

# Plegamiento recumbente en la Serra do Galiñeiro (Pontevedra, NO España)

Recumbent folding in Serra do Galiñeiro (Pontevedra, NW Spain)

R. Díez Fernández <sup>(1)</sup>, J.R. Martínez Catalán <sup>(1)</sup> y J. Abati <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Geología, Universidad de Salamanca. 37008 Salamanca, España. georuben@usal.es, jrnc@usal.es

<sup>(2)</sup> Departamento de Petrología y Geoquímica, Universidad Complutense. 28040 Madrid, España. abati@geol.ucm.es

## ABSTRACT

Three main deformation phases ( $D_1$ ,  $D_2$  and  $D_3$ ) have been identified in the Serra do Galiñeiro using macro and microstructural analysis. The geometric characterization of those showing macrostructural elements ( $D_2$  and  $D_3$ ), has been made with the down-plunge method, for the folds related to each phase. In order to apply this technique, the fold axis orientation has been calculated from the structural data collected. The results of this research prove the existence of recumbent folds in the southern part of the Malpica-Tui Unit, and the presence of a stretching lineation related to the main foliation and the recumbent folds, and clearly oblique to their axes.

Key words: Recumbent folding, allochthonous complexes, NW Iberia

Geogaceta, 40 (2006), 3-6  
ISSN: 0213683X

## Introducción

La Serra do Galiñeiro se localiza en el Noroeste del Macizo Ibérico, próxima a la ciudad de Vigo (Pontevedra). Sus afloramientos se encuentran en el extremo meridional de la Unidad de Malpica-Tui, compuesta por Unidades Basales de los complejos alóctonos de Galicia, que muestran una constitución litológica típica de cortezas continentales. Las Unidades Basales registraron un primer episodio metamórfico de alta presión, originado durante la subducción, al comienzo de la deformación varisca, del margen más externo de Gondwana (Arenas *et al.*, 1995; Martínez Catalán *et al.*, 1996), que fue seguido de otro fuertemente descompresivo ligado a la exhumación de rocas.

## Análisis microestructural

Las unidades litológicas más importantes en la Serra do Galiñeiro son: esquistos albiticos, Ortogneis de Galiñeiro, Gneises de Zamans, anfíbolitas y granitoides variscos (Fig. 1).

Los esquistos albiticos son rocas sedimentarias terrígenas en origen en las que se encajaron los litotipos ortoderivados. Tienen niveles ricos en porfidoblastos albiticos que representan el bandeo sedimentario ( $S_0$ ). La princi-

pal microestructura es una esquistosidad con porfidoblastos de albita con microinclusiones que marcan una foliación interna. Pueden encontrarse micropliegues de un bandeo tectónico, siendo su plano axial subparalelo a la esquistosidad. Esta microestructura representa la foliación principal de la roca, y localmente puede apreciarse cierta oblicuidad respecto al bandeo sedimentario relicto.

El Ortogneis de Galiñeiro esta formado por rocas ígneas peralcalinas, con metasomatismo asociado, metamorizadas, que destacan por su peculiar mineralogía rica en elementos raros (Montero, 1993). La foliación principal es un bandeo gneísico con porfidoblastos de albita con una foliación interna. También puede observarse sobre la foliación principal una lineación mineral, marcada por la orientación de anfíboles y feldespatos, y por agregados polimineralelidos. Ambas microestructuras indican que la fábrica es planolínear. Excepcionalmente, se observan pliegues intrafoliares desarrollados a la par que la foliación principal, cuyo plano axial es paralelo a ella.

Los Gneises de Zamans están formados por rocas ortoderivadas alcalinas metasomatizadas, con el rasgo de poseer anfíbol y biotita entre sus fases minerales (Floor, 1966; Montero, 1993). La

penetratividad de la foliación principal es generalmente muy baja, e incluye plagioclasa albitica porfidoblástica con microinclusiones que frecuentemente dibujan una foliación interna.

Las anfíbolitas afloran como lentes alargadas en multitud de cuerpos no representables cartográficamente, orientadas paralelamente a la foliación principal de las rocas que las engloban. Su principal microestructura es una fábrica planolínear definida por la orientación preferente de anfíboles, agregados ferromagnesianos, minerales opacos y cierta elongación de porfidoblastos feldespáticos con microinclusiones que definen una foliación interna grosera. Excepcionalmente, se observan pliegues intrafoliares desarrollados a la par que la foliación principal.

