

y en zonas de pendiente de flujo secundario, que dieron como resultado un importante grado de soldadura, con formación de flamas obsidiánicas y estructuras frágiles tardías.

Este comportamiento podría definirse como reomórfico según la definición dada por Rittman (1958) y revisada por Wolff y Wright (1981), aunque aún no podemos determinar con exactitud la magnitud del mismo.

#### Agradecimientos

Agradecemos a los profesores J. M. Fúster, E. Ancochea y N. Sne-

ling la revisión crítica del presente artículo.

#### Referencias

- Alonso, J. J., Araña, V. y Martí, J., (1988). *Rev. Soc. Geol. España*, 1, (1-2), 15-24.
- Ancochea, E., Fúster, J. M. Ibarrola, E., Cendredo, A., Coello, J., Hernán, F., Cantagrel, J. M. y Jamond, C., (1990). *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 44, 231-249.
- Fristch, K. Von y Reiss, W., (1968). *Wurster & Co. Winterthur*, 469 pp.
- Fúster, J. M., Araña, V., Brandle, J., Navarro, M., Alonso, V. y Aparicio, A.,

(1968). I. Lucas Mallada, CSIC, Madrid, 218 pp.

Fúster, J. M. (1991). *Com. Nac. Geod. y Geof., VII Asamblea*, Cádiz.

Ragan, D. M. y Sheridan, M. F. (1972). *Geo. Soc. Am Bull.*, 83, 95-106.

Rittman, A., (1958). *Catania Acad. Gio-nienia di Sci., Nat. Boll. Ser. 4*, 4, 524-533.

Ross, C. S. y Smith, R. L., (1961). *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, 366, 81 pp.

Wolff, J. A. y Wright, J. V., (1981). *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 10, 1-11.

Recibido el 30 de enero de 1992  
Aceptado el 21 de febrero de 1992

## Estructuras extensionales en los materiales Alpujárrides al E de Málaga (Sierra Tejeda, Cordilleras Béticas)

*Extensional structures in the Alpujarride materials of the East of Malaga (Sierra Tejeda, Betic Cordilleras).*

E. Fernández Fernández\*, J. Campos\* y F. González Lodeiro\*

(\*) Departamento de Geodinámica, Universidad de Granada, 18071 Granada.

#### ABSTRACT

*The main deformation in the Tejeda and Canillas de Albaida Units is produced during a heterogeneous simple shearing regime that generates a planar-linear fabric. This simple shear has a top-to-the-west-southwest sense of movement. Later overturned north-vergent folds and brittle deformations associated to normal faults with a top-to-the-west-southwest sense of movement affect the previous structures. The normal fault (Alcaucín Fault) that separates the Sierra Tejeda Unit (footwall) from the Canillas and Sayalonga Units (hanging wall) is a detachment. Normal faults that separate the different units of the hanging wall joint the detachment and they do not penetrate into the footwall.*

**Key words:** *Betic Cordilleras, extensional tectonics, detachment.*

*Geogaceta*, 12 (1992), 13-16.  
ISSN: 0213683X

#### Introducción

En los últimos años se han reconocido en las Zonas Internas de las Cordilleras Béticas dos fases de tectónica extensional. La primera es anterior al empilamiento de mantos y, según Tubía (1985), está en relación con el emplazamiento de las Peridotitas de Ronda y da lugar a la individualización de las Unidades Maláguides (Tubía *et al.*, 1991). La segunda es consecuencia de la desestabilización del engrosamiento cortical producido por la tectónica de mantos. La mayoría de los contactos frágiles entre Unidades Alpujárrides, y el contacto Alpujárride-Nevado-Filábride, que se considera como un

despegue («*detachment*») se interpretan como ligadas a esta etapa (Aldaya *et al.*, 1984, Galindo-Zaldívar *et al.*, 1989 y García -Dueñas *et al.*, en prensa).

En este trabajo se describe la estructura de la región de Sierra Tejeda, en donde se han observado deformaciones generadas en un régimen de cizallamiento dúctil heterogéneo, que tiene un sentido de movimiento para el bloque de techo hacia el WSW que están afectadas por pliegues vergentes al Norte, y a las que se superponen otras, de carácter frágil, con el mismo sentido de movimiento. Estas últimas, están asociadas a los contactos que actualmente separan las distintas unidades tectónicas que afloran en la región.

