

# REACCIONES DE ASIMILACIÓN DE ROCAS PELÍTICAS EN EL PROCESO DE FORMACIÓN DE LAS MINERALIZACIONES DE Ni-Cu DE AGALLÓN, CORTEGANA Y OLIVENZA (OSSA MORENA)

A. MARTÍN-IZARD <sup>(1)</sup>, M. FUERTES-FUENTE <sup>(1)</sup>, M.A. CEPEDAL-HERNÁNDEZ <sup>(1)</sup>, L. RODRÍGUEZ-PEVIDA <sup>(2)</sup>, L. LUCEÑO <sup>(2)</sup>, D. RODRÍGUEZ <sup>(2)</sup> Y J.C. VIDEIRA <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Geología, Universidad de Oviedo, Arias de Velasco, sn, 33005 Oviedo.

<sup>(2)</sup> Río Narcea Recursos, Avd. De la Estación 22, 06300, Zafra, Badajoz.

## INTRODUCCIÓN

La reciente apertura del Yacimiento de Ni-Cu-EGP de Agua Blanca (Tornos et al, 2001; Ortega et al, 2004) por parte de la empresa Río Narcea ha despertado el interés por la exploración de nuevos yacimientos asociados a rocas máficas en Ossa Morena, una de las zonas en las que tradicionalmente ha sido dividido el macizo Varisco de la Península Ibérica. Como consecuencia de ello, en el área se han localizado numerosos cuerpos de rocas básicas (Figura 1), alguno de los cuales lleva asociados indicios de sulfuros de Ni-Cu, lo que ha despertado el interés por ellos y por las posibles diferencias que presentan en comparación con los cuerpos a priori no mineralizados. Entre los cuerpos mineralizados destacan los de Argallón, Cortegana y Olivenza, mientras que el intrusivo de Bazana es el más característico de los no mineralizados. Desde el descubrimiento del yacimiento de Voisey's Bay en Canadá en 1994 (Naldrett, 2005), el interés para la prospección de yacimientos de Ni-Cu en rocas ricas en feldespatos, como pueden ser las troctolíticas, se ha incrementado, lo que ha permitido reconocer procesos geológicos de metasomatismo y asimilación esenciales para la formación de este tipo de yacimientos. Entre ellos destacan, por su importancia, las reacciones de asimila-

ción entre los magmas máficos y las rocas de la corteza, que van a provocar una disminución del contenido de los elementos calcófilos en la roca ígnea, en particular el contenido de Ni en los olivinos, y va a favorecer la formación de un fundido sulfurado muy enriquecido en elementos calcófilos, especialmente Ni-Cu.

En este trabajo se presenta un estudio mineralógico y petrográfico realizado en algunos de los cuerpos máficos de la ZOM con mineralización de Ni-Cu donde se han observado fenómenos de asimilación de las rocas encajantes, a fin de observar e interpretar el resultado de este proceso en la mineralogía y petrología de las rocas resultantes y su interés para la prospección de esta tipología de yacimientos.

## GEOLOGÍA REGIONAL

Las mineralizaciones y rocas estudiadas están situadas en la Zona de Ossa Morena (Figura 1). Las rocas que la forman tienen edades comprendidas entre el Precámbrico Superior (Serie Negra, formada mayoritariamente por meta-areniscas y cuarcitas y pizarras negras) y el Carbonífero Superior y la mayor parte de sus estructuras fueron formadas durante la Orogenia Varisca (Dallmeyer y Quesada, 1992; Simancas et al, 2003).

