

# Control estructural de los filones de cuarzo en el Dominio Central del Sistema Central Hispano-Portugués: propuesta de un evento tectono-hidrotermal de edad Oligoceno-Mioceno Medio

*Structural control of quartz veins in the Central Domain of the Spanish-Portuguese Central System: proposal of an Oligocene-Middle Miocene tectono-hydrothermal event*

Daniel Bermejo-López<sup>1</sup>, Lorena Ortega<sup>1</sup> y Gerardo de Vicente<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de C.C. Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. [dabermej@ucm.es](mailto:dabermej@ucm.es), [lortega@ucm.es](mailto:lortega@ucm.es), [gdv@geo.ucm.es](mailto:gdv@geo.ucm.es)

## ABSTRACT

A structural and mineralogical study of fault-controlled quartz veins related to extensional structures have been carried out in the Central Domain of the Spanish-Portuguese Central System. The opening and infilling stages of mineralized and barren quartz veins have been established, along with their tectonic regime within the regional geological context. The last opening and infilling stage takes place during the Alpine deformation. As a result, a new tectono-hydrothermal event of an Oligocene-Middle Miocene age, is proposed in the Spanish-Portuguese Central System.

**Key-words:** Extensional jog, implosion breccia, tectono-hydrothermal event, Spanish-Portuguese Central System, Alpine deformation.

## RESUMEN

Se ha realizado un estudio estructural y mineralógico de los filones de cuarzo controlados por fallas en el Dominio Central del Sistema Central Hispano-Portugués. De esta manera, se han establecido las etapas de apertura y relleno de filones mineralizados y estériles y se ha determinado el régimen tectónico en el contexto geológico regional. La última etapa de apertura y relleno se produce durante la deformación Alpina, por ello se propone la existencia de un nuevo evento tectono-hidrotermal de edad Oligoceno-Mioceno Medio en el Sistema Central Hispano-Portugués.

**Palabras clave:** Jog extensional, brecha de implosión, evento tectono-hidrotermal, Sistema Central Hispano-Portugués, deformación Alpina.

*Geogaceta*, 71 (2022), 63-66  
ISSN (versión impresa): 0213-683X  
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 15/07/2021  
Fecha de revisión: 29/10/2021  
Fecha de aceptación: 26/11/2021

## Introducción y objetivos

Los filones de cuarzo del Sistema Central Hispano-Portugués (SCHP) son algunas de las manifestaciones hidrotermales episódicas desarrolladas en el Macizo Ibérico durante el colapso extensional del orógeno Varisco y el inicio del ciclo Alpino (Caballero *et al.*, 1992a, b; Tornos *et al.*, 2000; Martín-Crespo *et al.*, 2002, 2004).

Estos filones están relacionados con periodos de fracturación y/o reactivación de estructuras previas, por lo que su caracterización estructural contribuye a un mejor conocimiento de los eventos tectono-hidrotermales en la región.

Los objetivos de este trabajo son; en primer lugar, determinar el control estructural de los filones de cuarzo asociados a fallas en el Dominio Central del Sistema Central.

En segundo lugar, realizar una interpretación genética de los mismos dentro del contexto geológico regional.

La zona de estudio se encuentra en el borde norte del SCHP, en el Dominio de

Guadarrama o Dominio Central (Capote *et al.*, 1982; Rubio Pascual, 2013) (Fig. 1). En la zona afloran varios filones de cuarzo de grandes dimensiones encajados en rocas del basamento Varisco, de longitudes generalmente entre uno y cinco kilómetros y espesores métricos.

## Marco tectónico e hidrotermal

En el SCHP se han diferenciado 3 eventos tectono-hidrotermales de formación de filones de cuarzo (Caballero *et al.*, 1992; Tornos *et al.*, 2000; Martín-Crespo *et al.*, 2002, 2004).