#### Materiales

El área estudiada se sitúa (fig. 1) en la vertiente Sur de Sierra Tejeda, en donde afloran las siguientes unidades de abajo arriba: de la Tejeda, de Canillas de Albaida y de Sayalonga.

*Unidades de la Tejeda y de Canillas de Albaida (Elorza, 1979):*

En la base de la primera unidad afloran unos 50 m. de micasquistos negros con granate, silimanita y distena, seguidos por una alternancia de más de 1 km. de espesor de micasquistos de color claro, con distena, estaurrolita y silimanita, y niveles de centimétricos a métricos de cuarzoquistos con menor abundancia de mi-

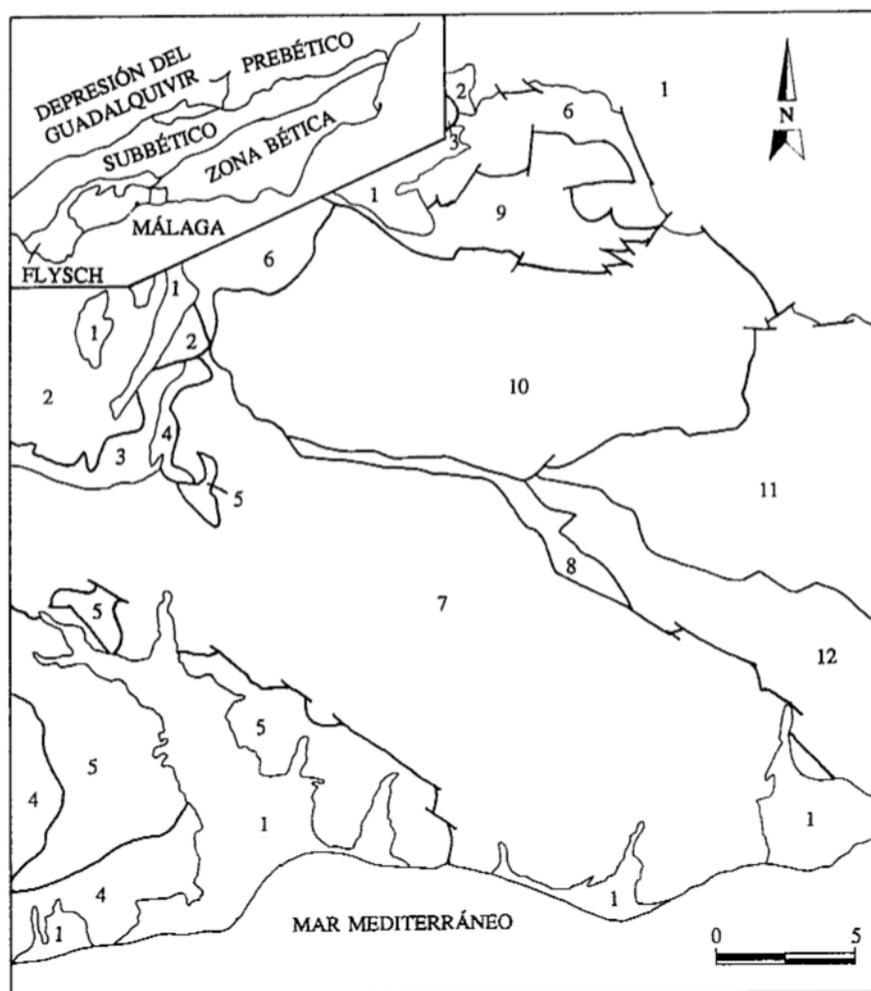


Fig. 1.—Localización de la zona estudiada y esquema de distribución de las distintas Unidades en el Sector Málaga-Nerja-Alhama de Granada, tomado de Elorza y García-Dueñas (1979) y Elorza et al. (1979). Leyenda: 1: Materiales postorogénicos; 2: Complejo Colmenar-Periana; 3: Zona Subbética; 4: Complejo Maláguide; 5: Unidad de Benamocarra; 6: Unidad del Charcón; 7: Unidad de Sayalonga; 8: Unidad de Canillas de Albaida; 9: Unidad de Venta de Palma; 10: Unidad de la Tejada; 11: Unidad de la Herradura; 12: Unidad de las Alberquillas; trazo fino: contactos discordantes y grueso: contactos mecánicos.

