

Estudio geoquímico y mineralógico de las alteraciones hidrotermales en zonas de falla de la provincia volcánica neógena del SE de la Península Ibérica

Elena Real Fernández (1, 3*), Manuel Pozo Rodríguez (2), Cristina de Ignacio San José (1), Enrique Sanz Rubio (3)

(1) Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid (España)

(2) Departamento Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma de Madrid, 28049, Madrid (España)

(3) Geomnía Natural Resources, S.L.NE. Collado Villalba, 28400, Madrid (España)

* corresponding author: elenreal@geomnía.es

Palabras Clave: Hidrotermal, Geoquímica, Falla, Almería. **Key Words:** Hydrothermal, Geochemistry, Fault, Almeria.

INTRODUCCIÓN

El sector de Sierra de Almagrera y Herrerías (Almería), ubicado en la provincia volcánica neógena del SE de la Península Ibérica está constituido por rocas metamórficas de los complejos béticos Nevado Filábride y Alpujárride, sedimentos neógenos de la Cuenca de Vera y edificios volcánicos calco-alcalinos y ultrapotásicos aislados del Mioceno (López Ruiz & Rodríguez Badiola, 1980). Estos materiales durante el paso del tiempo han estado afectados por un intenso hidrotermalismo asociado a una tectónica activa que ha generado importantes mineralizaciones de tipo filoniano y estratiforme.

El objetivo de este trabajo es el estudio de marcadores geoquímicos que aporten información sobre el tipo y origen de la alteración hidrotermal en esta zona de la Península Ibérica. Para ello, se ha realizado un trabajo de caracterización mineralógica y geoquímica en muestras recogidas en dos segmentos de falla con dirección N12°E en los sectores de El Arteal y Herrerías, asociadas a la zona de falla de Palomares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se han estudiado un total de 24 muestras correspondientes a las dos zonas de falla mencionadas. El muestreo se ha realizado de manera secuencial a lo largo de los dos segmentos de falla, recopilando muestras de referencia de los materiales no afectados de ambos bloques y de los materiales de la zona de fractura. La caracterización mineralógica de la muestra total se ha realizado mediante difracción de rayos X utilizando un equipo Bruker D8 Discover con geometría Theta/2Theta en el SIDI de la Universidad Autónoma de Madrid. Los análisis geoquímicos de elementos mayores y traza de las muestras tomadas en este estudio han sido realizados en ALS Laboratory Group, S.L. Con los datos geoquímicos obtenidos, se ha realizado un análisis estadístico mediante coeficientes de Pearson, con el fin de identificar asociaciones minerales que presentan correlaciones superiores a 0,70. Además, se elaboraron perfiles geoquímicos de una selección de elementos litófilos: LILE (Cs, Sr, Rb, Ba, Li), REE (La, Ce, Dy, Yb) y elementos calcófilos (As, Sb, Cu) para observar su empobrecimiento o enriquecimiento a lo largo de todo el segmento de falla.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mineralogía

La falla de El Arteal afecta a micaesquistos cuarcíticos y grafitosos del Nevado Filábride (Sierra Almagrera) y arenas y margas arenosas mio-pliocenas de la Cuenca de Vera mientras que la falla de Herrerías se desarrolla entre materiales mio-pliocenos mineralizados y no mineralizados (horst de Herrerías, López Gutiérrez *et al.*, 1993) a una distancia de 1,5 km al oeste de la primera. Ambos segmentos de falla son de régimen normal. En la falla de El Arteal, la mineralogía de la zona no alterada correspondiente al bloque levantado del Nevado Filábride, está formada principalmente por cuarzo y moscovita. Por otra parte, los materiales no afectados del Mio-Plioceno y

correspondientes al bloque hundido de la falla, presentan una mineralogía constituida principalmente por filosilicatos (clorita, caolinita, illita, paragonita, moscovita) y carbonatos (calcita y dolomita). En la zona de fractura de la falla (intersección entre ambos bloques) se ha determinado un total de tres asociaciones mineralógicas diferentes dentro de la heterogeneidad geológica que presenta esta zona: (1) óxidos y óxihidróxidos de hierro (hematites y goethita) y rutilo, (2) halita, paragonita y yeso, y (3) calcita y halita.