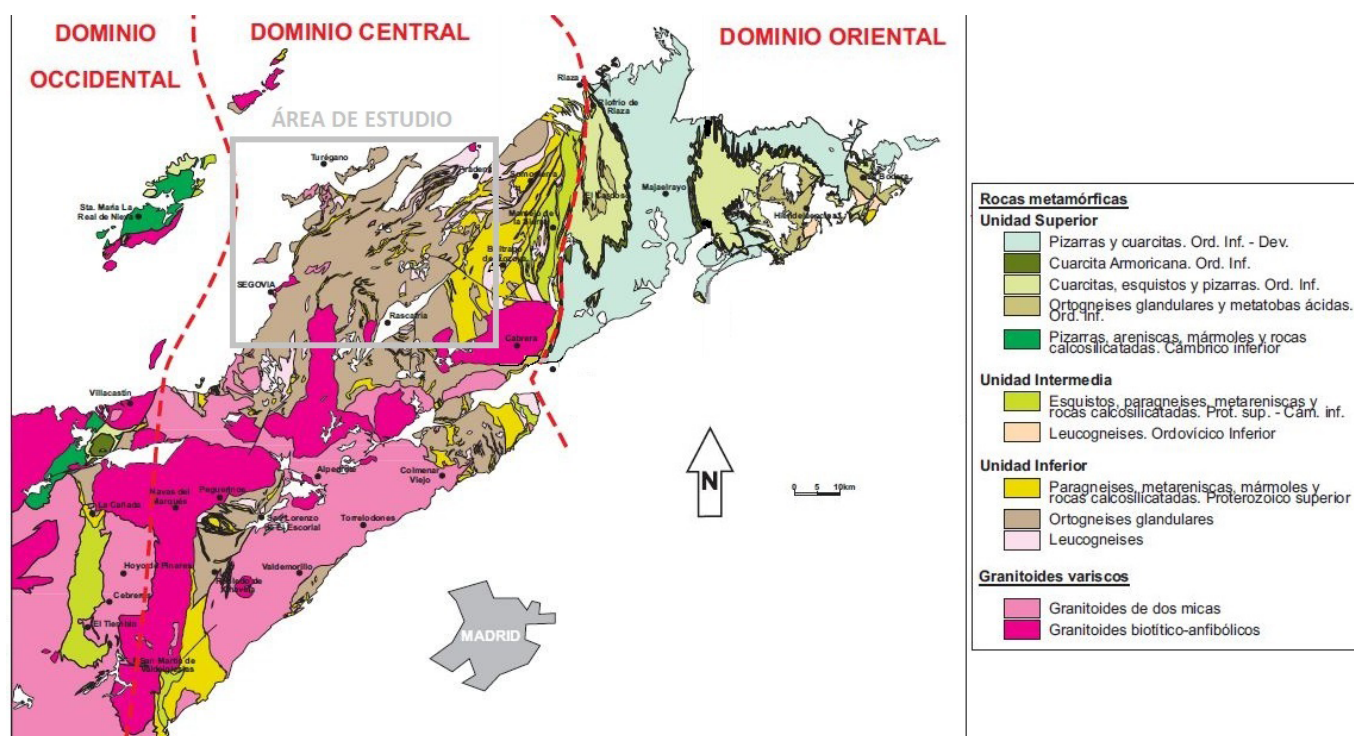
En el primer evento tectono-hidrotermal (Pérmico, 295-267 M.a.) se formaron mineralizaciones de W-As-Cu-Zn-Pb en filones de cuarzo (Tornos *et al.*, 2000; Martín-Crespo *et al.*, 2004). Estas mineralizaciones fueron controladas estructuralmente por fallas de dirección NE, con movimientos sinestrales que demuestran una dirección de máximo acortamiento horizontal aproximadamente N-S para la zona de estudio. Estas estructuras se desarrollan durante la etapa Hiendelaenci-

na (De Vicente *et al.*, 1986) a favor de un régimen tectónico transtensional. En este evento, los fluidos circularon bajo condiciones de presión litostática (Vindel *et al.*, 2000).

En el segundo evento tectono-hidrotermal (Jurásico Medio-Superior, 170-150 M.a.) se originaron filones con mineralizaciones de F-Ba-Pb-Zn asociados mayoritariamente a desgarres dextrales de direcciones

N110-125°E y en grietas de tracción escalonadas de direcciones N60-70°E (Galindo *et al.* 1994). Estas estructuras tienen carácter extensional y están probablemente relacionadas con la apertura del Atlántico norte.

En el tercer evento tectono-hidrotermal (Cretácico Superior, 110-80 M.a.) los filones de cuarzo que se generaron son estériles y han sido relacionados con estadios avanzados del rift Cretácico, coincidiendo con la apertura efectiva del Golfo de Vizcaya y la extensión generalizada en toda la placa Ibérica. Según Vindel *et al.* (2000), los fluidos circularon en condiciones de presión hidrostáticas.



