



Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

journal homepage: [www.sgp.org.pe](http://www.sgp.org.pe) ISSN 0079-1091

## Implicancias tectónicas en el magmatismo y metalogenia de la región de Cajamarca

Orlando Bazán<sup>1</sup>, Alejandro C. Lagos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Cajamarca, EAP. Ing. Geológica, Av. Atahualpa 1050, Cajamarca, Perú

([obazans@unc.edu.pe](mailto:obazans@unc.edu.pe), [aclagosm@unc.edu.pe](mailto:aclagosm@unc.edu.pe))

### RESUMEN

El magmatismo y metalogenia en la región de Cajamarca está estrechamente ligado a los procesos tectónicos que dieron lugar a la deflexión de Cajamarca durante el ciclo orogénico Andino. Se evidencian dos épocas geológicas bien diferenciadas, durante el Eoceno – Oligoceno se tiene un magmatismo predominantemente calcoalcalino de composición intermedia, poco diferenciado, con fraccionación de clinopiroxeno y asimilación somera a un nivel de 40Km de espesor cortical, y no hay mineralización considerable. La segunda época se da durante el Mioceno, donde se tiene un magmatismo calcoalcalino y calcoalcalino rico en K, de carácter intermedio a ácido, con signatura adakítica, se evidencia mayor contaminación cortical, con fraccionación de anfíbol y granate, y asimilación profunda a un nivel de 50 – 60 Km de espesor cortical, con dos épocas metalogenéticas importantes, en el Mioceno inferior – medio, emplazamiento de pórfidos de Cu – Au – (Mo), y en el Mioceno superior, emplazamiento de epitermales de Au -Ag - (Cu).

**Palabras clave:** Metalogenia, Magmatismo, Implicancias tectónicas, Adakitas, Cajamarca.

### ABSTRACT;

The magmatism and metallogeny in Cajamarca region is closely linked to the tectonic processes that led to the deflection of Cajamarca, during the Andean orogenic cycle. Two distinct geological epochs are evident, during the Eocene - Oligocene there is a predominantly calcoalkaline magmatism of intermediate composition, little differentiated,

with clinopyroxene fractionation and shallow assimilation at a level of 40Km of cortical thickness, and there is no significant mineralization. The second period occurs during the Miocene, where there is a calcoalkaline and high K calcoalkaline magmatism, intermediate to acid character, with adakitic signature, greater cortical contamination is evidenced, with fractionation of amphibole and garnet, and deep assimilation to a level 50-60 km of cortical thickness, with two important metallogenetic epochs, in the lower - middle Miocene, emplacement of porphyry Cu - Au - (Mo), and in the upper Miocene, emplacement of epithermal Au -Ag - (Cu).

**Keywords:** Metallogeny, Magmatism, Tectonic implications, Adakitics, Cajamarca.

### INTRODUCCIÓN

Este estudio está basado en el análisis de 316 muestras de rocas ígneas de la base de datos del INGEMMET compilados por Mamani et al (2010a), a partir de estos datos litogeoquímicos podemos entrever diferentes procesos magmáticos y tectónicos, que implican directamente en la metalogenia de la región de Cajamarca, tal como se muestran a continuación.

Esta disertación forma parte de la tesis de grado del autor (Bazán, 2018).

### MAGMATISMO EN LA REGIÓN DE CAJAMARCA.

Para entender los procesos magmáticos en la región de Cajamarca, se ha realizado un análisis exhaustivo de elementos mayores y elementos trazas de las rocas ígneas de la región.



