

Tectónica extensional en el Sistema Central: La Zona de Cizalla Dúctil de Santa María de la Alameda (Madrid)

Extensional tectonics in the Central System: The Santa María de la Alameda Ductile Shear Zone (Madrid)

R. Capote, F. Martín González y M. Tsige

Dpto. Geodinámica. Fac. CC. Geológicas. UCM. Avda. Complutense s/n. Madrid 28040. E-mail: Capote@eucmax.sim.ucm.es

ABSTRACT

The Santa María de Alameda (Madrid) Ductile Shear Zone is a complex mylonitic belt trending east–West and dipping 30°–60° southward. The hanging wall block sinks towards the South-Southeast. Its kinematics is in relation to an extensional tectonic regime with North-south stretching direction. This large structure belongs to the early stages of the Malagon tectonic period, where important faulting and dike emplacement were produced. The shearing process was developed in retrograde metamorphic conditions in a wide range of temperature, which goes from 400° C to 150° C. The age of this deformation is constrained by the variscan regional metamorphic peak and the intrusion of late variscan granitoids (Las Navas del Marques adamellites), being therefore, between early Namurian and Stephanian.

Key words: Variscan metamorphism, ductile shear zone, mylonites, extensional tectonics.

Geogaceta, 28 (2000), 27-29
ISSN: 0213683X

Introducción

La zona de cizalla de Santa María de la Alameda es una estructura extensional de tipo dúctil que, aunque poco conocida hasta ahora, es equivalente a toda una serie de notables accidentes extensionales desarrollados en las etapas tardías de la evolución del orógeno varisco en el Macizo Hespérico y en el propio Sistema Central (Zona de cizalla de Toledo, Falla de Berzosa). Este tipo de estructuras ha sido objeto de diversos trabajos en los últimos años con vistas a identificar su cinemática, las condiciones de deformación, tales como las temperaturas, y sus edades, ya que son de gran importancia para entender la evolución final y el colapso de los grandes orógenos, como fue la Cadena Varisca. Este trabajo trata de aportar nuevos datos sobre una estructura que ya fue mencionada por primera vez por Capote *et al.* 1987 y citada en varios trabajos de carácter regional (Casquet *et al.*, 1988; Doblas, 1991). Sin embargo, y a pesar de su importancia, no ha sido cartografiada ni estudiada en profundidad hasta ahora.

Este accidente de cizalla se encuentra en el sector septentrional del macizo metamórfico de El Escorial-Villa del Prado, en el Sistema Central (Peinado, 1970). Los materiales que forman este macizo son rocas que intervinieron en el ciclo

Hercínico, metasedimentos preodovícicos y ortogneises glandulares. La estructura objeto de este estudio cruza este macizo de Este a Oeste.

La región en la que se encuentra el accidente dúctil de Santa María de la Alameda sufrió una deformación polifásica que generó foliaciones y pliegues de diseño complejo, un par de etapas posteriores de replegamiento suave y, finalmente, dos etapas de fracturación tardía (Capote, 1973; Fernández Casals, 1979; Capote *et al.*, 1987).

El accidente dúctil al que nos referimos en este estudio forma parte de la primera de las dos etapas finales, que han sido descritas para la zona o en sus inmediaciones (Martín Escorza, 1988; Capote *et al.*, 1987; Doblas, 1991). Martín Escorza (1988) describe estructuras asociadas a rocas miloníticas, con direcciones SE-NO, atribuyéndolas a la denominada por este autor "Fase Robledo". Capote *et al.* (1987) reúnen estructuras dúctiles de dirección E-W con familias de diques y fallas frágiles de la misma dirección, en la que denominan "Etapa Malagón".