**Fig. 1.- Mapa geológico y tectónico simplificado del basamento Varisco del Sistema Central con la localización del área objeto de estudio (modificado de Rubio Pascual, 2013). Ver figura en color en la web.**

*Fig. 1.- Simplified geologic and tectonic map of the Spanish Central System Variscan basement with the location of the study area (modified from Rubio Pascual, 2013). See color figure in the web.*

### Metodología

El plan de trabajo llevado a cabo para alcanzar los objetivos propuestos fue el siguiente:

En primer lugar, la localización de filones de cuarzo de gran espesor y longitud asociados a fallas en el borde norte de la Sierra de Guadarrama. A continuación, la realización de una cartografía tectónica de la zona seleccionada y por último la identificación y caracterización de las asociaciones minerales metálicas en muestras de afloramiento mediante el uso del MEB (Microscopio Electrónico de Barrido). Las muestras fueron analizadas con el microscopio Geol JSM-820 trabajando a 20 Kv y equipado con análisis EDX de Oxford localizado en el CAI de Técnicas Geológicas en la Facultad de Ciencias Geológicas (Universidad Complutense de Madrid).

### Resultados

En el esquema tectónico de la zona de estudio (Fig. 2) se han representado las fallas que contienen filones de cuarzo, así como las fallas alpinas más relevantes de la zona.

Todos los filones estudiados en este trabajo se encuentran formando *jogs* según la nomenclatura de Sibson (1990), a favor de estructuras extensionales en fa-

llas de direcciones hacia el NE, aspecto muy común a lo largo de todo el SCHP.

#### *Falla y filones asociados de Trescasas*

Este desgarre sinistral, de dirección N20°E, contiene un filón de potencia métrica en Trescasas y pequeñas vetas de cuarzo más hacia el sur asociadas a la terminación del desgarre. Tiene un recorrido inferior a 15 km y aparentemente no tiene relación con ninguna otra falla colindante.

Tanto el filón de Trescasas como las pequeñas vetas al sur de la falla parecen estar mineralizados (W-Zn). Además estas mineralizaciones están alteradas en los bordes a óxidos de manganeso.

#### *Fallas y filón asociado de San Ildefonso*

La falla a la que está asociado este filón tiene una dirección N30-35°E, y es una falla de desgarre con sentido de movimiento sinistral.

Como se puede observar en la fig. 2, esta falla ha sido activa durante la deformación Alpina como una rampa transpresiva oblicua asociada a los cabalgamientos del Norte de la zona de estudio. La falla termina hacia el Sur cerca de la localidad de San Ildefonso formando un *horse tail splay* compresivo.

El filón es el resultado de la superposición de varios filones generados durante eventos tectono-hidrotermales distintos. En las zonas norte y sur, el filón tiene una mineralización primaria de W-(Sn-Nb), alterada a óxidos de manganeso en superficie y está fuertemente brechificado, mientras que en la zona central es estéril. En esta zona se encuentran brechas de implosión con texturas de tipo mosaico (Fig. 3-A).