Fig. 1.— Location of the studied zone and scheme of the different units in the Malaga-Nerja-Alhama de Granada region, take from Elorza and García-Dueñas (1979) and Elorza et al. (1979). Legend: 1: Postorogenic materials; 2: Colmenar Periana Complex; 3: Subbetic zone; 4: Maláguide Complex; 5: Benamocarra Unit; 6: Charcón Unit; 7: Sayalonga Unit; 8: Canillas de Albaida Unit; 9: Venta de Palma Unit; 10: La Tejada Unit; 11: La Herradura Unit; 12: Las Alberquillas Unit; thin line: unconformities and thick line: mechanical contacts.

cas, calcoesquistos con hornblenda y epidota, anfibolitas, y finalmente una sucesión muy potente (2 km.) de mármoles con biotita.

La Unidad de Canillas de Albaida está constituida por mármoles bandeados, grises y blancos, que alcanzan unos 130 m. en donde se intercalan gneises de color pardo-amarillento, con sillimanita, andalucita y estauroлита.

*Unidad de Sayalonga (Elorza, 1979):*

En ella se pueden distinguir de abajo arriba: micasquistos negros con distena y sillimanita, de un espesor en-

tre 200 y 300 m. y 300 m, de micaesquistos pardo rojizos con andalucita y estauroлита y cuarzoquistos y cuarcitas en lechos finos. En pequeños afloramientos por encima de los materiales anteriores y en contacto mecánico con ellos, se encuentran esquistos claros con granate, andalucita y clorita y cuarcitas biotíticas, de unos 10 m. de espesor, y mármoles bandeados.

### Estructura

La Sierra Tejada es un gran antiforme de eje E-W (fig. 2) en cuyo nú-

cleo aflora la Unidad de la Tejada. Las unidades de Canillas y Sayalonga aparecen en el flanco Sur. En el flanco Norte se encuentran las unidades de Charcón y Venta de Palma correlacionables con las del flanco Sur.

La deformación principal en todas las unidades es dúctil, siendo similar en las Unidades de Canillas y de la Tejada. La foliación principal es una fábrica planolínal. La lineación de estiramiento tiene una dirección entre N60E a E-W. Asociadas a esta fábrica hay: sombras de presión asimétricas, peces de mica («mica-fish»), estructuras S-C, colas de recristalización tipo  $\sigma$  (Passchier y Simpson, 1986). Tanto estas estructuras como las fábricas de ejes «c» de cuarzo indican un sentido de movimiento para el bloque de techo hacia WSW.

En la Unidad de Sayalonga la fábrica principal es una equistosidad que afecta a otra anterior y que es plano axial de pliegues muy apretados de dirección E-W. Esta equistosidad está afectada por un clivaje de crenulación de dirección N-S y que buza unos 50° a 60° al Oeste.

Cortando a todas las estructuras anteriores y limitando las unidades se encuentran dos fallas de dirección aproximada N120E que buzan al Sur entre 60° y 70°, y con movimiento del bloque de techo al WSW. Estas fallas se unen al SW de Sierra Tejada y rodean a la misma (fig. 2) manteniéndose en la vertiente Norte las mismas relaciones con unidades estructurales equivalentes a las del Sur. Esta falla que limita a la Unidad de la Tejada y que denominamos Falla de Alcaucín, se puede interpretar como un «detachment» con un movimiento del bloque de techo hacia el WSW.

### Discusión y conclusiones

El sentido de movimiento que se deduce de las meso y microestructuras dúctiles, tanto en la Unidad de la Tejada como en la de Canillas indican un movimiento de bloque de techo hacia el WSW. Los trabajos realizados hasta ahora en los Mantos Alpujarrides, en otros sectores de las Cordilleras Béticas (Alvarez, 1987; Cuevas, 1988), establecen que la fase milonítica que se encuentra asociada a los cabalgamientos, muestra un sentido de movimiento para el bloque de techo hacia el ENE. En los Gneises de Torrox (base de la Unidad de Sa-

