

# Superposición de estructuras hercynianas en el sector de Buitrago-Somosierra (Sierra del Guadarrama, Sistema Central)

## *Superposition pattern of Hercynian structures in the Buitrago-Somosierra area (Sierra del Guadarrama, Sistema Central)*

A. Azor\*, F. González Lodeiro\*\*, L. M. Martín Parra\*\*\* y P. Villar Alonso\*\*\*\*

\* Instituto Andaluz de Geología Mediterránea (C.S.I.C. Univ. de Granada). Avda. Fuentenueva s/n, 18002 Granada.

\*\* Departamento de Geodinámica, Universidad de Granada. Avda. Fuentenueva s/n, 18071 Granada.

\*\*\* EGEO, S. A., Gaztambide, 61, 28015 Madrid.

\*\*\*\* ITGE, Ríos Rosas, 23, 28003 Madrid.

### ABSTRACT

*The Preordovician rocks of the Buitrago-Somosierra area have undergone three penetrative phases of Hercynian deformation. The phases 1 & 2 are of tangential character,  $F_1$  probably generates a recumbent syncline Eastern vergence, whereas  $F_2$  generates a subhorizontal ductile shear zone of SE sense of movement.  $F_3$  is a tight backfolding. Subsequently, ductile-brittle fracturation and subvertical folding take place.*

**Key words:** *Buitrago-Somosierra area, ductile shear zone, backfolding.*

*Geogaceta, 10 (1991), 116-118.*

### Introducción

El sector de Buitrago-Somosierra (fig. 1 A) se sitúa en la parte oriental del sector central de la Sierra del Guadarrama, inmediatamente al W de la Falla de Berzosa (Capote *et al.*, 1977; González Lodeiro, *et al.*, 1988). En él afloran materiales preordovícicos deformados y metamorfizados durante la Orogenia Herciniana.

Actualmente se conoce bien la estructura de la parte más oriental del Sistema Central (González Lodeiro, 1980; González Lodeiro *et al.*, 1988) y de sus partes más occidentales (Díez Balda, 1982; Macaya *et al.*, en prensa). Sin embargo, el área que nos ocupa, hasta ahora no se conoce bien desde el punto de vista estructural.

Presentamos aquí los resultados de un estudio estructural para establecer la geometría de la estructura de los materiales preordovícicos del sector de Buitrago-Somosierra. Esta es debida a la superposición de tres fases penetrativas de deformación hercyniana. Además, se establece la relación entre las fases principales de deformación y la evolución metamórfica.

En esta región aflora una potente sucesión de metasedimentos preordovícicos constituida por paragneises y esquistos biotítico-sillimaníticos con intercalaciones de cuarcitas feldespáticas, cuarcitas oscuras, anfíbolitas, rocas de silicatos cálcicos y mármoles. Un segundo conjunto litológico está

formado por ortogneises glandulares biotíticos con megacrístales de feldespato potásico y ortogneises bandeados intrusivos en los metasedimentos. La edad de los protolitos es preordovícica (Azor, 1989; Azor *et al.*, en prensa), y probablemente Precámbrico-Cámbrico Inferior según dataciones U/Pb que dan valores de 540 Ma (Wildberg *et al.*, 1989). Finalmente, existe un tercer conjunto constituido por ortogneises cuarzo-feldespáticos, que son intrusivos en las dos unidades anteriores. Se trata de granitos pretectónicos, cuya edad es probablemente preordovícica, ya que siempre intruyen en niveles estratigráficos situados bajo el Ordovícico Inferior.

### Estructura del área de Buitrago-Somosierra

La estructura visible cartográficamente en este sector consiste en un tren de pliegues kilométricos de fase 3 ( $F_3$ ) vergentes al W (fig. 1B y 1C). Sus ejes tienen una orientación media de N150°E y una inmersión en torno a 30° hacia el SE. Asociada a estos pliegues existe una foliación de plano axial ( $S_3$ ), consistente en un clivaje de crenulación, que alcanza su máximo desarrollo en el intradós de las zonas de charnela. Los pliegues de  $F_3$  y la foliación  $S_3$ , afecta a una foliación anterior ( $S_2$ ) que es la estructura más penetrativa en todo este sector. La  $S_2$  va