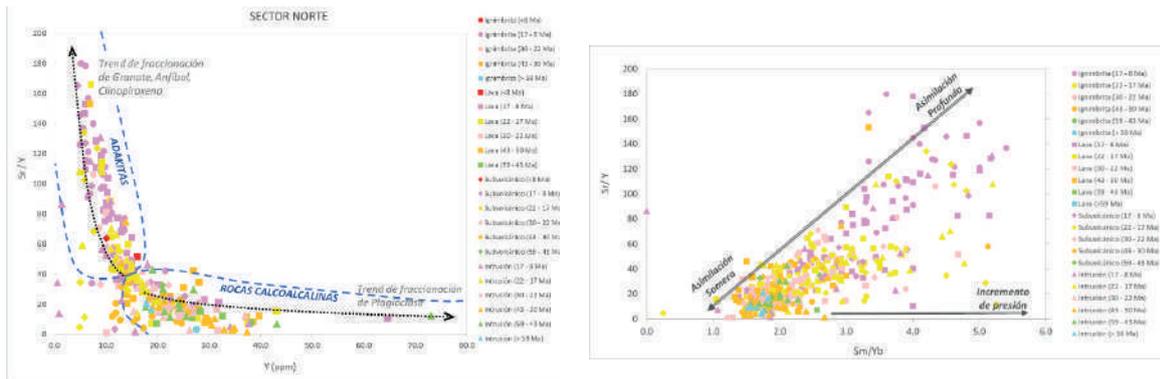


Figura 3. a) Ratios de Sr/Y Vs Y (a la izquierda). b) Diagrama de ratios Sr/Y Vs Sm/Yb (a la derecha). Para rocas ígneas en la región de Cajamarca.

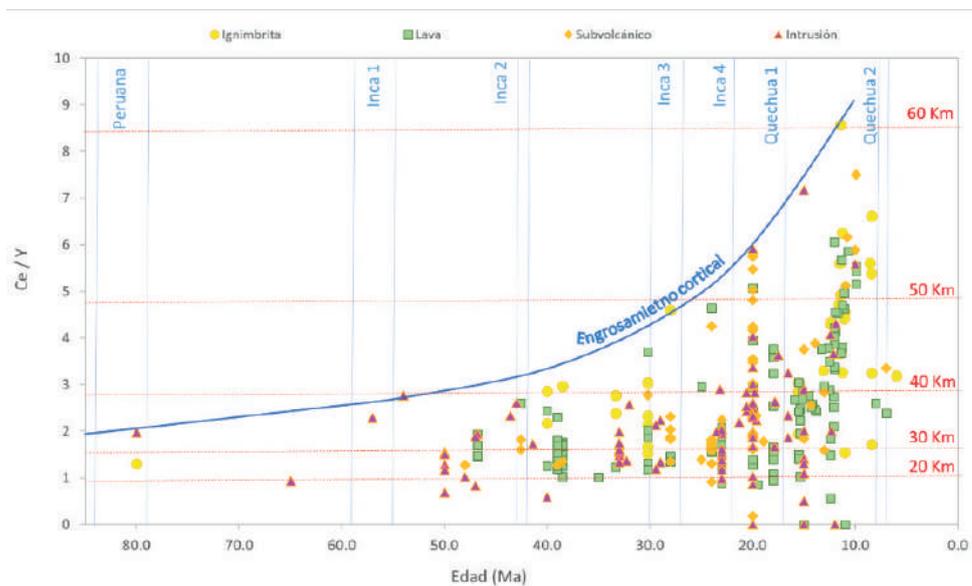


Figura 4. Estimación del espesor cortical a partir del ratio Ce/Y de las rocas ígneas en la región de Cajamarca.

## RELACIÓN TECTONO-MAGMÁTICA Y METALOGÉNESIS EN LA REGIÓN CAJAMARCA

El magmatismo en la región de Cajamarca se inicia en el Cretácico Superior post tectónica Peruana, a lo largo del arco magmático Incahuasi (Mamani et al 2010b); se afianza después de la tectónica Inca 1 dando lugar al arco volcánico Llama, y se incrementa posterior la tectónica Inca 2, a lo largo del arco volcánico Huambos (Mamani et al, 2010b), donde el arco migra hacia el Este por la disminución en el ángulo de subducción (Figura 5). Post tectónica Inca 3, se evidencia predominancia de actividad magmática subvolcánica y plutónica, en el arco volcánico Calamarca (Mamani et al, 2010b) que continúa migrando hacia el Este. Después de la tectónica Inca 4 se produce un engrosamiento cortical y

la máxima migración de arco hacia el Este, arco volcánico Michiquillay (Navarro et al, 2013), aquí inicia la época metalogénica Miocénica (Figura 5), resultando la formación de pórfidos de Cu – Au – (Mo), Minas Conga (23.2 – 17.1 Ma), Michiquillay (19.77 Ma), La Carpa (17,85 Ma) y El Galeno (17.50 Ma) (Davies, 2002); esta etapa coincide con la formación de adakitas en la región Cajamarca, mostrando la relación directa del magmatismo adakítico con la mineralización de Cu – Au (Sun et al, 2011). Ulteriormente a la tectónica Quechua 1 se intensifica el engrosamiento cortical incrementándose la actividad volcánica, el arco retorna hacia el Oeste, arco volcánico Yanacocha (Navarro et al, 2013), se da lugar la época metalogénica del Mioceno medio (Figura 5) con el emplazamiento de pórfidos Cu – Au como Cerro Corona (14.4 Ma) y Epitermales de Au – Ag – (Cu) como Tantahuatay (13.2 Ma) y el distrito