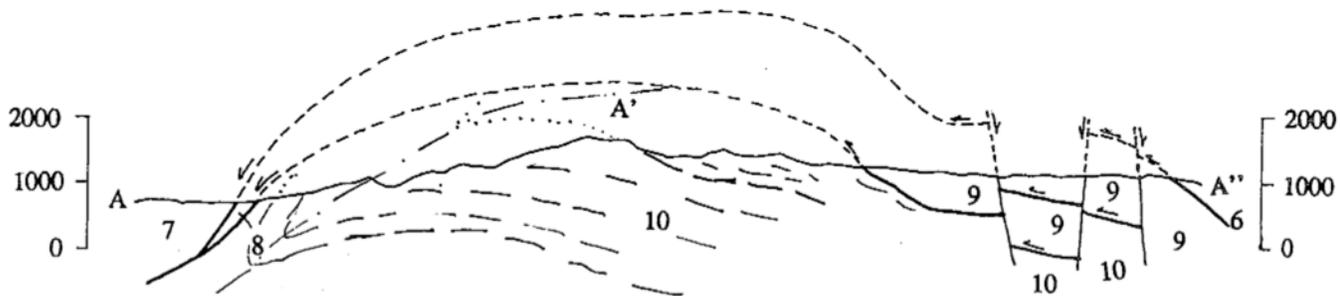
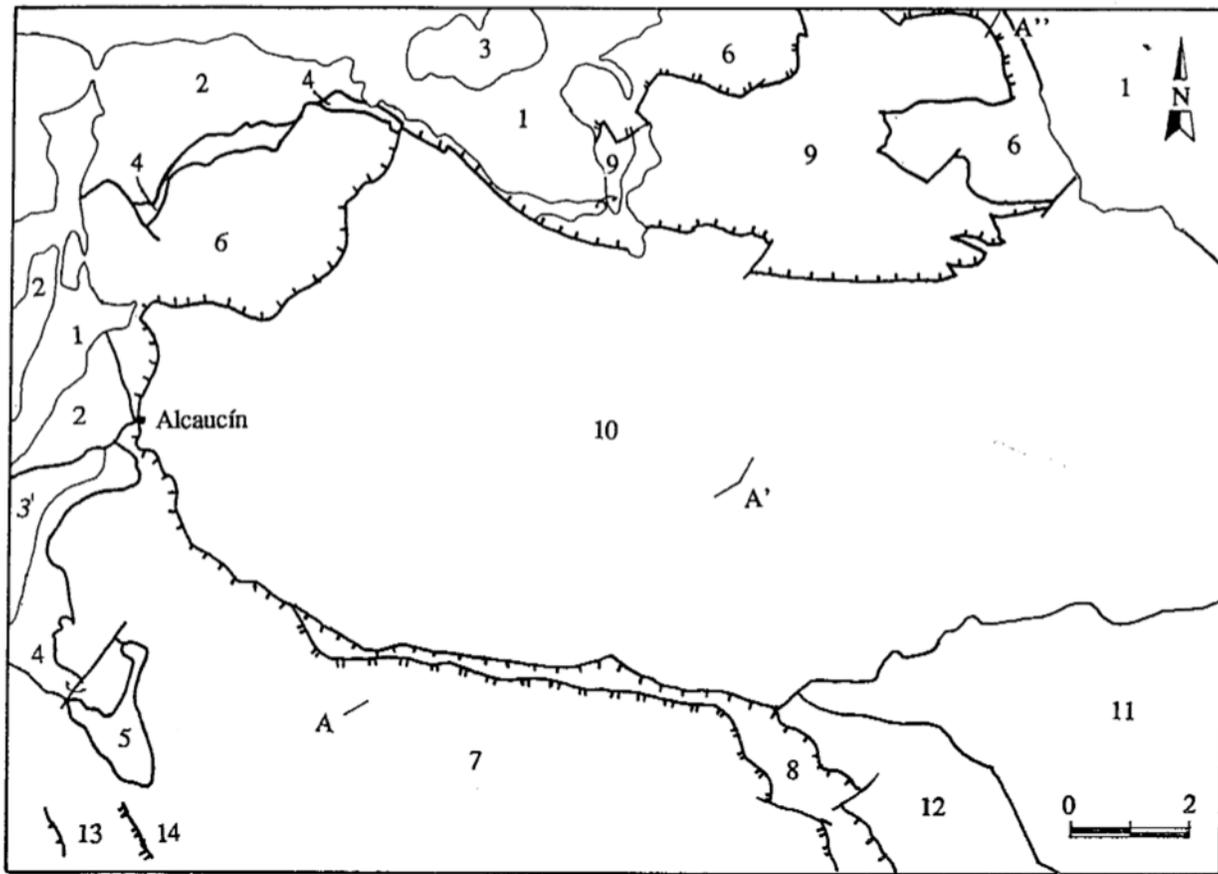