El macizo de El Escorial-Villa del Prado, como un macroenclave, se encuentra rodeado por granitos tardihercínicos, que alcanzan gran extensión en este dominio del Sistema Central. El espectro composicional de la mayor parte de los cuerpos plutónicos es muy limita-

do, siendo esencialmente tipos graníticos, adamellíticos y granodioríticos. Las rocas básicas (tonalitas y cuarzdioritas) solo se encuentran en pequeños macizos (Bellido *et al.*, 1981). En cuanto a sus edades destacamos la del plutón de las Navas del Marqués, situado al Oeste del macroenclave, con 302±4Ma (Casillas *et al.* 1991; Villaseca *et al.* 1995).

Geometría y cinemática

La cizalla de Santa María de la Alameda (Sistema Central) desarrolló un complejo de rocas tipo milonita en un ambiente de retrometamorfismo anterior al emplazamiento de los granitos tardihercínicos, característicos del Sistema Central. La zona de cizalla comprende dos bandas de milonitas que presentan una traza cartográfica con rasgos característicos de las estructuras dúctiles en terrenos metamórficos (Martín González, 1999), destacando una geometría anastomosada (Fig. 1). En ambas bandas predominan las rocas miloníticas pero en las dos, a techo, se sitúa una estrecha zona compuesta por filonitas. La geometría anastomosada origina cambios en la orientación de la foliación de las rocas miloníticas, que se puede disponer desde N60° hasta N140°. Por otro lado los buzamientos de la foliación son todos hacia el sur, y oscilan entre los 15° y 60°,

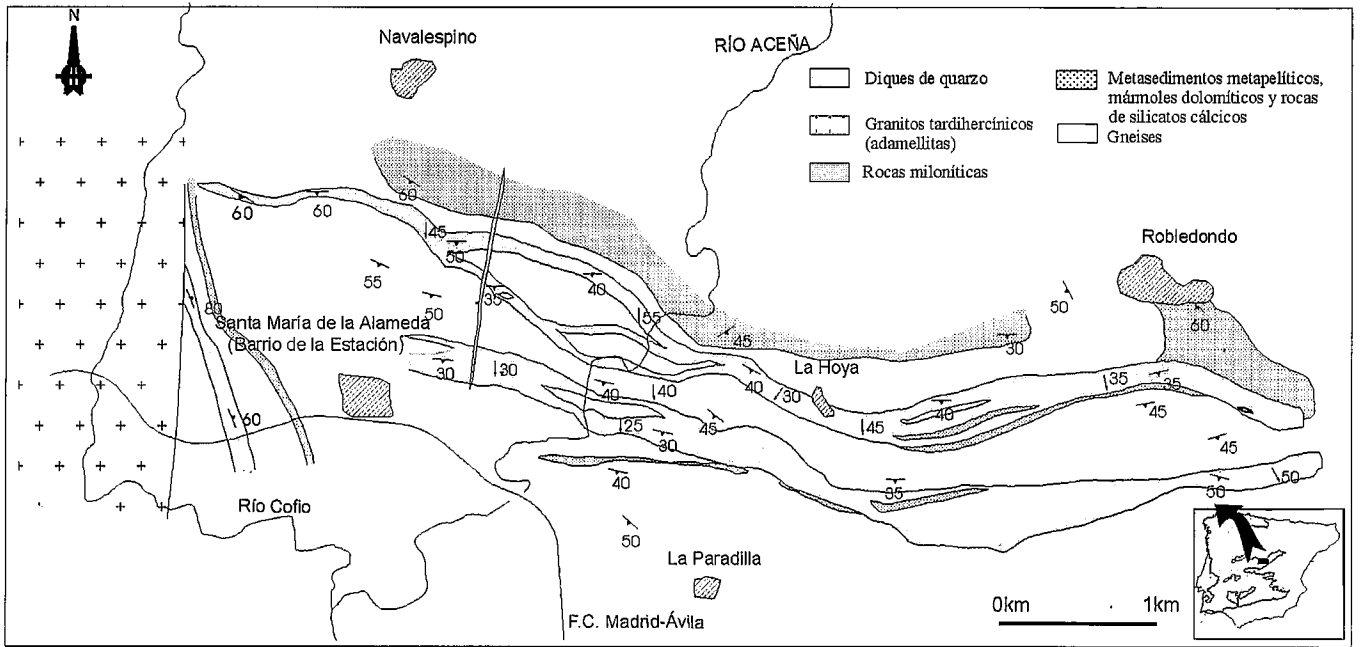


Fig. 1.- Esquema geológico de la zona de cizalla dúctil de Santa María de la Alameda.

