

Evidencias texturales y sus implicancias en la historia de emplazamiento de los pórfidos del sector Ortiga, Distrito Río Blanco-Los Bronces, Chile central.

Thomas Eggers Hering*

Vicepresidencia de Exploraciones, Región Andes, Anglo American, Pedro de Valdivia 291, Santiago, Chile.

Oswaldo M. Rabbia

Instituto GEA, Universidad de Concepción, Barrio Universitario s/n, casilla 160c, Concepción, Chile

* E-mail: thomas.egggers@angloamerican.com

Resumen. Se presentan los resultados del estudio petrográfico de los pórfidos asociados a una zona de alteración argílica avanzada de 8x5 km de extensión, ubicada en el sector **Ortiga**, a 8 km al W del mega yacimiento **Río Blanco – Los Bronces**. Se reconocieron texturas de desequilibrio correspondientes a **opacitización de hornblenda** (Hbl), las cuales se generan por reacciones entre el cristal de hornblenda y el fundido. Para explicar la textura de opacitización en hornblenda, la presencia de **apatitas turbias**, junto a la asociación esfeno-cuarzo-magnetita se postula una descompresión por ascenso, de un magma oxidado y saturado en una fase salina (salmuera) desde profundidades superiores a 3-4 km hasta niveles más someros, donde en una etapa sub-sólida son alterados hidrotermalmente. Este ascenso produciría la deshidratación de la Hbl y la turbidez de las apatitas será consecuencia del metasomatismo de apatitas magmáticas ricas en Cl por fluidos de baja salinidad. Por lo tanto, el emplazamiento de estos pórfidos se habría producido a profundidades menores de ~3,5 km.

Palabras Claves: Ortiga, Río Blanco – Los Bronces, opacitización de hornblenda, apatita turbia.

1 Introducción

La mayoría de las rocas ígneas asociadas a depósitos magmáticos – hidrotermales, presentan textura porfídica (Candela y Piccoli, 2005). Sin descartar los posibles efectos de una herencia de cristalización polibárica, en estos ambientes superficiales, las texturas porfídicas pueden explicarse más bien como resultado de la devolatilización del magma (Candela, 1997; Fournier, 1999; Cerný y otros, 2005). Se distinguen dos mecanismos básicos que inducen la exsolución de volátiles en un magma: a) cristalización isobárica, y b) despresurización de la cámara magmática, siendo este último el que quizás explique mejor la textura porfídica (Candela y Piccoli, 2005).

En el presente trabajo se discuten las implicancias que tienen ciertas texturas ígneas e hidrotermales, tales como opacitización de hornblenda y turbidez en apatitas como indicadores de procesos vinculados a la historia de emplazamiento de los intrusivos del área Ortiga, correspondiente al distrito Río Blanco – Los Bronces, en

Chile Central.

La opacitización de hornblenda ha sido descrita y estudiada en detalle para rocas volcánicas, pero hay muy poca información en rocas intrusivas y menos asociadas a pórfidos.

2 Petrografía

En el área de estudio, Ortiga, se reconocen 3 unidades intrusivas; pre- intra- y post- alteración, todas asociadas al Batolito San Francisco (BSF). El tipo de alteración dominante en el sector es argílica avanzada, datada por el método Ar-Ar en alunita en 12,3 Ma (Eggers, 2008 y 2009) sobre-impuesta a una propilitica de fondo. Las muestras analizadas en el presente estudio corresponden a la unidad intrusiva pre-mineral.

Las texturas relevantes desde el punto de vista petrogenético presentes en estos pórfidos corresponden a; opacitización de Hbl, apatitos grandes de aspecto turbio y asociación esfeno (euhedral) – magnetita – cuarzo.

3 Discusión e implicancias petrogenéticas

La asociación esfeno – magnetita – cuarzo (Figura 1) sugiere condiciones más oxidantes que el buffer FMQ,

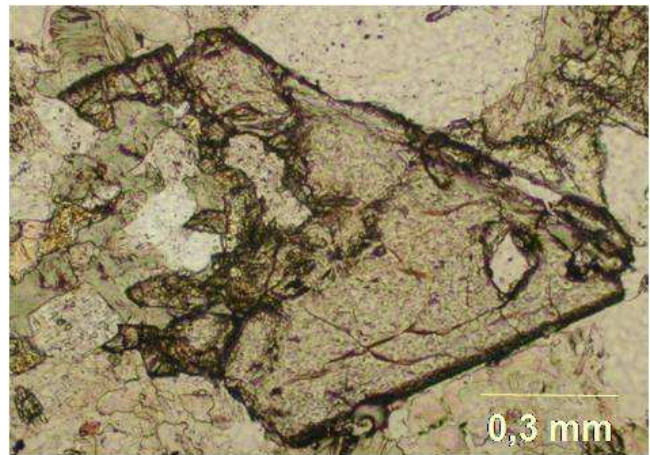


Figura 1: Muestra 35532; Esfeno euhedral con cuarzo, nicols paralelos, magnificación x100.

indicando que la fugacidad del magma fue al menos de NNO+1 (Wones, 1989).