acompañada generalmente de una lineación de estiramiento ( $L_2$ ). El buzamiento actual de la  $S_2$  es consecuencia del plegamiento de  $F_3$ , pero originalmente debió de ser una superficie de escaso buzamiento dado el carácter tangencial de  $F_2$  en el Sistema Central (Macaya *et al.*, en prensa). La  $L_2$  es casi coaxial con los ejes de los pliegues de  $F_3$ , por lo que, aún teniendo en cuenta la rotación y la deformación interna producida por dichos pliegues, su orientación original fue entre N140°E y N160°E. La macroestructura de  $F_2$  es una zona de cizalla dúctil, subhorizontal, de 2-3 km. de espesor, y con sentido de movimiento hacia el SE (deducido de las colas asimétricas en feldespatos, sombras de presión asimétricas alrededor de porfiroblastos, etc.).

En cuanto a la primera fase ( $F_1$ ), sus estructuras menores han sido destruidas casi completamente por las dos fases posteriores. Sólo se puede observar una foliación relictas ( $S_1$ ) en el interior de minerales pre- $F_2$ . Si admitimos que la sucesión estratigráfica, pese a las relaciones intrusivas entre ortogneises y metasedimentos, está formada por ortogneises en la base y metasedimentos encima (Macaya *et al.*, en prensa), podemos reconstruir dos grandes flancos, uno normal y otro inverso de un pliegue mayor de  $F_1$ . La segunda fase de deformación ( $F_2$ ) produce una amplificación importante de los pliegues de  $F_1$ . De