Los granitoides variscos son cuerpos ígneos intrusivos de granitos de dos micras de tamaño de grano y morfología cristalina variables, prácticamente sin deformar.

Las observaciones microestructurales revelan la existencia de dos foliaciones diferentes, la primera ( $S_1$ ) incluida en los porfidoblastos de albita, y la segunda ( $S_2$ ) que es la foliación principal reconocible a escala microscópica y de afloramiento. La foliación  $S_1$  debe relacionarse con la evolución tectonometamórfica inicial de las rocas, y la  $S_2$ , a partir de los datos

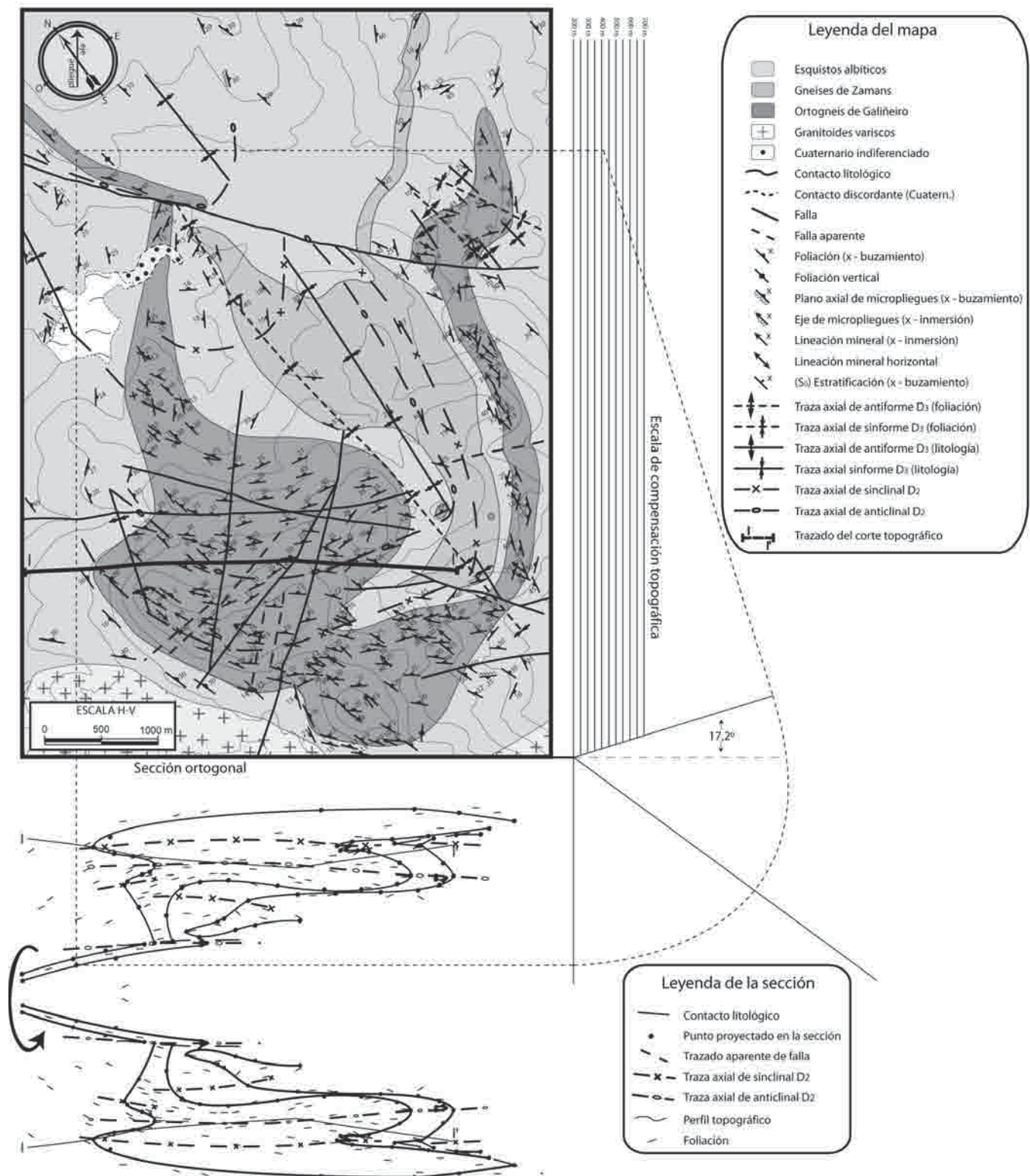


Fig. 1.- Mapa geológico de la Serra do Galiñeiro y sección ortogonal al eje principal de los pliegues D<sub>2</sub>. En la sección ortogonal se incluyen la proyección de algunas foliaciones, los planos axiales de los pliegues D<sub>2</sub> y una visión rotada de la sección, que muestra su posición real. La línea punteada muestra los diferentes pasos a seguir en la técnica de las secciones ortogonales.

Fig. 1.- Geologic map of Serra do Galiñeiro and down-plunge section to D<sub>2</sub> folds. The projection of some foliations, the axial surfaces of D<sub>2</sub> and a rotated view of the down-plunge section to portray it in its actual position, are included. The dotted line shows the different steps followed in the down-plunge method.

microestructurales, parece la foliación de plano axial asociada a un plegamiento de mayor escala.

### Análisis macroestructural

La distribución de la foliación principal en el área muestra una estructura sinformal abierta, de dirección NE-SO e inmersión al NE. En el mapa geológico puede apreciarse que la foliación principal es con frecuencia fuertemente oblicua a los contactos entre unidades litológicas, y tales contactos dibujan, en las zonas de mayor oblicuidad, inflexiones que parecen corresponder a pliegues.

