

Alteración de Cr-Espinelas en las Metaperidotitas de Medellín, Colombia

/ JUAN SEBASTIÁN HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ (1*), JOAQUIN A. PROENZA (1) ANTONIO GARCIA-CASCO (2,3), LIDIA BUTJOSA (1), THOMAS AIGLSPERGER (1), MARION WEBER (4), MONICA ESCAYOLA (5)

(1) Departament de Cristal·lografia, Mineralogía i Dipòsits Minerals, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, Martí i Franquès s/n, 08028-Barcelona, España

(2) Departamento de Mineralogía y Petrología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Fuentenueva s/n, 18002-Granada, España

(3) Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR), Avenida de las Palmeras, 15192, Armilla, Granada, España

(4) Universidad Nacional de Colombia, Sede de Medellín, Colombia

(5) Laboratorio de Tectónica Andina, Universidad de Buenos Aires, Argentina

INTRODUCCIÓN.

El proceso de alteración de la Cr-espinela accesoria en peridotitas que da lugar a la formación de “ferriancromita” continúa siendo objeto de debate. El origen de la ferriancromita ha sido interpretado como un producto de reacción, durante el metamorfismo progrado, entre Cr-espinela y magnetita secundaria (Barnes, 2000), o entre Cr-espinela y antigorita (Merlini et al., 2009). Por otra parte, se ha interpretado como un producto de reacción, durante el enfriamiento del cuerpo ultramáfico, entre la Cr-espinela primaria y olivino (Gervilla et al., 2012) o entre Cr-espinela y lizardita (Mellini et al., 2005).

En este trabajo presentamos y discutimos los cambios texturales y composicionales de la Cr-espinela accesoria en las metaperidotitas de Medellín (Cordillera Central, Colombia).

METAPERIDOTITAS DE MEDELLÍN.

Las metaperidotitas de Medellín (denominadas como “Dunitas de Medellín”) forman parte de la Ofiolita de Aburrá de edad Triásico (Correa, 2007; Restrepo, 2008), y representa el principal cuerpo de rocas ultramáficas de afinidad ofiolítica de la Cordillera Central de Colombia (Departamento de Antioquia). La ofiolita está constituida por una unidad de rocas ultramáficas (“Dunitas de Medellín”) y otra de metagabros denominada Metagabros de El Picacho (Correa, 2007).

Las rocas ultramáficas son predominantemente peridotitas mantélicas metamorfizadas (metaperidotitas). Las rocas son en su mayoría metaharzburgitas, metalherzolitas y metadunitas, y sistemáticamente contienen relictos de olivino mantélico y Cr-espinela, y en menor cantidad ortopiroxeno. Sin embargo, además de los minerales del

grupo de la serpentina de baja temperatura, gran parte de las asociaciones minerales son metamórficas y están compuestas de olivino, tremolita, clorita, talco, Cr-espinela, antigorita y, localmente, antofilita (Restrepo, 2008). De acuerdo a este autor el metamorfismo alcanzó las facies de anfibolita. El origen de la ofiolita se ha relacionado con una cuenca de trasarco de edad Triásica, emplazada tectónicamente en el Jurásico (Correa, 2007).

Las “metaperidotitas de Medellín” albergan las únicas mineralizaciones de cromita descritas en Colombia. El depósito más grande es el de Patio Bonito, el cual está formado por cromititas de grado refractario (ricas en Al).

Las muestras de peridotitas estudiadas en este trabajo son representativas de los afloramientos de Las Palmas, Patio Bonito y San Pedro, y cubren los sectores sur, central y norte respectivamente del cuerpo ultramáfico.

RESULTADOS.

