

# La deformación intraplaca del centro de España y la interpretación de los perfiles profundos de sismica de reflexión en las Cordilleras Béticas

## *Intraplate deformation in central Spain and the interpretation of deep seismic reflection profiles in the Betic Cordilleras*

R. Vegas (\*), T. Medialdea (\*), E. Suriñach (\*\*), y J. T. Vázquez (\*\*\*)

(\*) Dpto. Geodinámica, Fac. Ciencias Geológicas, Universidad Complutense, 28040 Madrid.

(\*\*) Dpto. Geología Dinámica, Geofísica y Paleontología, Fac. Ciencias Geológicas, Zona Universitaria de Pedralbes, Univ. de Barcelona, 08028 Barcelona.

(\*\*\*) Dpto. Estructura y Propiedades de los Materiales, Fac. Ciencias del Mar, Univ. de Cádiz, Polígono Río San Pedro, 11510 Puerto Real (Cádiz).

### ABSTRACT

*The interpretation of the ESCI-Béticas deep seismic reflection profiles allows to define the type of deformation in the suture zone of the Iberian-Alborán crustal domains in the central Betics. This suture zone corresponds to a crustal thrust that accommodated shortening in its footwall block along the cover (Subbetics)-basement (Hercynian crust) detachment. This fact and the absence of a true continental hypercollision, lead to discard the existence of a mid-crustal detachment whose emersion caused the formation of the Spanish Central System.*

**Key words:** *deep seismic reflection profiles, crustal shortening, intraplate stress transmission, central Betics, Spanish Central System.*

*Geogaceta*, 15 (1994), 124-126  
ISSN: 0213683X

### Introducción

El Sistema Central constituye la estructura intraplaca más relevante del centro de España. Su orientación general WSW-ENE y la edad, Mioceno Medio, de la formación de su relieve han llevado a considerarla como el resultado de la transmisión de esfuerzos desde el borde orogénico bético. La transmisión de estos esfuerzos responde básicamente a dos modelos tectónicos (discusión en Vegas *et al.*, 1990): 1) Los esfuerzos se transmitieron a través de toda la corteza (y probablemente de toda la litosfera), localizándose in situ en una zona de debilidad; 2) Los esfuerzos se transmitieron mediante el transporte tectónico de la corteza superior a lo largo de un gran cabalgamiento. La idea original de este último modelo procede de Banks y Warburton (1991), quienes proponen la existencia de un hipotético gran cabalgamiento en la corteza media resultante del apilamiento de mantos en las Cordilleras Béticas. La emersión de ese cabalgamiento constituiría la zona de relieves del Sistema Central.

La ubicación de los perfiles de sismica de reflexión profunda del Proyecto ESCI-Béticas (fig. 1) representa

una ocasión única para determinar en profundidad la deformación del borde meridional del Macizo Ibérico y la existencia del cabalgamiento anteriormente mencionado.

### Interpretación de los perfiles

La interpretación de los perfiles ESCI-Béticas 01 y 02, cuyas características técnicas han sido descritas por

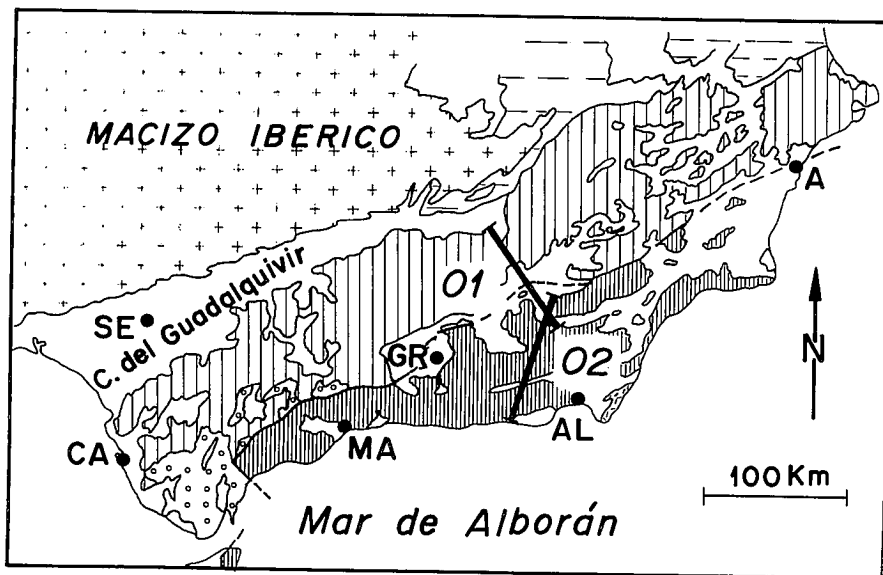


Fig. 1.— Situación de los perfiles ESCI-Béticas 01 y 02. Rayado vertical espaciado: Paleomargen suribérica; Círculos: Unidades intermedias del Flysch del Campo de Gibraltar; Rayado vertical denso: Dominio de Alborán. A: Alicante; AL: Almería; CA: Cádiz; GR: Granada; MA: Málaga; SE: Sevilla.