Fig. 2.—A: Mapa de la zona estudiada tomado de Elorza et al. (1979) modificado y B: corte geológico. Los signos utilizados son comunes a ambos e iguales a los de la figura 1 (3' Formación de La Viñuela); 13: Despegue de Alcaucín y 14: Fallas asociadas a la anterior.

Fig. 2.— A: Map of the studied zone taken from Elorza et al. (1979) modified and B: Geological cross section. The used signs are common to both and the same as in figure 1 (3' La Viñuela Formation); 13: Alcaucín Detachment and 14: Fault associated with the previous one.

yalonga), Cuevas *et al.* (1989) señalan la existencia de estructuras dúctiles debidas a una cizalla simple heterogénea, que incidan un sentido de movimiento del bloque de techo hacia el ENE, aunque señalan la presencia de estructuras que dan movimientos contrarios. Esta fase de deformación está relacionada según los autores antes citados con el cabalgamiento de esta Unidad sobre la de Canillas de Albaida. No es fácil

relacionar estas estructuras con las que se observan en las Unidades de Canillas y la Tejeda, ya que estas solo manifiestan movimientos del bloque de techo hacia el WSW y no se conservan las superficies de cabalgamiento.

Por otra parte, hasta ahora se ha considerado que las Unidades a que nos referimos en este trabajo pertenecen al Complejo Alpujárride, pero como hemos descrito hay claras dife-

rencias entre la Unidad de Sayalonga y otras dos inferiores pues en la primera no se observa, en este sector, la fábrica planolinar bien desarrollada. Para Elorza, (1979) la Unidad de Sayalonga pertenece al Manto de los Guájares, por su posición tectónica sobre las otras unidades, semejante a la que ocupa dicho manto más al Este (Aldaya y García-Dueñas, 1979 y Avidad y García-Dueñas, 1981). Recientemente, Balanyá y García-Due-

ñas (1991) han considerado que las Unidades de Canillas y de la Tejada, forman parte del Grupo de Mantos de Blanca y por tanto la Unidad de Sayalonga sería una prolongación al Este del Manto de Jubrique (Los Reales). Si tenemos en cuenta que al Oeste de Málaga, el paso del Manto de Los Reales al Complejo Maláguide es gradual (Tubía *et al.*, 1991), podemos considerar, como indican estos autores que la Unidad de Sayalonga constituye la parte basal del Complejo Maláguide, del que se diferenció en un episodio extensional previo al cabalgamiento sobre el Complejo Alpujárride, y que parte de su historia tectono-metamórfica es hercíniana. Esto explicaría que solo las fases de deformación frágiles sean semejantes en las tres unidades estudiadas.

Consideramos que la secuencia de las deformaciones en las Unidades de Canillas y la Tejada puede ser la siguiente, una deformación por cizallamiento fúctil heterogéneo que desarrolla una fábrica milonítica con sentido del movimiento del bloque de techo hacia WSW, una fase posterior en la que se producirían grandes pliegues tumbados vergentes al Norte y finalmente una fase extensional relacionada con la desestabilización de una corteza previamente engrosada con movimiento del bloque de techo hacia el WSW. La edad

de esta extensión es port-Burdigaliense inferior ya que la deformación frágil afecta a los materiales de la Fm. Viñuela (Mathis, 1974).

Esta última extensión, observada en todo el Orógeno Bético da lugar a despegues («*detachments*»), que hoy día ponen en contacto los Complejos: Maláguide-Alpujárride (Aldaya *et al.*, 1991) y Alpujárride-Nevado-Filábride (Galindo-Zaldívar *et al.*, 1989). La geometría de la falla de despegue de Alcaucín, que tiene como bloque de muro la Unidad de la Tejada, es semejante a la superficie de despegue de Mecina (Galindo-Zaldívar *et al.*, 1991). Las unidades de que componen el bloque de techo (Canillas, Sayalonga, etc) están limitadas por fallas normales que se unen asintóticamente (Fig. 2) al despegue de Alcaucín.