Siguiendo la clasificación textural propuesta por Gervilla et al. (2012), las Cr-espinelas accesorias en las metaperidotitas de Medellín se pueden clasificar en 3 grupos texturales: i) Cr-espinelas parcialmente alteradas; ii) Cr-espinelas porosas, y iii) Cr-espinelas homogéneas. Las Cr-espinelas parcialmente alteradas presentan núcleos relativamente inalterados rodeados por una zona porosa donde la Cr-espinela ha sido disuelta y reemplazada por clorita siguiendo los planos (111) de la espinela (fig. 1). Este tipo de Cr-espinela está rodeada por clorita, la cual la separa de granos de olivino parcialmente alterados a serpentina y brucita retrógrada.

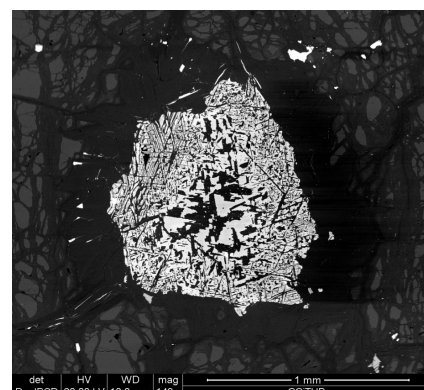


Fig. 1. Imagen de electrones retrodispersados de la Cr-espinela tipo I. Algunos núcleos son ricos en Al (hasta 20 % en peso de Al_2O_3), y son interpretados como representativa de la composición primaria.

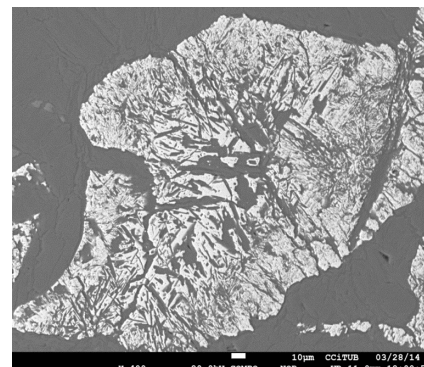


Fig. 2 Imagen de electrones retrodispersados de la Cr-espinela tipo II (rica en Cr y Fe^{2+} , empobrecida en Al y Mg).

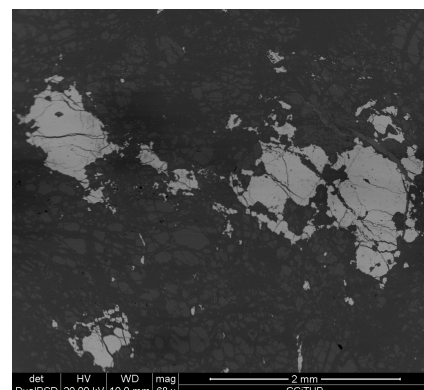


Fig. 3 Imagen de electrones retrodispersados de la Cr-espinela tipo III (rica en Fe^{3+}).

Las zonas relativamente inalteradas

palabras clave: Cr-espinela, Ferriancromita, metaperidotita, Medellín, Colombia

key words: Cr-spinel, ferrian chromit, metaperidotite, Medellín, Colombia

ricas en Al representan la composición más próxima a la primigenia (fig. 4) y tienen $\#Cr$ $[Cr/(Cr+Al)]=0.58-0.62$; $\#Mg$ $[Mg/(Mg+Al)]=0.42-0.44$, $\#Fe^{3+}$ $[Fe^{3+}/(Fe^{3+}+Cr+Al)]\leq 0.03$, $TiO_2\leq 0.36$ wt%, $MnO=0.32-0.42$ wt%, y $ZnO=0.68-0.87$ wt%. La composición de la Cr-espinela intercrecida con clorita se caracteriza por $\#Cr=0.67-0.82$; $\#Mg=0.28-0.37$, y $\#Fe^{3+}=0.03-0.1$, $TiO_2=0.56-0.87$ wt%, $MnO=0.33-0.59$ wt%, y $Zn=0.44-0.63$ wt%.