Fig. 1.— Location of the ESCI-Betics 01 y 02 profiles. Separate vertical rules: South Iberian paleomargin; Circles: Intermediate units of the Flysch of the Campo de Gibraltar; Dense vertical rules: Alboran Domain.

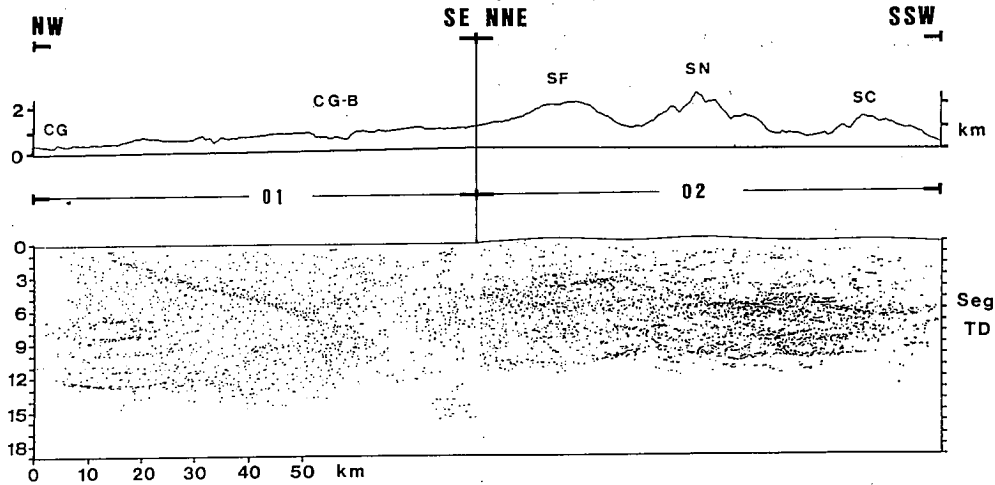


Fig. 2.— Diagrama de líneas obtenido a partir de las secciones migradas de los perfiles ESCI-Béticas 01 and 02. El perfil topográfico correspondiente sirve de referencia geográfica. CG: Cuenca del Guadalquivir; CG-B: Cuenca de Guadix-Baza; SN: Sierra Nevada; SF: Sierra de los Filabres; SC: Sierra de la Contraviesa.

Fig. 2.— Line-drawing diagram from the migrated sections of the ESCI-Betics 01 and 02 profiles. The topographic cross-section is showed for location.

García Dueñas *et al.*, (1993), se ha realizado sobre las secciones migradas. El diagrama de líneas resultante se representa en la figura 2. Se han ensamblado los dos perfiles en su línea de corte con el objeto de obtener una imagen general de la corteza desde el borde del Macizo Ibérico hasta la línea de costa del Mar de Alborán. A pesar del ángulo que forman ambos perfiles (fig. 1), esta imagen no resulta excesivamente distorsionada, para el propósito de este trabajo, ya que el perfil 01 es paralelo a la dirección de transporte tectónico compresivo en esa zona (Banks y Warburton, 1991), mien-

tras que el perfil 02 es paralelo al transporte tectónico extensional dominante en esa zona (García Dueñas *et al.*, 1992).

En el diagrama de la figura 2 resalta el contacto neto entre dos tipos de corteza separados por una zona típica de sutura. La zona de sutura aparece bien marcada desde la proximidad de la superficie en el extremo norte del perfil 01 y atraviesa todo el espesor de la corteza con buzamiento constante hacia el sur. La anchura de la zona de sutura aumenta con la profundidad.

A muro de la zona de sutura se sitúa

la corteza hercínica del Macizo Ibérico en la que se diferencia una parte inferior muy reflectiva con estructuración laminada y una parte superior más transparente. La base de esta corteza parece situarse en una zona de reflectores bien marcados que se sitúa a 12 seg. td. En conjunto la corteza ibérica se arquea en una especie de antifirma hacia la base de la sutura.