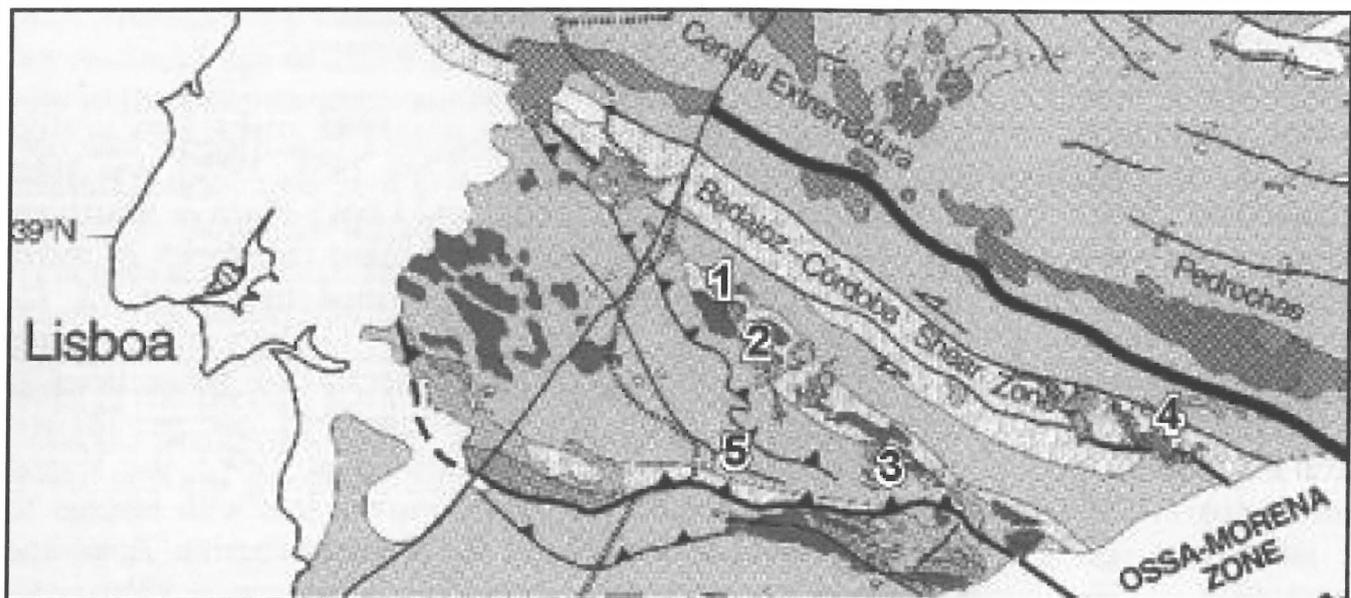


Figura 1: Esquema geológico de Ossa Morena y localización de los intrusivos citados. 1-Olivenza. 2-Bazana. 3-Agua Blanca. 4-Argallón. 5-Cortegana.

El contacto Sur de ZOM queda definido por la sutura marcada por el prisma de acreción correspondiente a la formación Pulo do Lobo y el cinturón ofiolítico de Beja-Acebucho. Por lo que respecta a su contacto Norte, está establecido en una estructura tectónica muy compleja denominada Eje de Cizalla Badajoz-Córdoba, y que correspondería a otra zona de sutura (Simancas et al, 2003). Ambas zonas de sutura están fuertemente modificadas por la intensa deformación transpresional a la que han sido sometidas. Por ello, ZOM fue un terreno que se situaría entre Avalon y Gondwana (Simancas et al, 2003), no estando clara su relación con este último.

La presencia en Ossa Morena de magmatismo calcoalcalino máfico a granítico de edad Precámbrico terminal-Cámbrico, así como la deformación Pre-Varisca de las rocas precámbricas ponen de manifiesto la existencia de una subducción relacionada con la Orogenia Cadomiense (Dallmeyer et al, 1993). En relación con el Orógeno Varisco en ZOM se desarrolla un magmatismo calcoalcalino con edades que van desde los 340 a los 360 Ma y que se habría desarrollado en un régimen transtensional con un origen en el manto medio y que no estaría relacionado con una zona de subducción (Dallmeyer et al, 1993; Carbonell et al, 2004). Las rocas relacionadas con este magmatismo calcoalcalino varían desde intrusiones máficas a graníticas, resultando las primeras de especial interés debido a los yacimientos de Ni-Cu-PGE asociados a algunas de ellas y para cuya formación se requiere la intrusión de magmas mantélicos primitivos en una corteza que es parcialmente asimilada.

La reciente realización de perfiles sísmicos profundos (IBERSIS) como parte del proyecto Europrobe, desde la zona Sur-Portuguesa hasta la Zona Centro-Ibérica atravesando toda Ossa Morena, ha permitido reconocer la presencia en la corteza media de un cuerpo reflectivo (IRB) de unos 140 Km. de longitud. Este cuerpo es interpretado como una masa intrusiva derivada del ascenso de una pluma mantélica entre los 345 y 360 Ma. (Simancas et al, 2003; Carbonell et al, 2004). La imagen sísmica del IRB muestra digitalizaciones de la masa a diferentes profundidades, que darían lugar a los cuerpos de rocas básicas aflorantes en la zona y con los que estarían relacionadas las mineralizaciones de Ni-Cu-PGE de la ZOM. Carbonell et al (2004) señalan que, para explicar las características geofísicas del cuerpo intrusivo, estos magmas han debido asimilar diferentes proporciones de las rocas encajantes, entre las que destacan las pizarras negras ricas en materia orgánica y azufre de la serie Negra.