#### Referencias

- Aldaya, F. y García-Dueñas, V. (1976): *Bull. Soc. Geol. France*, 18, 635-639.
- Aldaya, F.; Campos, J.; García-Dueñas, V.; González-Lodeiro, F.; y Orozco, M. (1984): In: *El borde Mediterráneo español: evolución del Orógeno Bético y geoquímica de las depresiones neógenas*. Granada. ISBN. 005776-7, 18-20.
- Aldaya, F.; Alvarez, F.; Galindo-Zaldívar, J.; González-Lodeiro, F.; Jabaloy, A. y Navarro-Vilá, F. (1991): *C. R. Acad. Sci. France*, 313 (II), 1447-1453.
- Alvarez Lobato, F. (1987): *Tesis Doc. Univ. Salamanca*, 371 pp.
- Avidad, J. y García-Dueñas, V. (1981): Motril (nº 1055). Mapa geológico de España, E. 1:50.000. *I.G.M.E.* Madrid.
- Balanya, J. C. y García-Dueñas, V. (1991): *Geogaceta*, 9, 30-33.
- Cuevas, J. (1988): *Tesis Doc. Univ. País Vasco*, 283 pp.
- Cuevas, J.; Navarro-Vilá, F. y Tubía, J. M. (1989): *Geodinámica Acta*, 3, 107-116.
- Elorza, J. J. (1979): *Tesis Doc. Univ. País Vasco*, 364 pp.
- Elorza, J. J.; García -Dueñas, V. (1979): Vélez-Málaga (nº 1054). Mapa geológico de España, E. 1: 50.000. *I.G.M.E.* Madrid.
- Elorza, J. J.; García Dueñas, V.; Martín, L. y Matas, J. (1979): Zafaraya (nº 1040) Mapa geológico de España E. 1:50.000. *I.G.M.E.* Madrid.
- Galindo-Zaldívar, J.; González-Lodeiro, F. y Jabaloy, A. (1989): *Geodinámica Acta*, 3 (1), 73-85.
- Galindo-Zaldívar, J.; González-lodeiro, F. y Jabaloy, A. (1991): *Geogaceta*, 10, 130-134.
- García-Dueñas, V.; Balanya, J. C. y Martínez-Martínez, J. M. (en prensa): *Geomarine Letter*.
- Mathis, V. (1974): *Tesis 3º cycle, Univ. Besançon*, 192 pp.
- Passchier, C. W. y Simpson, C. (1986): *J. Struct. Geol.*, 8 (8), 831-843.
- Tubía, J. M. (1985): *Tesis Doc. Univ. País Vasco*, 263 pp.
- Tubía, J. M. ; Navarro-Vilá, F. y Cuevas, J. (1991): *Geogaceta*, 10, 141-143.

Recibido el 30 de enero de 1992  
Aceptado el 21 de febrero de 1992

## Sobre la presencia de Bastnaesita y su papel en la evolución geoquímica del Complejo Alcalino del Galiñeiro (Galicia, España)

### *On the presence of Bastnaesite and its role in the geochemical evolution of the Galiñeiro Alkaline Complex (Galicia, Spain)*

L. G. Corretgé; M. P. González-Montero y O. Suárez (\*)

(\*) Dpto de Geología. Area de Petrología y Geoquímica. Universidad de Oviedo. 33005 Oviedo. Asturias.

#### ABSTRACT

In this paper we report the existence of bastnaesite (REE-fluocarbonate) in the Galiñeiro alkaline complex (Pontevedra, Galicia); we show an approximation to its chemical composition by electron-microprobe, and we discuss the participation of fluoride complexes in the processes of transport and enrichment of rare earth elements (mainly LREE) in these rocks.

**Key words:** bastnaesite, REE, fluoride complexes, Galiñeiro alkaline complex, Pontevedra, Galicia.

*Geogaceta*, 12 (1992), 16-19.  
ISSN: 0213683X