Las Cr-espinelas porosas (tipo II, fig. 2), se encuentran totalmente alteradas, y contienen abundantes inclusiones de clorita. En este tipo, el control cristalográfico del reemplazamiento de la Cr-espinela por la clorita no es evidente, pero como en el grupo I presentan una corona clorítica. Las Cr-espinelas porosas están empobrecidas en Al y en Mg, y enriquecidas en Cr, Fe^{2+} , Ti, Mn con respecto a las Cr-espinelas parcialmente alteradas (fig. 4). Ellas tienen $\#Cr=0.81-0.96$, $\#Mg=0.13-0.30$, y $\#Fe^{3+}\leq 0.04$, $TiO_2=0.42-1.57$ wt%, $MnO=0.42-0.77$ wt%, y $ZnO=0.39-0.63$ wt%. Las Cr-espinelas homogéneas (tipo III, fig. 3) no muestran textura porosa aunque pueden contener inclusiones discretas de clorita. En este tipo textural no existe una aureola de clorita alrededor de la Cr-espinelas aunque, en cambio, suelen estar rodeadas por antigorita y/o tremolita. En algunas muestras hay evidencias claras de reemplazamiento de Cr-espinela por tremolita. Las Cr-espinelas porosas están muy empobrecidas en Al, Mg, Ti, Zn y enriquecidas en Fe^{3+} (ferriancromita) con respecto a las Cr-espinelas parcialmente alteradas y porosas (fig. 4). Ellas tienen $\#Cr=0.98-1$, $\#Mg=0.11-0.21$, y $\#Fe^{3+}=0.3-0.73$, $TiO_2=0.27-0.38$ wt%, $MnO=0.26-0.58$ wt%, y $ZnO=0.04-0.24$ wt%.

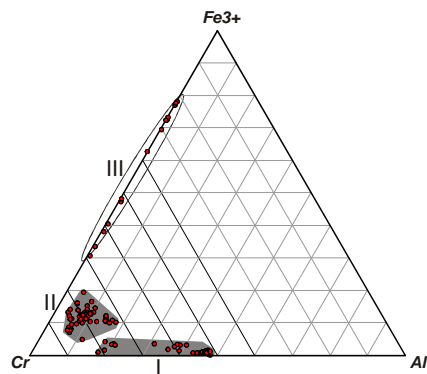


Fig. 4. Variaciones de la composición química de las Cr-espinelas estudiadas en términos de sus contenidos de Cr, Fe^{3+} y Al.

DISCUSION Y CONCLUSIONES.

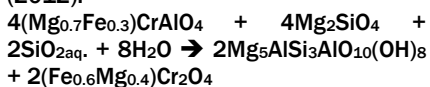
Las variaciones texturales y

composicionales observadas en las Cr-espinelas de las metaperidotitas de Medellín no pueden ser explicadas por procesos magmáticos/metamórficos a temperaturas y presiones mantélicas. En cambio, sugieren un origen asociado con la evolución metamórfica del cuerpo de rocas ultramáficas.

Las asociaciones minerales metamórficas en las rocas estudiadas (clorita + tremolita + talco + forsterita) indican temperaturas de 550-700 °C, a una presión indeterminada. Sin embargo, la presencia local de antofilita sugiere una presión relativamente baja (<6 kbar).

Las variaciones composicionales y texturales de las Cr-espinelas estudiadas se pueden relacionar a un enfriamiento asociado a un ciclo metamórfico de edad Permo-Triásico en el paleomargen Mesozoico de Suramérica. El primer estadio de transformación de la Cr-espinela, la formación de Cr-espinela porosa (tipo II), se puede explicar mediante un mecanismo de disolución de Cr-espinela y precipitación de clorita. Las coronas completas de clorita alrededor de la Cr-espinela, y la presencia sistemáticamente de olivino indica un grado metamórfico relativamente alto (facies anfíbolita). El proceso de transformación se caracteriza por una disminución de los contenidos de Al y Mg, y un aumento del Cr y del Fe^{2+} . En este estadio el Cr se enriquece en la Cr-espinela residual, y los contenidos de Fe^{3+} permanecen prácticamente constantes y bajos. La composición ($\#Mg$ vs. TiO_2 , MnO , ZnO) de la Cr-espinela porosa (tipo II), se proyecta en el campo de las Cr-espinelas metamorfizadas en facies de anfíbolita (Barnes, 2000; Saumur y Hattori, 2013).