Fig. 1.- Geological sketch of the Santa María ductile shear zone.

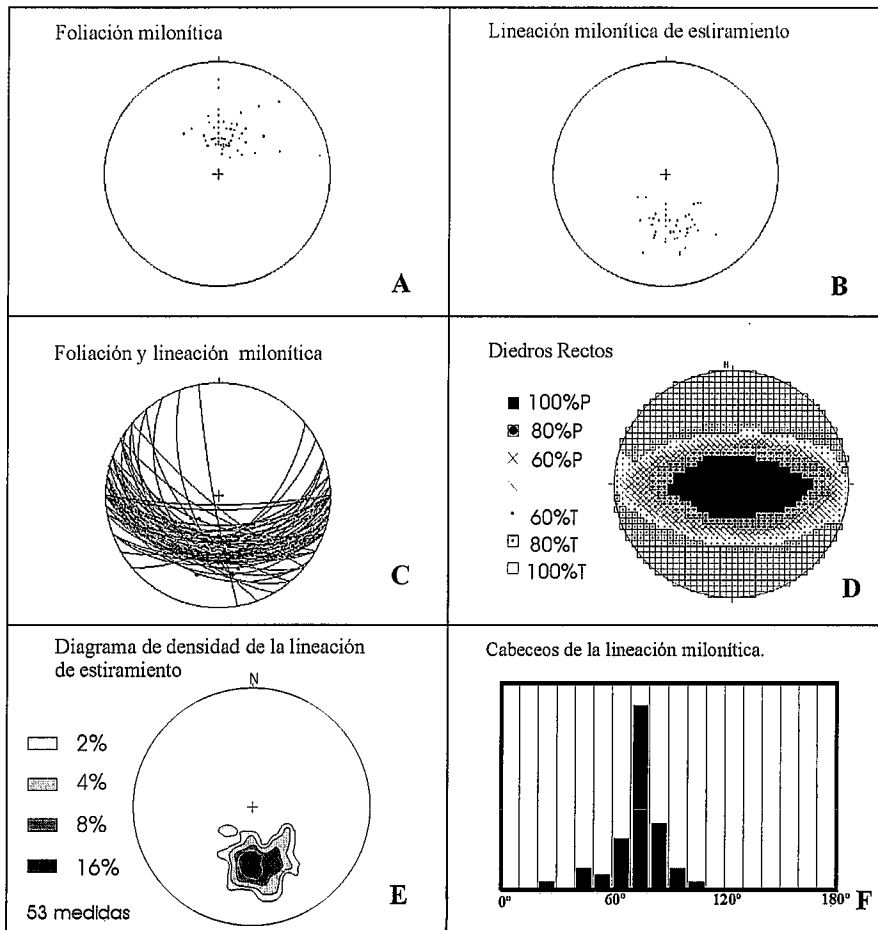


Fig. 2.- Orientación de los elementos estructurales en la zona de cizalla.

Fig. 2.- Orientation of the structural elements in the shear zone.

predominando los buzamientos entre 30 y 45°. De la misma forma los cabeceos de la lineación de transporte tectónico sobre el plano de foliación cambian desde los 40° hasta los 110°, con un predominio de cabeceos entre los 70° y 80°. Las lineaciones presentan una clara dirección hacia el sur, con una inmersión media de 30°-40°. En la figura 2 se resumen los datos de orientación de todos estos elementos estructurales.

