

Höfer, C., Kraus, S., Miller, H., Alfaro, G., Barra, F. (2001): *Chromite-bearing serpentinite bodies within an arc-backarc metamorphic complex near La Cabaña, south Chilean Coastal Cordillera*. *J. S. Am. Earth. Sci.*, **14**, 113-126.

Willner, A. P., Thomson, S. N., Kröner, A., Wartho, J. A., Wijbrans, J., Hervé, F. (2005): *Time markers for the evolution and exhumation history of an Upper Paleozoic paired metamorphic belt in Central Chile (34°-35°30'S)*. *J. Petrol.*, **46**, 1835-1858

Zhou, M. F., Robinson, P. T., Bai, W. J. (1994): *Formation of podiform chromites by melt-rock interaction in the upper mantle*. *Mineral. Deposita.*, **29**, 98-101.