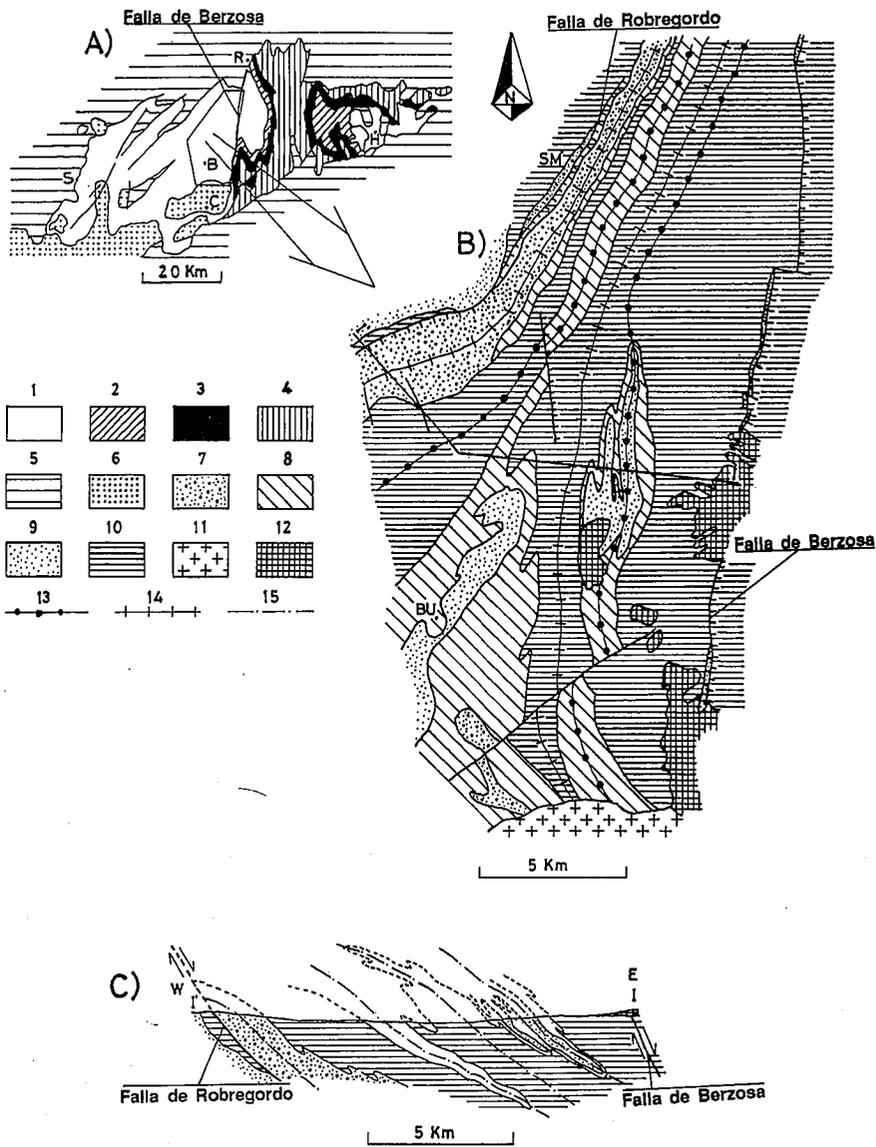


Fig. 1.—A) Esquema geológico del Sistema Central; 1: materiales preordovícicos, 2: Formación Constante (Ordovícico Inferior), 3: Cuarzita Armoricana (Ordovícico Inferior), 4: materiales del Ordovícico Medio y Superior, Silúrico y Devónico Inferior, 5: materiales mesozoicos y cenozoicos, 6: materiales graníticos hercínianos, B: Buitrago, C: La Cabrera, H: Hiendelaencina, R: Riaza, S: Segovia. B) Mapa geológico del sector de Buitrago-Somosierra. 7: Ortogneises glandulares biotíticos con megacristales de feldespato potásico, 8: ortogneises bandeados, 9: ortogneises cuarzofeldespáticos, 10: metasedimentos, 11: Granito de La Cabrera, 12: sedimentos terciarios y cuaternarios, 13: traza axial sinformal de F<sub>3</sub>, 14: traza axial antiformal de F<sub>3</sub>, I-I': corte geológico de la figura 1C, BU: Buitrago, SM: Somosierra. C) Corte geológico del área de Buitrago-Somosierra. La superficie de referencia es la S<sub>2</sub>, la cual es paralela a los contactos litológicos. Por cuestión de claridad, los ortogneises bandeados se han dejado en blanco. 15: Superficie axial de los pliegues de F<sub>3</sub>.

Fig. 1.—A) Geological sketch of the Sistema Central: 1: Preordovician rocks, 2: Constante Formation (Lower Ordovician), 3: Armorican Quartzite (Lower Ordovician), 4: Middle and Upper Ordovician, Silurian and Lower Devonian rocks, 5: Cenozoic and Mesozoic sediments, 6: Hercynian granitic rocks, B: Buitrago, C: La Cabrera, H: Hiendelaencina, R: Riaza, S: Segovia. B) Geological sketch of the Buitrago-Somosierra area; 7: biotitic augen-gneisses with potassic feldspar megacrystals, 8: banded orthogneisses, 9: quartz-feldspathic orthogneisses, 10: metasediments, 11: La Cabrera Granite, 12: Tertiary and Quaternary sediments, 13: synformal axial trace of F<sub>3</sub>, 14: antiformal axial trace of F<sub>3</sub>, I-I': cross section of the figure 1C, BU: Buitrago, SM: Somosierra. C) Geological cross section of the Buitrago-Somosierra area. The reference surface is the S<sub>2</sub>, which is parallel to the lithologic contacts. For clarity, the banded orthogneisses are not striped. 15: F<sub>3</sub> folds axial surface.

acuerdo con las características de la primera fase en sectores más orientales del Sistema Central, en donde ge-

nera pliegues tumbados vergentes al E (González Lodeiro, 1980), el pliegue de F<sub>1</sub> aquí descrito, sería probable-

mente un sinclinal tumbado vergente al E.

Con posterioridad a la F<sub>3</sub> se produce una fracturación en régimen dúctil-frágil y un plegamiento subvertical de gran longitud de onda. La fracturación da lugar a las dos grandes fallas que delimitan el área estudiada, la Falla de Berzosa al E y la Falla de Robregordo al W (fig. 1A, 1B y 1C). Las dos son fallas normales con buzamientos de 50-70°E y con importantes saltos verticales. Por su parte, el plegamiento tardío es responsable de los cambios de orientación que sufren las estructuras cartográficas.

### Relaciones entre metamorfismo y deformación

Se reconocen tres eventos metamórficos hercínianos. El primero (M<sub>1</sub>) es de presión intermedia (Arenas *et al.*, 1980) y alcanza la zona de la sillimanita en este sector. Hacia el E disminuye el grado metamórfico asociado a M<sub>1</sub> hasta llegar a la zona de la clorita en el flanco oriental del Sinforme de Majaelayo (Fúster *et al.*, 1974). El segundo (M<sub>2</sub>) es de baja presión (Arenas *et al.*, 1980), alcanzándose la parte alta del grado medio en este sector. Al W de la Falla de Robregordo, se llega a la zona del feldespato potásico durante M<sub>2</sub>. Al E de la Falla de Berzosa, durante M<sub>2</sub> se produce principalmente la blastesis de andalucita que postdata las paragénesis con estauroлита y distena de M<sub>1</sub>. Posteriormente, se produce una retrogradación de las paragénesis de M<sub>1</sub> y M<sub>2</sub> a condiciones de bajo grado (M<sub>3</sub>).