Según Hernández y Rabbia (2008) y Hernández 2009 los apatitos de aspecto turbio (Figura 2) serían el resultado del metasomatismo, por fluidos hidrotermales diluidos, de apatitas magmáticas ricas en cloro, cristalizados en presencia de una salmuera durante la etapa transicional magmático-hidrotermal. De esta manera, se determina que hubo una exsolución de una fase fluida temprana, a alta presión y rica en cloro a partir de los magmas parentales de estos pórfidos y una sobre-imposición hidrotermal tardía de fluidos diluidos.

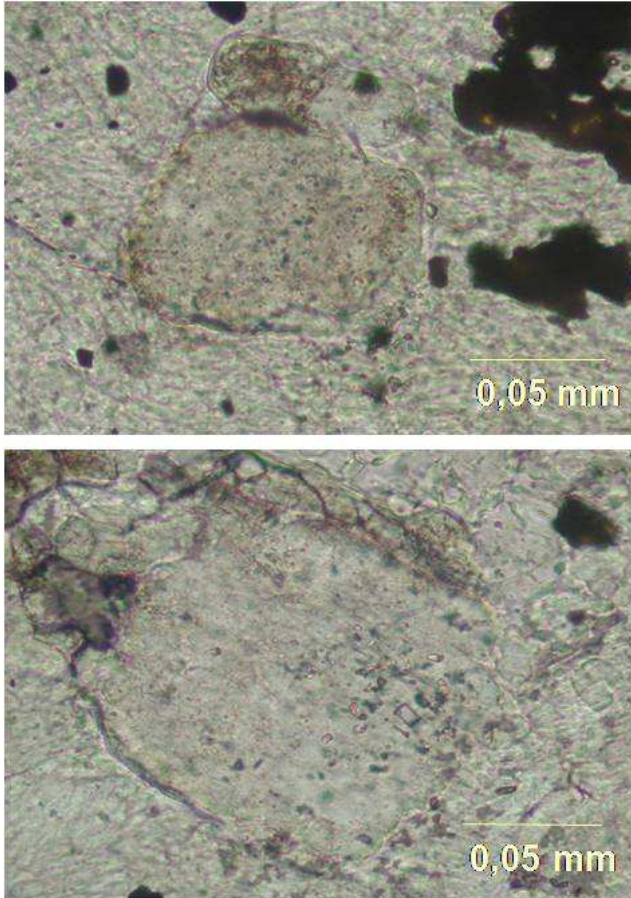


Figura 3: Muestra 35806; Apatitos de aspecto turbio, nicoles paralelos, magnificación x400.

La textura de opacitización de la hornblenda de las muestras estudiadas se presenta como un borde oscuro, compuesto por minerales máficos (probablemente Cpx – Opx), opacos (magnetita) y plagioclasa (Figura 3). El espesor de este borde es relativamente delgado ($\leq 1/3$ del radio del anfíbol) y el tamaño de los minerales que la componen es fino. Este tipo de textura ha sido interpretada por Rutherford y Devine (2003) como producto de una descompresión por ascenso del magma.

García y Jacobson (1979) describieron la misma textura, pero la relacionaron a una disminución de la fugacidad de agua del reservorio magmático. Por su parte, Murphy y