A partir del análisis microestructural, y del análisis del mapa geológico, se pueden diferenciar tres fases de deformación. La primera ( $D_1$ ), sin estructuras mayores identificadas, se deduce de fábricas  $S_1$  incluidas en blastos sincinemáticos con la fábrica  $S_2$ , o plegados en microlitones dentro de  $S_2$ . La segunda ( $D_2$ ) se deduce del desarrollo de la foliación principal  $S_2$ . La  $S_2$  es una foliación de plano axial de micropliegues subhorizontales y, como se justifica a continuación, también de pliegues recumbentes de escala cartográfica. La tercera fase ( $D_3$ ) se deduce del plegamiento a gran escala de la foliación principal  $S_2$ , y representa una deformación poco intensa con respecto a las anteriores. Además, se reconoce un sistema de fracturas tardías frágiles, probablemente conjugadas, con orientaciones preferentes de  $N45^\circ E$  y  $N130^\circ E$ .

La geometría de los pliegues  $D_2$  se ha obtenido a partir de una sección ortogonal a su eje (Ragan, 1987), al igual que la de los pliegues  $D_3$ , asumiendo que este tipo de estructuras en la Serra do Galiñeiro son cilíndricas. Para ello, es preciso calcular la orientación del eje de cada uno de los sistemas de pliegues. Para los pliegues  $D_2$  se han usado ejes de los micropliegues de microlitones cuyo plano axial es subparalelo a la  $S_2$  en esquistos albiticos, ejes de pliegues intrafoliares en anfibolitas, intersección entre  $S_0$  (niveles albiticos) y  $S_2$  en afloramientos de esquistos albiticos e intersección entre  $S_0$ , deducida de la relación de los contactos del Ortogneis de Galiñeiro con las curvas de nivel sobre el mapa geológico, y  $S_2$ . El vector medio de la suma de todas estas medidas lineales es  $35,5^\circ E / 17,2^\circ N$ , que consideraremos el eje de los pliegues (Fig. 2). Tal orientación implica una acusada oblicuidad ( $50,3^\circ$ ) entre los ejes de los pliegues  $D_2$  y la lineación