El segmento de la falla de Herrerías, presenta, de base a techo, margas arenosas, niveles de yesos (que marcan la zona de falla) y areniscas violáceas mineralizadas del Mio-Plioceno. La mineralogía principal en el bloque hundido es de filosilicatos (illita-mica y caolinita), calcita y dolomita; en el bloque levantado de oxihidróxidos de hierro, caolinita, esmectita e interestratificados y en la zona de fractura de la falla (intersección entre ambos bloques) se han identificado otras tres asociaciones mineralógicas diferentes, constituidas en mayor abundancia por: (1) filosilicatos (esmectita, interestratificados, paragonita y clorita), (2) yeso, y (3) óxihidróxidos de hierro (goethita).

Análisis y perfiles geoquímicos:

Los resultados geoquímicos promedio de las zonas de fractura de ambas fallas, con evidencias de actividad hidrotermal, han mostrado un enriquecimiento generalizado de todos los elementos LILE y algunos calcófilos, concretamente Sb y As (Tabla 1). Los valores promedio de las REE no muestran grandes diferencias con respecto a sus valores medios en la corteza terrestre, pero en los perfiles geoquímicos sí que se han observado concentraciones notables de LREE (51,6 ppm [La] y 95,3 ppm [Ce]) en algunas muestras puntuales de la falla de El Arteal.

	LILE					LREE		HREE		CALCÓFILOS		
	Sr	Ba	Cs	Rb	Li	La	Ce	Dy	Yb	Cu	Sb	As
Abundancia corteza terrestre	340	650	3.7	150	32	29	70	5	3.3	47	0,5	1,7
Falla El Arteal	412	1022	38	206	65	37	71	5	3	36	24	30
Falla Herrerías	535	4190	102	171	46	24	45	4	2	20	114	26

Tabla 1. Valores promedios (ppm) de las muestras de la zona de fractura en los segmentos de falla de El Arteal y Herrerías junto con los datos de abundancia media de elementos en la corteza terrestre (Vinogradov, 1962). Para el cálculo promedio de los valores de la falla de Herrerías se ha descartado el nivel de yeso fibroso mineralizado en la zona de fractura ya que no muestra variaciones en la geoquímica de elementos traza.

Las correlaciones estadísticas han permitido identificar en ambas fallas dos asociaciones muy significativas entre los elementos traza, una entre los LILE y las REE y otra, entre los propios elementos calcófilos. En las dos fallas de estudio, el Rb y el K son elementos que correlacionan moderadamente bien con todas las REE estudiadas, mientras que el Cs, en la falla de El Arteal y el Li, en la falla de Herrerías, se correlacionan de manera significativa sólo con las LREE. Entre los elementos calcófilos, el As se correlaciona aceptablemente con el Sb en ambas fallas, mientras que el Sb, solo se correlaciona moderadamente bien con el Cu en la falla de El Arteal.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio identifican una serie de elementos químicos estratégicos (geomarcadores: Li, Cs, REE, As y Sb), ligados a una intensa circulación de fluidos hidrotermales posiblemente vinculada a un contexto geotectónico con actividad geotermal residual y posible emplazamiento de intrusiones ígneas en el Mioceno.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado en el marco de la ayuda DIN2022-012822 financiada por MICIU/AEI /10.13039/501100011033.

REFERENCIAS

- López Gutiérrez, J., Martínez Frías, J., Lunar, R., López García, J.A. (1993): El rombohorst mineralizado de las Herrerías: un caso de «doming» e hidrotermalismo submarino mioceno en el SE ibérico. *Est. Geol.*, **49**, 13-19.
- López Ruiz, J. & Rodríguez Badiola, E. (1980): La región volcánica neógena del SE de España. *Est. Geol.*, **36**, 5-63.
- Vinogradov, A.P. (1962): Average contents of chemical elements in the major types of terrestrial igneous rocks. *Geokhimiya*, **7**, 555–571.