Yanacocha (11.46 – 10.92 Ma) (Davies, 2002); esta etapa coincide con el afianzamiento de la subducción plana de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana producto de la llegada de anomalías topográficas boyantes, a saber, la Cordillera de Nazca (*Nazca Ridge*) en el centro de Perú y la Meseta Inca (*Inca Plateau*) ahora consumida en la zona de subducción (Gutscher et al, 1999; Rosenbaum et al, 2005). La tectónica Quechua 2 significó el final de la actividad magmático – volcánica en la región de Cajamarca, ya que sólo durante las primeras etapas de subducción plana la parte superior y el borde anterior de la losa pueden fundirse, la subducción plana prolongada enfriará ambas litosferas e impide la fusión parcial (Gutscher et al, 2000).

## CONCLUSIONES

La metalogénesis de los yacimientos minerales en la región de Cajamarca está estrechamente relacionada al tipo de magmatismo que se generó durante la evolución tectónica de la deflexión de Cajamarca, la mineralización se produce durante todo el Mioceno, relacionada a un magmatismo adakítico propicio para la mineralización de Cu – Au, y a un gran espesor cortical 50 – 60 Km que estimula la diferenciación magmática de asimilación profunda.

A inicios del Plioceno, post tectónica Quechua II, el magmatismo y por ende la metalogénesis en la región de Cajamarca se extinguen debido a una subducción plana prolongada que genera que la cuña astenosférica desaparezca y se produzca un gap volcánico, que continúa hasta la actualidad.

## REFERENCIAS

Bazán, O. 2018. Evolución Geotectónica de la Deflexión de Cajamarca y su Implicancia en la Metalogenia de las regiones Cajamarca y La Libertad. Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca – E.A.P. Ingeniería Geológica, 162 p.

Davies, C. 2002: Tectonic, Magmatic and Metallogenic evolution of the Cajamarca Mining district, Northern Peru. PhD Thesis, James Cook University, Australia. 323 p.

Gutscher, M.A., Olivet, J.L., Aslanian, D., Eissen, J.P., Maury, R. 1999 The Inca Plateau: cause of flat subduction beneath Peru? *Earth Planet. Sci. Lett.* 171 p. 335– 341.

Gutscher, M.A., Maury, R., Eissen, J.P., and Bourdon, E., 2000, Can slab melting be caused by flat subduction?: *Geology*, v. 28, p. 535-538.

Mamani M., Carlotto V., Santos A., Rodríguez A., Cueva E., Chavez L., Cereceda C., Rodríguez R., Cacya L. y Choquehuanca S. 2010 a. Base de datos Nacional de Geoquímica para Rocas Igneas del Perú. XV Congreso peruano de Geología, Sociedad Geológica del Perú, Pub. Esp. N°9, Cuzco, p. 930 – 933.

Mamani, M., Navarro P., Carlotto V., Acosta H., Rodríguez J., Jaimes F., Santos A., Rodríguez R., Chavez L., Cueva E. y Cereceda C. 2010b, Arcos Magmáticos meso-cenozoicos del Perú, XV Congreso peruano de Geología, Sociedad Geológica del Perú, Pub. Esp. N°9, Cuzco, p. 563 – 570.

Mantle, G.W. & Collins W.J. (2008) - Quantifying crustal thickness variations in evolving orogens: Correlation between arc basalt composition and Moho depth. *Geology*, 36 (1), p. 87-90.

Rosenbaum, G., D. Giles, M. Saxon, P. G. Betts, R. F. Weinberg, and C. Duboz (2005), Subduction of the Nazca Ridge and the Inca Plateau: Insights into the formation of ore deposits in Peru, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 239, p. 18 – 32.