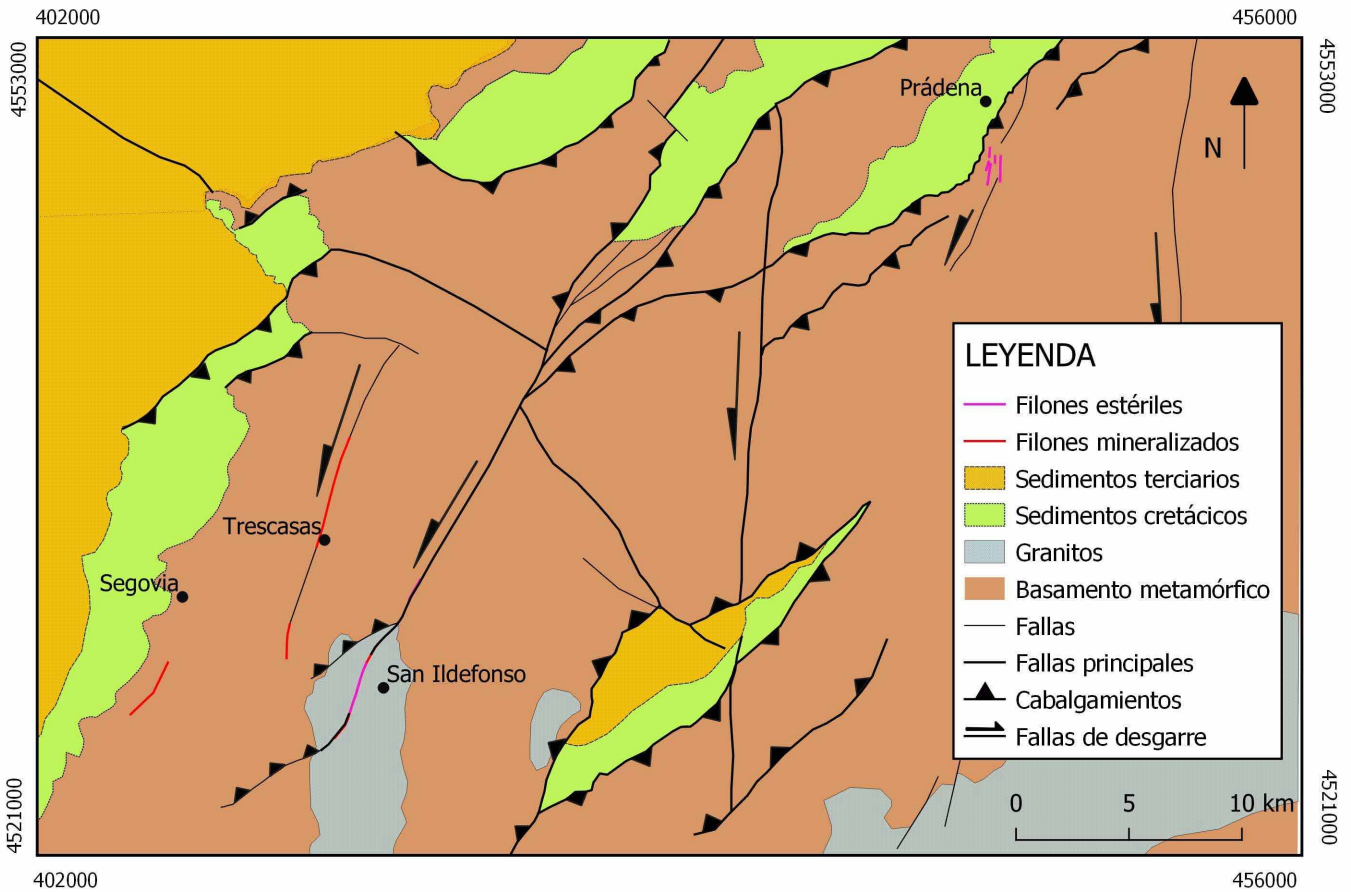
#### *Fallas y filones asociados de Prádena*

La falla de Prádena es un desgarre sinistral de dirección N20-25°E, íntimamente relacionado con el cabalgamiento alpino que tiene hacia el norte (Fig. 2), que eleva el basamento metamórfico por encima de materiales cretácicos. Al igual que el desgarre de San Ildefonso, se trata de una rampa transpresiva oblicua alpina, posiblemente asociada al cambio de dirección del cabalgamiento.

El enjambre de filones que conforman el *jog* asociado a esta falla es estéril. También en estos se han observado brechas de implosión (Fig. 3-B).

### Discusión

El estudio de las fallas y los *jogs* extensionales asociados nos indica que ha ha-



**Fig. 2.- Esquema tectónico del área de estudio. Los filones y las fallas han sido denominados con el nombre de las localidades próximas (filones y fallas de Prádena, Trescasas y La Granja de San Ildefonso). Ver figura en color en la web.**  
*Fig. 2.- Tectonic sketch of the study area. Quartz veins and faults have been named with the near-by villages names. (Prádena, Trescasas and La Granja de San Ildefonso veins and faults). See color figure in the web.*

bido dos etapas principales de apertura y relleno de espacios abiertos a favor de estas.