M<sub>1</sub> se desarrolla durante F<sub>1</sub> interF<sub>1</sub>-F<sub>2</sub> y comienzo de F<sub>2</sub>, mientras que M<sub>2</sub> se inicia durante F<sub>2</sub> y se prolonga hasta después de finalizada F<sub>3</sub>. M<sub>3</sub> tiene lugar durante la fracturación y plegamiento tardihercínianos. Las dataciones radiométricas dan edades de 380 Ma para M<sub>1</sub> y de 285-300 Ma para M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub> (Wildberg *et al.*, 1989).

En la figura 2 se ha representado el camino P-T-t para la parte más occidental del sector estudiado, en donde se llega a migmatización generalizada durante M<sub>2</sub>.

### Conclusiones

La cartografía de esta región nos ha permitido mostrar por primera vez la

geometría de cada una de las fases penetrativas de deformación.

La estructura de  $F_1$  corresponde probablemente a un sinclinal tumbado vergente al E (fig. 3a).

La segunda fase da lugar a una banda de cizalla subhorizontal de carácter dúctil (fig. 3b). Si restauramos el salto de la Falla de Berzosa, esta banda de cizalla se prolonga hacia el E en la zona de cizalla dúctil-frágil asociada al Cabalgamiento de Hiendelaencina. De acuerdo con esta correlación, al movernos de W a E cambia el régimen de la deformación por cizalla, pasando de dúctil a frágil-dúctil, y disminuye progresivamente el espesor de la banda de cizalla.

La tercera fase genera pliegues bastante apretados y retrovergentes respecto a las dos primeras fases (fig. 3c). Esto contrasta con lo que ocurre en otros sectores del Sistema Central, en donde produce pliegues más abiertos y de plano axial subvertical (Macaya *et al.*, en prensa; González Lodeiro, *et al.*, 1988).

Se ha establecido el carácter sinmetamórfico de  $F_3$  con  $M_2$  en este sector. Hasta ahora  $F_3$  se había supuesto post-metamórfica.

Referencias

Arenas, R.; Casquet, C. y Peinado, M. (1980): *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 1, 117-146.  
 Azor, A. (1989): *Tesis Licenciatura*. Univ. Granada.  
 Azor, A.; Casquet, C.; Del Olmo, A.; Martín Parra, L. M.; Navidad, M.; Pineda, A. y Villar Alonso, P. (en prensa): *Hoja Nº 458 del Mapa Geológico de España*, E. 1:50.000 (2ª Serie), ITGE.  
 Capote, R.; Fernández Casals, M. J.; González Lodeiro, F. e Iglesias, M. (1977): *Bol. Geol. Min.*, 88 (6), 517-520.  
 Díez Balda, M. A. (1982): *Tesis Doctoral*. Univ. Salamanca.  
 Fúster, J. M.; Aparicio, A.; Casquet, C.; García Gacho, L.; Mora, A. y Peinado, M. (1974): *Bol. Geol. Min.*, 85, 595-600.  
 González Lodeiro, F. (1980): *Tesis Doctoral*. Univ. Salamanca.  
 González Lodeiro, F.; Martínez Catalán, J. R.; Macaya, J. y Alvarez, F. (1988): *Geogaceta*, 4, 11-14.  
 Holdaway, M. J. (1971): *Amer. Jour. Sci.*, 271, 97-131.  
 Macaya, J.; González Lodeiro, F.; Martí-