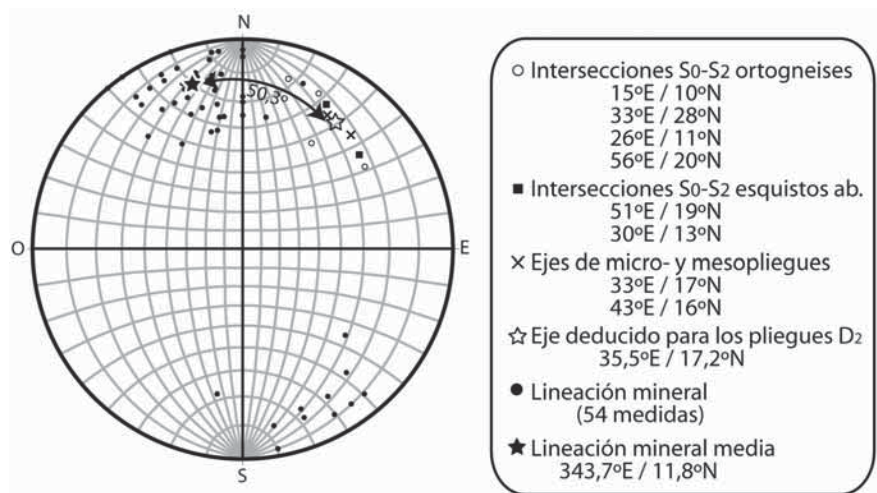


Fig. 2.- Datos estructurales usados para el cálculo del eje de los pliegues  $D_2$ , y lineaciones minerales usadas para obtener la lineación mineral media. Ángulo entre la lineación mineral media y el eje de los pliegues  $D_2 = 50,3^\circ$ .

Fig. 2.- Structural data used for calculating the  $D_2$  fold axis, and mineral lineations used to obtain the mean mineral lineation. Angle between the mean mineral lineation and the  $D_2$  fold axis =  $50,3^\circ$ .

mineral asociada a la foliación principal ( $343,7^\circ E / 11,8^\circ N$ ) y, por tanto, a esta misma fase de deformación (Fig. 2). Este resultado permite descartar que la lineación mineral lo sea también de intersección, y apoya la opción de que se trata de una lineación de estiramiento. Esta interpretación es acorde con la orientación estadística de los minerales no equidimensionales y, sobre todo, la de los agregados minerales derivados probablemente de la recristalización de un grano preexistente.

La figura 1 muestra la construcción de una sección ortogonal a los pliegues  $D_2$  dibujados por el Ortogneis de Galiñeiro y por el contacto inferior de los

Gneises de Zamans. Se trata de un tren de pliegues recumbentes, vergentes al Suresste, con un engrosamiento de sus charnelas y un adelgazamiento de sus flancos. La figura 1 también muestra que la foliación principal es de plano axial de estos pliegues, viéndose cómo a veces se refracta al atravesar los contactos litológicos, y cómo forma abanicos en algunas zonas de charnela del Ortogneis de Galiñeiro y embudos no tan evidentes en los esquistos albiticos.

Para los pliegues  $D_3$ , abiertos y de plano axial vertical, se ha utilizado, como procedimiento gráfico de cálculo de la orientación de sus ejes, un diagrama-p, en el que se han proyectado las foliaciones principales

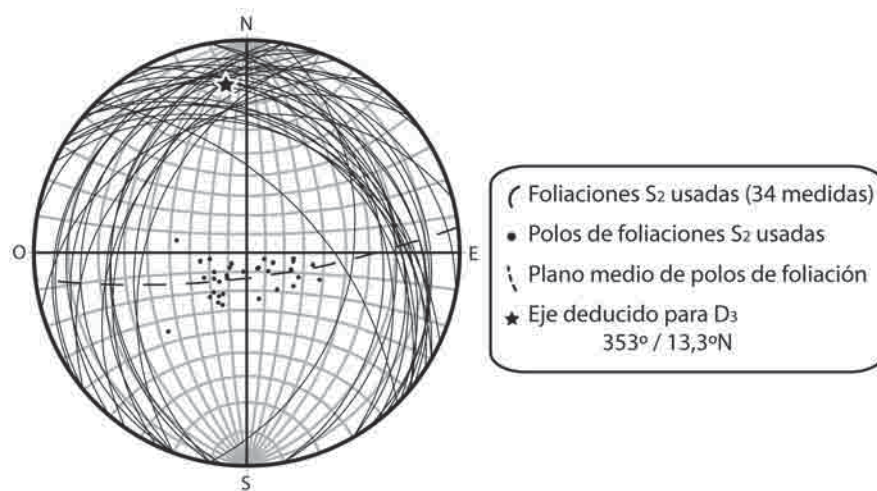
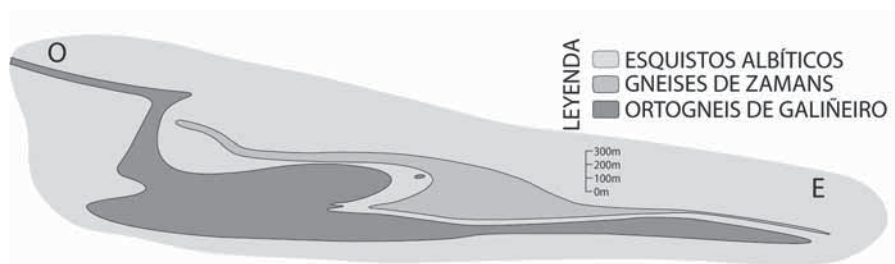