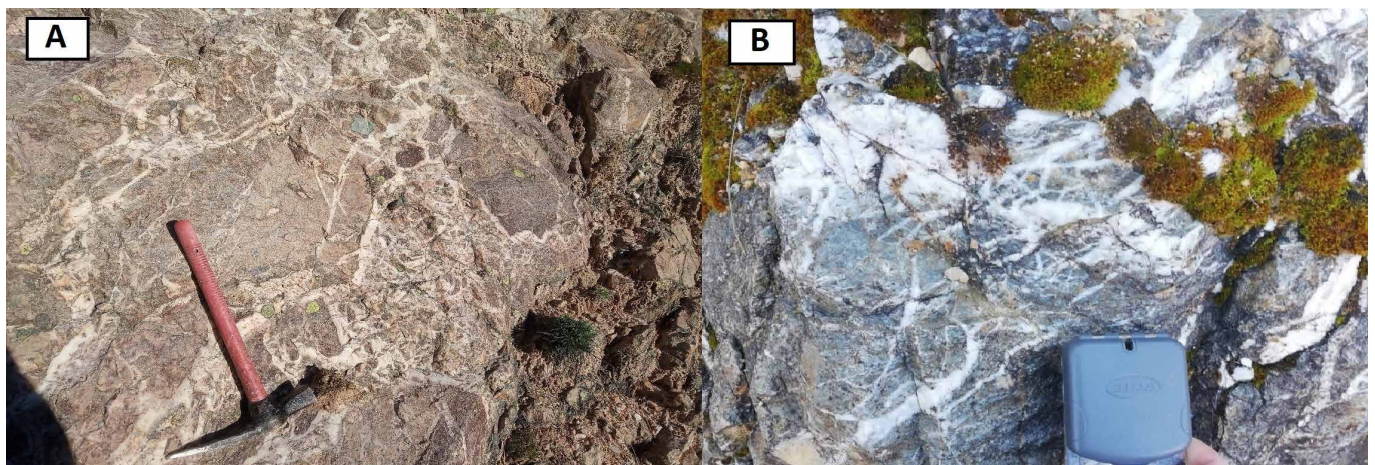
La primera etapa de apertura se observa en las fallas de San Ildefonso y Trescasas. Por analogía con otras fallas de direcciones hacia el NE estudiadas en el SCHP, se interpreta que la primera fase de apertura se habría producido durante la

etapa Hiendelaencina (tardi-Varisco). Las mineralizaciones de W-(Sn) encontradas en los filones estudiados se generan en esta etapa durante el primer evento tectono-hidrotermal Pérmico.

La segunda etapa de apertura está presente en las fallas de San Ildefonso y Prádena. Esta se produce por el movimiento sinistral de las mismas y genera

filones estériles. En el caso de la falla de San Ildefonso, además, se produce una reactivación que da lugar a esta segunda apertura, ya que se observan también los filones mineralizados correspondientes a la etapa anterior.

Asociadas a los filones de a esta segunda etapa de apertura se han observado brechas de implosión. Estas brechas



**Fig. 3.- A) Brecha de implosión en el filón estéril de San Ildefonso. B) Textura de tipo mosaico en los filones estériles de Prádena.**  
*Fig. 3.- A) Implosion breccia in the San Ildefonso barren quartz vein. B) Mosaic-like texture in Prádena barren veins.*

son indicativas de que la circulación del fluido hidrotermal presente durante la generación de estos *jogs* extensionales se encontraba en condiciones de presión hidrostáticas (Sibson, 1990). Los filones estériles formados a partir de fluidos hidrotermales en estas condiciones de presión comienzan a aparecer a partir del tercer evento tectono-hidrotermal (Cretácico Superior, 110-80 M.a.). Por lo consiguiente, se interpreta que dichos filones tendrán esta edad o posterior teniendo en cuenta la evolución de los fluidos hidrotermales en el SCHK a lo largo del tiempo.

Aplicando el tipo de esfuerzos deducidos en esta zona por de Vicente *et al.* (2007) durante la deformación alpina (Oligoceno-Mioceno Medio), se puede interpretar un régimen compresivo de dirección NNO-SSE para la zona de estudio. En relación con este campo de esfuerzos, las fallas analizadas aparecen orientadas de manera muy favorable para que se reactiven como desgarres sinestrales, aunque también podrían ser neoformadas, pudiendo generar así la apertura o reapertura de estos *jogs*. Además, las fallas de Prádena y de San Ildefonso son rampas oblicuas asociadas a cabalgamientos alpinos. Por ello, se puede interpretar que el momento en el que se produjo la segunda etapa de apertura, que generó estos filones estériles, fue durante el levantamiento alpino del SCHK. Esto situaría temporalmente al último evento tectono-hidrotermal en el Oligoceno-Mioceno Medio (~30-15 Ma).