Sun, W.D., Zhang, H., Ling, M.X., Ding, X., Chung, S.L., Zhou, J.B., Yang, X.Y., Fan, W.M., 2011. The genetic association of adakites and Cu–Au ore deposits. *Int. Geol. Rev.* 53 (5–6), p. 691–703.

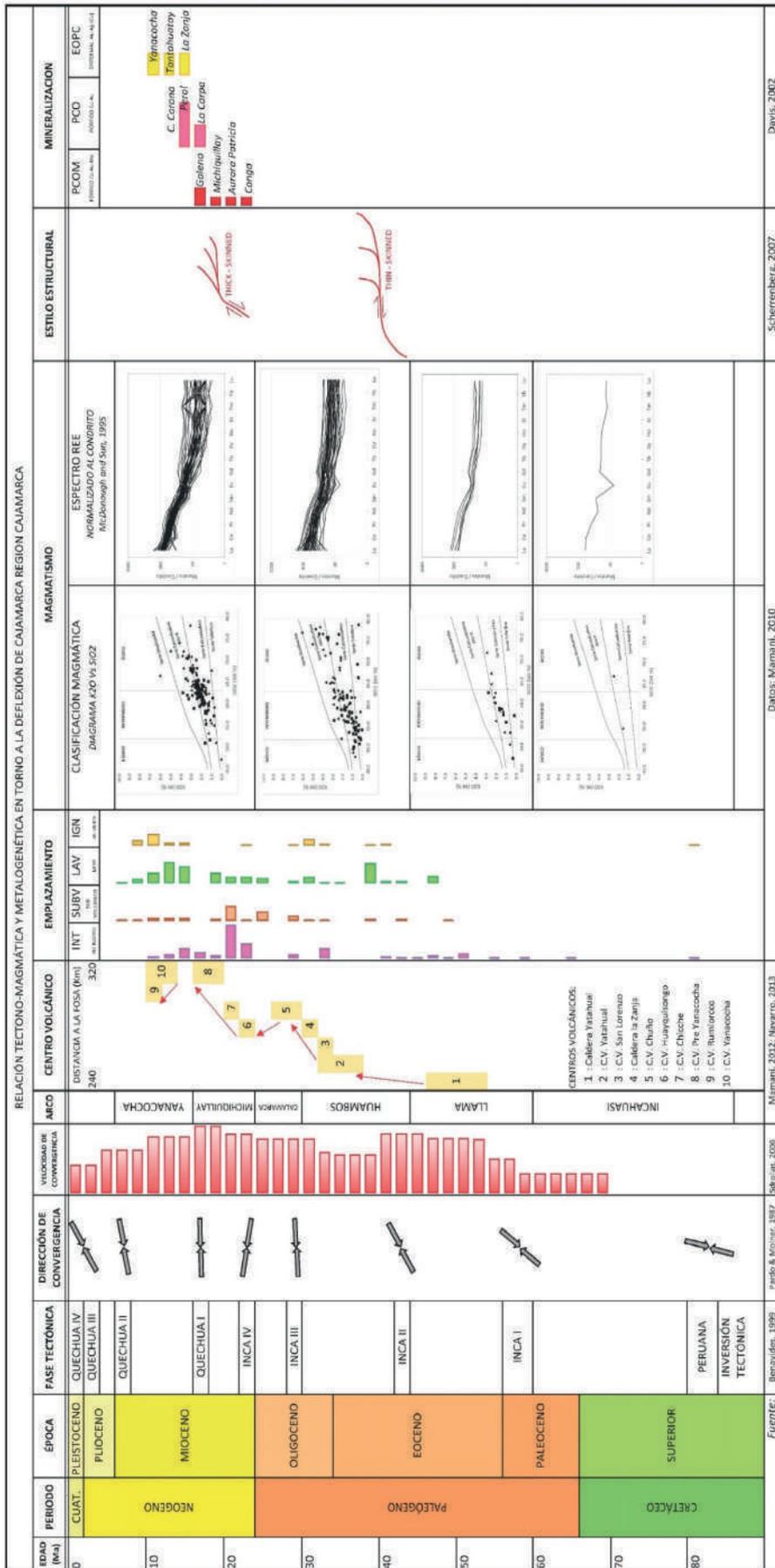


Figura 5. Relación tectono-magmática y metalogénesis en la región de Cajamarca.