Fig. 3.- Diagrama-p de cálculo del eje de los pliegues  $D_3$ . El eje  $D_3$  es el polo del círculo máximo que representa el mejor ajuste a los polos de las foliaciones  $S_2$ .

Fig. 3.- p-Diagram for the  $D_3$  fold axis, which is the pole to the maximum circle that represents the best fit for the poles of  $S_2$  used.



**Fig. 4.-** Sección tipo de la Serra do Galiñeiro tras la deformación tangencial. Para su elaboración se ha utilizado la geometría de los pliegues  $D_2$  y el espesor y longitud que presenta el flanco largo en la sección a los pliegues  $D_3$  (no mostrada).

*Fig. 4.- Cross section after the tangential deformation (pre- $D_3$ ). We have kept the geometry of  $D_2$  folds, except for the easternmost long limb, where we have used the length and thickness deduced from a down-plunge section of  $D_3$  (not shown).*

y polos de las mismas obteniendo un eje de orientación  $353^\circ\text{E} / 13,3^\circ\text{N}$  (Fig. 3).

### Sección tipo tras la deformación tangencial

La oblicuidad de los ejes de plegamiento no permite integrar de forma rigurosa las geometrías de plegamiento  $D_2$  y  $D_3$  en una misma sección. Para tener una imagen global de la geometría de la Serra do Galiñeiro al final de la deformación tangencial, se ha prolongado la sección ortogonal a los pliegues  $D_2$ , añadiendo la parte oriental del Ortogneis de Galiñeiro y de los Gneises de Zamans con la longitud y espesor obtenidos en la sección ortogonal a los pliegues  $D_3$  (Fig. 4).

### Conclusiones

Los gneises y esquistos de la Serra do Galiñeiro están afectados por pliegues recumbentes, como muestra una sección ortogonal construida usando un eje de plegamiento calculado a partir de criterios estructurales. Además, proyectando las medidas de  $S_2$  sobre la sección se obtienen relaciones típicas de una foliación asociada al plegamiento de capas con contrastes de competencia: paralelismo con la superficie axial, abanicos en las charnelas y refracciones en los flancos.

Los pliegues afectan a cuerpos lenticulares que reflejan en parte la forma original de las intrusiones, y en parte un aplastamiento previo. El plegamiento

recumbente se produjo asociado a un cizallamiento subhorizontal con movimiento del bloque superior hacia el SE, según se deduce de la asimetría de los pliegues y la orientación de la lineación de estiramiento.

### Agradecimientos

A Ricardo Arenas por su ayuda con el estudio de las láminas delgadas y sus sugerencias acerca de la interpretación de fábricas tectónicas. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de investigación CGL2004-04306-CO2/BTE.

### Referencias

- Arenas, R., Rubio Pascual, F.J., Díaz García, F. y Martínez Catalán, J. R. (1995). *Journal of Metamorphic Geology*, 13, 141-164.
- Floor, P. (1966). *Leidse Geologische Mededelingen*, 36, 1-204.
- Martínez Catalán, J. R., Arenas, R., Díaz García, F., Rubio Pascual, F. J., Abati, J. y Marquínez, J. (1996). *Tectonics*, 15, 106-121.
- Montero, P. (1993). *Geoquímica y petrogénesis del Complejo Peralcalino de la Sierra del Galiñeiro (Pontevedra, España)*. Tesis Doctoral, Univ. de Oviedo, 318 p.
- Ragan D. M. (1987). En: *Geología Estructural: Introducción a las técnicas geométricas*. Omega, 207 pp.