La presencia de filones de cuarzo alpinos puede implicar dos situaciones diferentes: la existencia de un cuarto evento tectono-hidrotermal posterior a los definidos en el Sistema Central (Tornos *et al.*, 2000; Martín Crespo *et al.* 2002) o, por el contrario, que el tercer evento definido por estos autores no habría tenido lugar en el Cretácico Superior sino en el Oligo-

ceno-Mioceno Medio. Estas dos hipótesis abren nuevas cuestiones en la investigación del hidrotermalismo del SCHK.

## Conclusiones

Se ha determinado la existencia de dos etapas de apertura tensional principales en las fallas de direcciones NE en el Dominio Central del SCHK.

La primera etapa de apertura se produciría durante la etapa Hiendelaencina en el Pérmico, generándose filones con mineralizaciones de Sn-W principalmente, a favor de un régimen tectónico transicional.

La segunda etapa de apertura se produjo, probablemente, durante el levantamiento alpino del SCHK, produciendo la reactivación de estas fallas o la neoformación de otras, generando en ambos casos filones de cuarzo estériles. Por esto se propone la existencia de un evento tectono-hidrotermal que se situaría temporalmente en el Oligoceno-Mioceno Medio. Esta propuesta abre nuevos interrogantes sobre el número y edad de los episodios hidrotermales asociados a etapas tectónicas en el SCHK.

## Agradecimientos

Este estudio forma parte del Trabajo de Fin de Máster presentado por Daniel Bermejo López para la obtención del título del Máster Universitario en Exploración de Hidrocarburos y Recursos Minerales impartido en la Universidad Complutense de Madrid.

Especial agradecimiento a los tutores del TFM (L. Ortega e I. Romeo) y a los profesores que también participaron de manera indirecta.

Los autores agradecen también las correcciones y sugerencias de los revisores I. Corral y A. Muñoz-Martín que han

contribuido a la mejora de este trabajo.

## Referencias

- Caballero, J.M., Casquet, C., Galindo, C., González-Casado, J.M., Snelling, N. y Tornos, F. (1992). *Geogaceta* 11, 18-22.
- Capote, R., Casquet, C. y Fernández Casals, M.J. (1982). *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 76, 313-331.
- De Vicente, G. y Carbo, A. (1986). *Rev. Mat.Proc.Geol.*, 4.
- De Vicente, G., Vegas, R., Martín, A. M., Silva, P.G., Andriessen, P., Cloetingh, S.A. P. L. y Olaiz, A. (2007). *Cenozoic. Global and Planetary Change* 58(1-4), 335-381.
- Galindo, C., Tornos, F., Darbyshire, D.P.F. y Casquet, C. (1994). *Chemical Geology* 112, 351-364.
- González-Casado, J.M., Caballero, J.M., Casquet, C., Galindo, C. y Tornos, F. (1996). *Tectonophysics* 262, 213-229.
- Martín Crespo, T., Delgado, A., Vindel, E., López-García J.A. y Fabre, C. (2002). *Marine and Petroleum Geology* 19, 323-337.
- Martín Crespo, T., Vindel, E., López-García, J.A. y Cardellach, E. (2004). *Ore Geology Reviews* 25, 199-219.
- Rubio Pascual, F.J. (2013). *Evolución tectono-termal varisca del Sistema Central en Somosierra-Honrubia*. Tesis Doctoral. Univ. Complutense de Madrid, 364 p.
- Sibson, R.H. (1990). In: *Fluids in Tectonically Active Regimes of the Continental Crust* (B. E. Nesbitt, Ed.). Mineralogical Association of Canada, Vancouver, 93-132.
- Tornos, F., Delgado, A., Casquet, C. y Galindo, C. (2000). *Mineralium Deposita* 35, 551-569.
- Vindel, E., López, J.A., Martín Crespo, T. y García, E. (2000). *Journal of Geochemical Exploration* 69-70, 359-362.