**LOS PROCESOS DE ASIMILACIÓN EN LA FORMACIÓN DE LAS MINERALIZACIONES DE Ni-Cu**

La intrusión de magmas máficos que asimilan diferentes cantidades de las rocas encajantes es un proceso esencial para la formación de yacimientos de sulfuros de Ni-Cu. Como consecuencia de estos procesos de asimilación, la composición del magma se va a modificar enriqueciéndose en Si, Al, álcalis y, sobre todo, S. Aunque el mecanismo de asimilación del S aún no es completamente conocido (Naldret, 2005), el magma se va a sobresaturar en este elemento y como resultado se va a producir la desmezcla de un fundido sulfurado que va a hacer de colector de los elementos calcófilos, especialmente Ni. De esta manera, el contenido de níquel en el magma silicatado disminuye por lo que, durante la cristalización, el Ni no entra en el

olivino, sino que se concentra en el fundido sulfurado inmiscible y puede dar lugar a la formación de un yacimiento. Considerando todo lo anterior, en la prospección de este tipo de yacimientos parece esencial conocer el contenido en Ni de los olivinos de las diferentes rocas máficas además también de reconocer la existencia de procesos de asimilación de las rocas encajantes, lo cual se reflejará en la mineralogía de las rocas que van a cristalizar y será especialmente notorio en los bordes de los cuerpos intrusivos, donde la contaminación por la roca encajante es mucho mayor. Con el fin de ratificar que el bajo contenido en níquel de los olivinos se puede usar como criterio prospectivo se ha realizado un estudio comparativo a partir de análisis de microsonda electrónica, de los olivinos procedentes de intrusivos mineralizados con los del macizo troctolítico de Bazana, que no tiene indicios de mineralizaciones con sulfuros. El resultado de este estudio queda recogido en la Figura 2, donde se puede ver que, efectivamente, los olivinos de los macizos con mineralizaciones de Ni-Cu tienen contenidos de Ni muy inferiores a los de Bazana, especialmente en el caso de Argallón.

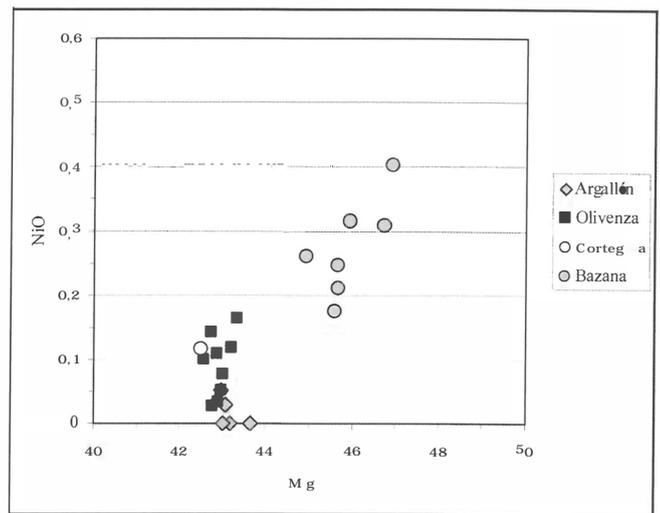


Figura 2: Diagrama del contenido de Mg frente a Ni en olivinos en el que se pone de manifiesto la disminución del contenido en Ni en los cuerpos con mineralizaciones, especialmente Argallón.

**LA MINERALOGÍA DE LAS ZONAS DE BORDE**

En las zonas de borde se observa una variación gradual en el aspecto de las rocas de visu, desde los esquistos encajantes hacia las rocas gabroicas, donde hay un tránsito con rocas de textura claramente esquistosa a granuda a otras con texturas intermedias entre ambos extremos. Este cambio del aspecto macroscópico también se refleja al microscopio, donde desde rocas muy ricas en SiO<sub>2</sub>, con micas y anfíboles, se pasa a rocas en las que hay piroxenos (a veces coroníticos) y de éstas a rocas con abundantes olivinos con texturas coroníticas (Foto 1) hasta llegar a las rocas ígneas más o menos inalteradas. En ocasiones, en los dos últimos tipos de rocas las plagioclasas pueden ser especialmente abundantes dando rocas de tipo troctolítico a picrítico.

Las texturas de las rocas del borde del intrusivo varían de granoblásticas, a granonematoblásticas y a granolepidoblastica. La mineralogía está formada por biotita, anfíbol (Mg-hornblenda y tchermakita) cuarzo



Foto 1: Olivino rodeado por ortopiroxeno, anfíboles y micas en una roca rica en plagioclasas sericitizadas.

con blastesis y plagioclasas (dos generaciones, una más antigua de tipo intermedio muy sausuritizada y una tardía albitica y algo sericitizada). Se pueden reconocer restos de piroxenos (orto y clino) y olivino entre los anfíboles. Los accesorios, a veces bastante abundantes son, espinela (término intermedio entre espinela ss y hercinita), granate (intermedio entre piropo y almandino), corindón (ocasionalmente abundante, junto con fengita y albita), epidota y sillimanita. Es frecuente encontrar sulfuros de Fe, Ni y Cu, diseminados de manera intersticial en las rocas, principalmente pirrotita, pentlandita y calcopirita, además de magnetita e ilmenita (Foto 2).