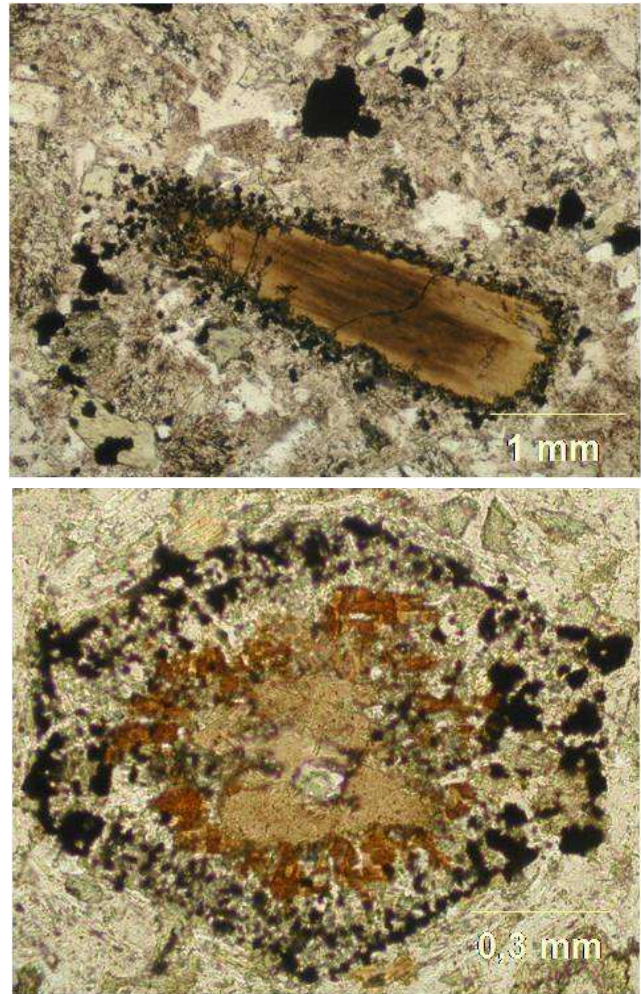


Figura 2:. Muestra 35498 y 35754; Texturas de opacitización en hornblenda. Arriba, sección lateral, magnificación x50. Abajo sección basal, magnificación x100.

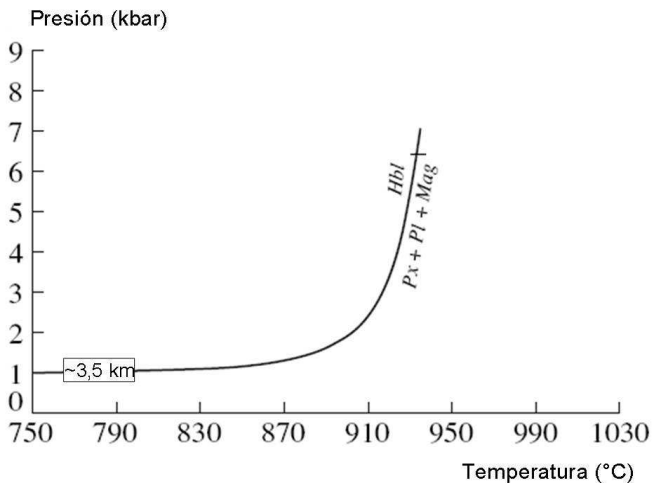
otros (2000) describen una textura semejante y postulan que su desarrollo se debe a la deshidratación de anfíbol durante el ascenso del magma. Sin duda las interpretaciones anteriores corresponden a relaciones causa-efecto de un mismo proceso.

La textura de opacita de los pórfidos del sector Ortega es interpretada como el producto de la descompresión por ascenso de magma, a profundidades someras ($< 3-4$ km, ver campo de estabilidad de la hornblenda en la figura 4).

La cristalización del anfíbol requiere de una relativamente alta presión parcial de agua, condición que lo hace inestable a presiones inferiores a 1 kbar ($\sim 3,5$ km), aún en sistemas saturados. Además, se ha demostrado experimentalmente, que la desgacificación del magma por descompresión, puede desestabilizar al anfíbol provocando halos opacos de alteración (Rutherford y Hill, 1993).

4 Conclusiones

La presencia de apatitas turbias sugiere una exsolución temprana a profundidad, de una fase fluida muy salina



(salmuera) durante la etapa transicional magmatica

Figura 4: Campo de estabilidad de la Hbl en función de la presión y temperatura (Rutherford y Hill, 1993). Kadik y otros (1986) han demostrado experimentalmente, a varias presiones y concentraciones de agua, que el límite máximo de temperatura bajo la cual la Hbl es estable, no excede los 950°C. Barclay y Carmichael (2004) han demostrado que el campo de estabilidad de la Hbl se puede expandir hasta los 1035°C con un aumento en la fugacidad de oxígeno hasta $\text{NNO}+2$, en equilibrio con fundidos basálticos-andesíticos subalcalinos

(Hernández y Rabbia 2008; Hernández 2009). La asociación esfena – magnetita – cuarzo indican condiciones de fugacidad de oxígeno del magma $\geq \text{NNO}+1$ (Wones, 1989).