Los criterios cinemáticos observables en los afloramientos (pliegues intrafoliares, bandas de cizalla y porfiroclastos de tipo σ y δ) y el estudio de la fábrica y microestructura en lámina delgada, han permitido establecer con seguridad la dirección y el sentido del movimiento en la zona de cizalla dúctil. Todos los criterios han dado un sentido de movimiento de tipo normal, con el techo descendiendo hacia el sur (Fig. 3). El tipo y orientación del deslizamiento que caracteriza el diagrama de diedros rectos de la zona de cizalla de Santa María de la Alameda (Figura 2D) es el mismo que el análisis de las fallas frágiles da para la etapa Malagón (Capote *et al.*, 1987), de tal forma que responden al mismo régimen tectónico, una extensión cortical en la horizontal de dirección Norte-Sur.

Condiciones de la deformación

Las rocas que forman las bandas de cizalla son milonitas cuarzo-feldespáti-

cas con mayor o menor proporción de filosilicatos. Los protolitos son granitoides prehercánicos (ortogneises glandulares), granitoides hercánicos tempranos y metasedimentos detríticos. Las rocas de mayor grado contienen granate y sillimanita entre los porfiroclastos, además del cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y moscovita presentes en la mayor parte de estas rocas. En gran parte de los materiales se observa una superposición de procesos de cizalla y una recristalización tardía de clorita y cuarzo, más abundantes hacia el techo, donde se sitúan las rocas de menor grado metamórfico.

El estudio de los mecanismos de deformación sobre lámina delgada de los diversos tipos de milonitas ha permitido establecer el rango de temperaturas para el cual esta estructura actuó. Así se observa cómo la deformación por cizalla dúctil en la estructura comenzó a una temperatura inferior a 400°C y superior a los 350°C (Facies de los Esquistos Verdes) como demuestra el comportamiento frágil de los feldespatos y la deformación dúctil del cuarzo, con claras cintas con recristalización primaria. Por otro lado, posteriormente, se mantuvo la deformación mientras la temperatura descendía progresivamente hasta los 150°C (Grado muy bajo de metamorfismo). Estas condiciones finales de baja temperatura se demuestran por los resultados del estudio de la cristalinidad de la Illita contenida en las filonitas a techo del plano falla (Tsige M. *et al*, 2000, Martín-González, F.; 1999). En estas mismas rocas las cloritas desarrolladas en etapas anteriores aparecen totalmente deformadas.

Aunque no podemos datar por el momento con exactitud el periodo de actividad de la zona de cizalla de Santa María de la Alameda, podemos acotarlo gracias a sus relaciones con los eventos metamórficos e ígneos. En primer lugar, las condiciones de deformación y las relaciones estructurales indican que la estructura es posterior al pico metamórfico, que para algunas zonas del Sistema Central está entre los 330±2 y los 326±3 Ma, (Valverde Vaquero *et al.*, 1996). Por otro lado los granitos tardihercánicos, en concreto las adamellitas tipo Las Navas del Marqués, no son afectados por la cizalla dúctil asociada a esta estructura y cortan las bandas miloníticas por el Oeste. Estas adamellitas han sido datadas en 302±4 Ma (Casillas *et al.* 1991). Estos datos indican una edad entre 302±4 y 330±2, es decir entre