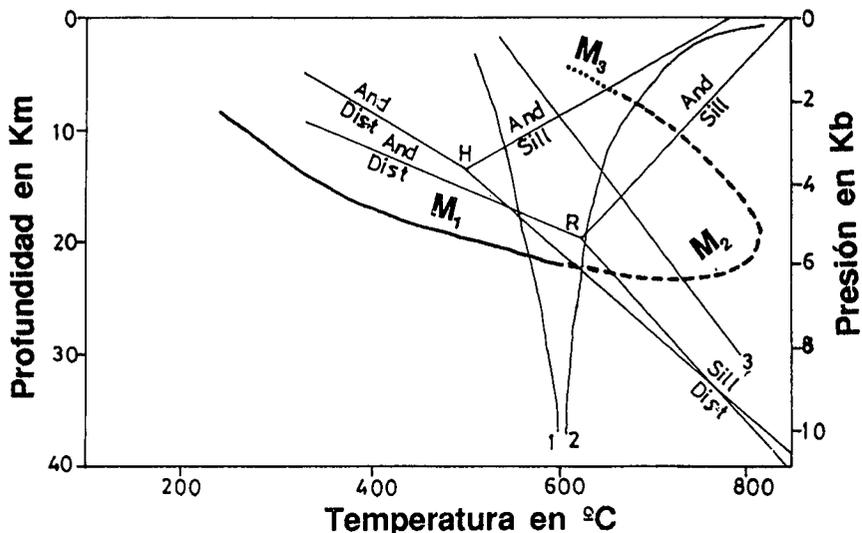


Fig. 2.—Camino P-T-t para las rocas más occidentales del sector estudiado. Basado en Macaya *et al.* (en prensa) y en nuestras propias observaciones. En trazo continuo se representa la trayectoria correspondiente a  $M_1$ , en trazo discontinuo la de  $M_2$  y en puntos el comienzo de  $M_3$ . H: punto triple And.-Dist.-Sill., según Holdaway (1971), R: mismo punto según Richardson (1968), 1: límite entre grado bajo y medio (clor.+ $Al_2SiO_5 = St.+Qtz.$ ), 2: curva de inicio de fusión húmeda en pelitas, 3: reacción de aparición de feldespato potásico ( $Mosc.+Qtz=F.K.+Al_2SiO_5$ ).

Fig. 2.—P-T-t path for the westernmost rocks of the studied area. Based on Macaya *et al.* (in press) and our own observations. Solid line represents the path for  $M_1$ , striped line represents the path for  $M_2$ , and dotted line represents the beginning of  $M_3$ . H: triple point And.-Ky.Sill. after Holdaway (1971), R: the same point after Richardson (1968), 1: lower-medium grade limit ( $Chl.+Al_2SiO_5 = St.+Qtz.$ ), 2: beginning of wet fusion in pelites, 3:  $Musc.+Qtz.=K.F.+Al_2SiO_5$ .

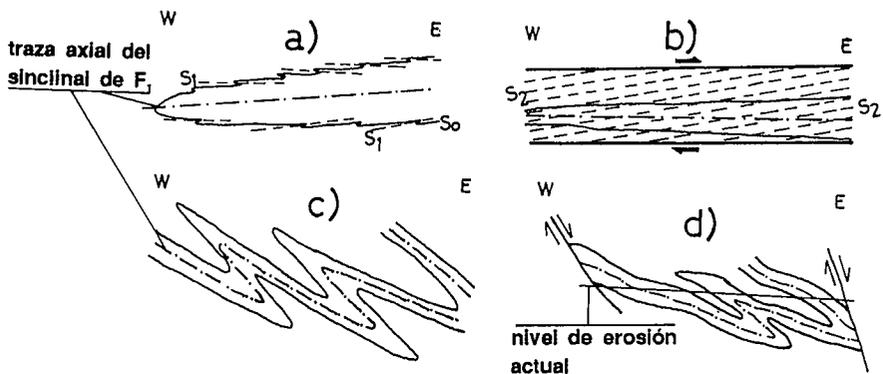


Fig. 3.—Evolución estructural del sector estudiado. a)  $F_1$ : sinclinal tumbado vergente al E, b)  $F_2$ : zona de cizalla subhorizontal, c)  $F_3$ : plegamiento retrovergente. La superficie de referencia es la  $S_2$ , d) fracturación y plegamiento tardihercynianos.

Fig. 3.—Schematic structural evolution. a)  $F_1$ : recumbent syncline Eastern vergence, b)  $F_2$ : Subhorizontal shear zone, c)  $F_3$ : backfolding, d) Late-Hercynian folds and fractures.

nez Catalán, J. R. y Alvarez, F. (en prensa). *Tectonophysics*.  
 Richardson, S. W. (1968): *Jour. Petrol.*, 9, 467-488.  
 Wildberg, H. G. H.; Bischoff, L. Y Bau-

mann, A. (1989): *Contrib. Min. Petrol.*, 103, 253-262.

Recibido el 4 de enero de 1991  
 Aceptado el 1 de marzo de 1991