La textura de opacitización en hornblenda, es consistente con una descompresión por ascenso de magma a niveles someros, posiblemente <3-4 km, como se deduce del campo de estabilidad de la hornblenda.

Como la alteración argílica avanzada afecta a los pórfidos estudiados, la edad de estos intrusivos debe ser, al menos más antigua que 12,3 Ma. Los apatitos metasomáticos (aspecto turbio) estarían evidenciando la sobreimposición tardía de fluidos diluidos (baja-salinidad), los cuales podrían asociarse temporalmente con el evento de alteración hidrotermal argílica avanzada que afecta al sector Ortiga.

Los pórfidos presentan evidencias de exsolución de fluidos salinos a alta presión y de un emplazamiento final en niveles corticales muy someros (<3,5 km de profundidad). La migración a mayor profundidad del frente de cristalización posiblemente asociado con los primeros alzamientos del área ayudaron al telescopio del sistema (sobre-imposición de alteración argílica avanzada).

Referencias

- Barclay J., and I. S. E. Carmichael, 2004. A Hornblende Basalt from Western Mexico: Water-Saturated Phase Relations Constrain a Pressure-Temperature Window of Eruptibility, *J. Petrol.* 45 (5), 485–506.
- Candela, P.A., 1997. A review of shallow, ore-related granites: Textures, volatiles, and ore metals: *Journal of Petrology*, v. 38 p. 1619-1633.
- Candela, P.A., and Piccoli, P.M., 2005. Magmatic processes in the development of porphyry type ore systems: *Economic Geology 100th Anniversary Volume*, p. 25-37.
- Cerný, P., Blevin, P.L., Cuney, M., and London, D., 2005. Granite-related ore deposits: *Economic Geology 100th Anniversary Volume*, p. 337-370.
- Eggers, T. 2008. Modelo Geológico del Prospecto Ortiga, distrito RB – LB, Alta Cordillera, Región Metropolitana, Chile. Universidad de Concepción, Departamento Ciencias de la Tierra.
- Eggers, T. 2009. Alteración Argílica Avanzada en el Distrito Los Bronces, XII Congreso Geológico Chileno, Santiago, Chile.
- Fournier, R.O., 1999. Hydrothermal processes related to movement of fluid from plastic into brittle rock in the magmatic-hydrothermal environment: *Economic Geology*, v. 94, p. 1193-1211.
- García, M. O. and S. S. Jacobson, 1979. "Crystal Clots, Amphibole Fractionation and the Evolution of Calc-Alkaline Magmas," *Contrib. Mineral. Petrol.* 69, 319–327.
- Hernández, L.B., y Rabbia, O.M., 2008. Chemical and textural evidences to discriminate between magmatic and hydrothermally altered apatites in porphyry copper deposits. Study case: La Huifa-La Negra prospect, Central Chile. XVII Congreso Geológico Argentino, Jujuy, Argentina.
- Hernández, L.B., 2009. Apatita Magmatica Como Monitor De La Evolución De Volátiles En Intrusivos Félsicos Del Área La Huifa-La Negra, Distrito El Teniente. Tesis de Magister en Ciencias, mención Geología, Universidad de Chile. 227 pp.
- Kadik, A. A., Maksimov, A. P. And, Ivanov, A. P., 1986. Physicochemical Crystallization Conditions and Genesis of Andesites (Nauka, Moscow) [in Russian].
- Murphy, M. D., Sparks, R. S. J, Barclay, J. et al., 2000 "Remobilization of Andesite Magma by Intrusion of Mafic Magma at the Soufriere Hills Volcano, Montserrat, West Indies," *J. Petrol.* 41 (1), 21–42.
- Rutherford, M. J. and P. M. Hill, 1993. "Magma Ascent Rates from Amphibole Breakdown: An Experimental Study Applied to the 1980–1986 Mount St. Helens Eruptions," *J. Geophys. Res.* 98, 19667–19685.
- Rutherford, M. J. and J. D. Devine, 2003. "Magmatic Conditions and Magma Ascent As Indicated by Hornblende Phase Equilibria and Reactions in the 1995–2002 Soufriere Hills Magma," *J. Petrol.* 44 (8), 1433–1454.
- Wones, D.R., 1989. Significance of the assemblage of titanite + magnetite + quartz in granitic rocks, *American Mineralogist*, v74, p. 744-7.