La formación de la Cr-espinela porosa, en principio, se puede explicar mediante la reacción propuesta por Gervilla et al. (2012):



De acuerdo con estos autores, a temperaturas entre ~ 700 y ~ 400 °C la Cr-espinela primaria rica en Al reacciona, en presencia de fluido, con forsterita para producir clorita y Cr-espinela porosa residual (rica en Cr y Fe^{2+}).

Las Cr-espinelas homogéneas (tipo III) están enriquecidas en Fe^{3+} con respecto a las Cr-espinelas parcialmente alteradas y porosas (fig. 4). Los valores de $\#Fe^{3+}$ varían entre 0.3 y 0.73, y

permiten clasificar a estas Cr-espinelas como "ferriancromita". La formación de Cr-espinelas homogéneas implica la disolución de clorita rica en Cr formada previamente. Las Cr-espinelas homogéneas (tipo III) probablemente se han formado en condiciones oxidantes, a partir de la adición de magnetita a la Cr-espinela porosa (tipo II) pobre en Al y Mg durante un evento hidrotermal tardío que pudo comenzar a temperaturas cercanas a 600 °C y continuar su evolución a temperaturas inferiores a 500 °C (Gervilla et al., 2012). La composición ($\#Mg$ vs. TiO_2 , MnO , ZnO) de las Cr-espinelas homogéneas (tipo III) de las metaperidotitas de Medellín también se proyectan en el campo de las Cr-espinelas metamorfizadas en facies de anfíbolita (Barnes, 2000; Saumur y Hattori, 2013) con una cierta tendencia hacia el campo de las Cr-espinelas metamorfizadas en facies de esquistos verdes.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo ha sido financiado mediante el proyecto CGL2012-36263.

REFERENCIAS.

- Barnes SJ (2000): *Chromite in komatiites, II. Modification during greenschist to mid-amphibolite facies metamorphism. J Petrol*; **41**,387-409.
- Correa, A. M. (2007): *Petrogênese e evolucao do Ofiolito de Aburrá, Cordillera Central dos Andes Colombianos. Tesis doctoral, Universidad de San Pablo. San Pablo, Brasil.*
- Gervilla, F., Padrón-Navarta, J.A., Kerestedjian, T., Sergeeva, I., González-Jiménez, J.M., Fanlo, I. (2012): *Formation of ferrian chromite in podiform chromitites from the Golyamo Kamenyane serpentinite, Eastern Rhodopes, SE Bulgaria: a two-stage process. Contrib. Mineral. Petr.* **162**, 643-657.
- Mellini M, Rumori C, Viti C (2005): *Hydrothermally reset magmatic spinels in retrograde serpentinites: formation of "ferrichromit" rims and chlorite aureoles. Contrib Mineral Petrol*, **149**, 266-275.
- Merlini A, Grieco G, Diella V (2009): *Ferritchromite and chromianchlorite formation in me'lange-hosted Kalkan chromitite (Southern Urals, Russia). Am Mineral*, **94**, 1459-1467.
- Restrepo, J.J. (2008): *Obducción y metamorfismo de las ofiolitas triásicas en el flanco occidental del Terreno Tahamí, Cordillera Central de Colombia. Boletín Ciencias de la Tierra*, **22**, 49-100.
- Saumur, B.M., Hattori, K.H. (2013): *Zoned Cr-spinel in forearc serpentinites along the northern Caribbean Margin, Dominican Republic. Mineralogical Magazine*, **77**, 117-136.