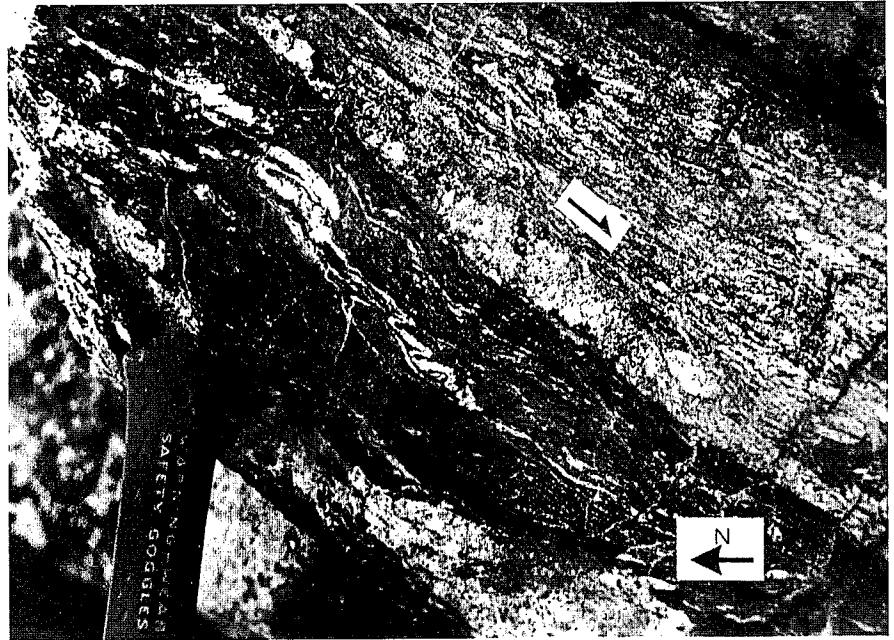


Fig. 3.- Criterio de sentido de movimiento en las milonitas. Pliegues intrafoliares.

Fig. 3.- Shear sense criterias in the mylonitic rocks. Intrafolial folds.

el inicio de Namuriense y el comienzo del Estefaniense.

Conclusiones

El accidente de Santa María de la Alameda es una cizalla dúctil extensional que corta el macizo metamórfico de El Escorial Villa del Prado con una dirección Este-Oeste en su sector norte. Su geometría es compleja, en forma anastomosada. Su buzamiento está entre 30° y 60° hacia el Sur. Los indicadores de sentido de movimiento encontrados en las rocas de falla, milonitas y filonitas, definen un hundimiento del labio superior hacia el Sur-Suroeste, lo que permite interpretar la estructura como un accidente de tipo normal, con extensión en la horizontal Norte-Sur. Este régimen coincide con la etapa Malagón, reconocida previamente en el Sistema Central. El rango de temperaturas en el que actuó esta estructura viene definido por los mecanismos de deformación que la sitúan entre los 450°C y los 150°C. El periodo de tiempo en el que se produjo la cizalla queda situado entre 302±4 y 330±2.

Referencias

Bellido, F., Capote, R., Casquet, C., Fuster, J.M., Navidad, M., Peinado, M. y

- Villaseca, C. (1981): *Cuad. Geol. Ibérica*, 7: 15-51
 Capote, R. (1973): *Bol. Geol. Min.*, 84 (6): 426-437
 Fernández Casals, M.J. (1979): *Estudios geol.*, 35: 169-191
 Capote, R., González Casado, J.M., De Vicente, G. (1987): *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 11: 305-311
 Casillas, R., Vialette, L., Peinado, M., Duthou, J.L., Pin, Ch. (1991): *Soc. Geo. France. Abstract.*: 76
 Casquet, C., Fuster, J.M., González Casado, J.M., Peinado, M. y Villaseca, C. (1988): *5th Workshop on the European Geotraverse*: 65-76
 Doblas, M. (1991): *Tectonophysics*, 191: 325-334
 Martín Escorza, C. (1981): *Cuad. Geol. Ibérica*, 7: 577-590
 Martín González, F. (1999): *Tesis de Licenciatura*, Univ. Complutense de Madrid. 113 pp.
 Peinado, M. (1970): *Estudios geol.*, 26 (3): 323-326
 Tsige, M.; Capote, R y Martín-González, F. (2000): *En preparación*
 Valverde Vaquero, P., Dunninig, G., Hernández Huerta, P., Escuder, Viruete, J y Rodríguez Fernández, R. (1996): *Geogaceta.*, 20 (4): 883-886
 Villaseca, C., Eugercios, L., Snelling, N., Huertas, M.J., Castellon, T (1995). *Rev. Soc. Geol. España*, 8 (3): 137-148.