Las rocas más alejadas del borde conservan bastante bien su textura ígnea que es fácilmente reconocible. La mineralogía principal es olivino, ortopiroxeno, clinopiroxeno y plagioclasa. Los olivinos son todos coroníticos, bordeados por ortopiroxeno, hornblenda-actinolita y tchermakita, a veces con sillimanita y epidota. En ocasiones, dentro de los ortopiroxenos hay cristales de olivino. En estas rocas también se encuentran diseminados sulfuros de Fe, Ni y Cu.

Las rocas ígneas frescas son gabros y noritas olivínicas, siendo frecuentes también las de tipo troctolítico, picrítico y lertzolítico.

## CONCLUSIONES

En los cuerpos intrusivos estudiados se han encontrado ejemplos de contaminación de las rocas máficas por rocas pelítico-esquistosas del encajante. Además de la observación de un empobrecimiento en níquel en los olivinos, esta contaminación ha supuesto un aporte de  $\text{SiO}_2$ , que va a reaccionar con el olivino para dar ortopiroxeno, de Al y álcalis, que dan micas, albita, sillimanita y granate, pu-

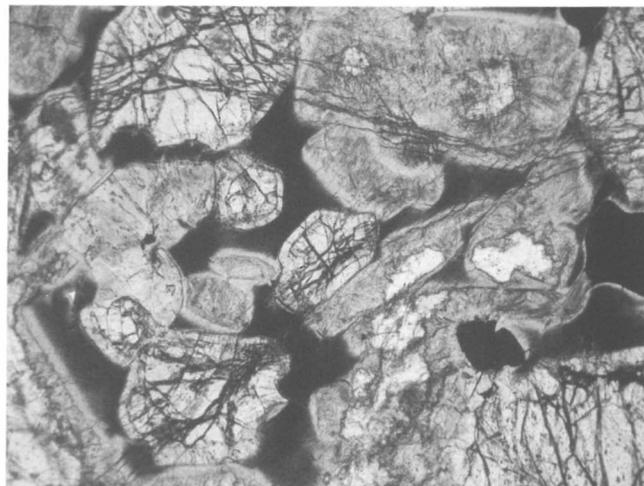


Foto 2: Sulfuros intersticiales en roca con olivino ortopiroxeno, anfíboles y plagioclasas sausuritizadas.

diendo haber un exceso de Al que daría lugar a corindón. Dado que el contenido de agua del encajante es significativo, los minerales primarios de las rocas máficas se van a hidratar dando lugar a abundantes anfíboles, sausuritización de las plagioclasas y a micas. Por otro lado, las secuencias pelíticas de la ya mencionada Serie Negra se caracterizan por la abundancia de S en forma de pirita. El aporte de este elemento va a hacer que el fundido se sobresature en él y se desmezcle como una fase inmisible colectora de Ni y Cu, dando lugar a la cristalización de los sulfuros intersticiales observados y a un bajo contenido en Ni de los olivinos.

## REFERENCIAS

- Carbonell, R., Simancas, F., Juhlin, C., Pous, J., Pérez Estaún, A., Gonzalez Lodeiro, F., Muñoz, G., Heise, W., Ayarza, P. (2004). *Geophys. Resear. Letters*, 3, L11601, DOI:10.1029/2004GL019684
- Dallmeyer, R. D., Quesada, C. (1992). *Tectonophysics*, 216, 339-364
- Dallmeyer, R. D.; Fonseca, P., Quesada, C. (1993). *Tectonophysics*, 222, 177-194
- Ortega, L., Lunar, R., García Palomero, F., Moreno, T., Martín Estevez, J.R., Prichard, H.M., Fisher, P.C. (2004). *Canadian Mineralogist* 42, 325-350.
- Naldret, A. J. (2005). *Canadian Mineralogist*, 43, 2069-2098.
- Simancas, J.F., Carbonell, R., Gonzalez Lodeiro, F., Perez Estaún, A., Juhlin, C., Ayarza, P., Kashubin, A., Azor, A., Martínez Poyatos, D., Almodovar, G.R., Pascual, E., Saez, R. Exposito, L. (2003). *Tectonics* 22, 6, 1062, DOI: 10.1029/2002TC001479
- Tornos, F., Casquet, C., Galindo, C., Velasco, F., Canales, A. (2001). *Miner. Deposita*, 36, 700-706.