A techo de la zona de sutura la estructuración de la corteza aparece más compleja. En la parte superior del perfil 01, hasta una profundidad de 3 seg., se sitúa una zona relativamente transparente cuyos reflectores dibujan una especie de sinforma amplia. Esta zona puede asumirse como correspondiente a los afloramientos del Subbético. Por debajo de esta cobertera subbética, se sitúa la corteza correspondiente a las denominadas Zonas Internas de las Cordilleras Béticas que comprende todo el perfil 02. En esta corteza se puede distinguir también una zona inferior muy reflectiva, estructurada en «cocodrilos tectónicos», con su base situada en 11 seg. td. alcanzando este reflector inferior algunos reflectores bien marcados. Se hace patente un adelgazamiento general hacia la margen del Mar de Alborán. Por encima de un reflector situado a 6 seg., se sitúa una zona superior más transparente en la cual es posible distinguir algunos reflectores y sobre todo uno muy patente a 3 seg. que buza al N. y está localizado en el extremo septentrional del perfil 02.

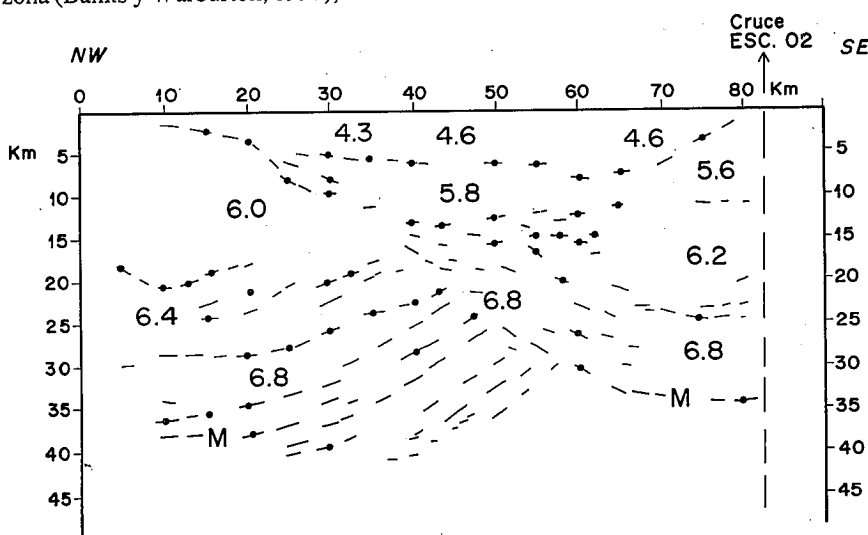


Fig. 3.— Perfil ESCI-Béticas 01 convertido a profundidad. Los puntos indican los lugares dónde se han calculado las velocidades medias. Los números indican velocidades medias en km/seg.

Fig. 3.— Depth converted ESCI-Betics 01 profile. Points indicate the sites where mean velocities have been calculated. Numbers indicate mean velocities in km/seg.

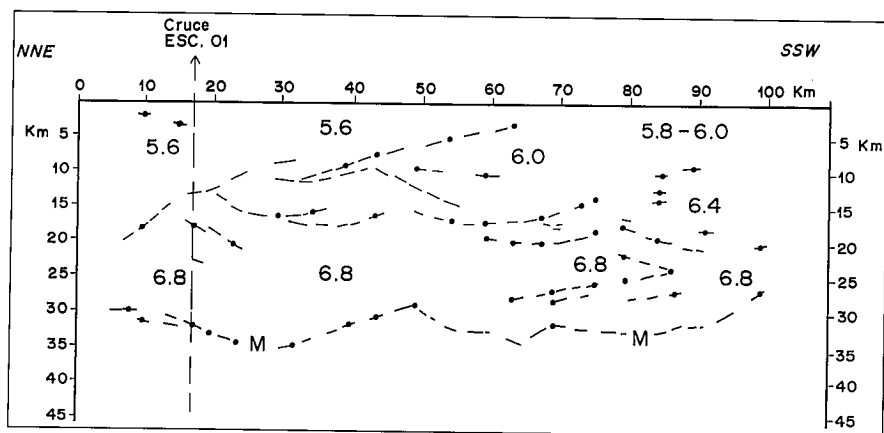


Fig. 4.— Perfil ESCI-Béticas 02 convertido a profundidad. Igual leyenda que en la figura 3.

Fig. 4.— Depth converted ESCI-Betics 02 profile. Same legend as in figure 3.

### Conversión a profundidades

El resultado de la conversión a profundidades de los perfiles 01 y 02 se ha representado en las figuras 3 y 4 respectivamente. Para obtener la profundidad de los diferentes reflectores se han utilizado las velocidades medias indicadas en las secciones para el primer segundo y para el resto las velocidades determinadas en los perfiles de refracción-reflexión de gran ángulo realizados en la misma región —perfiles 1 y 2 de Banda *et al.*, (1993); perfil Almería-Málaga de Barranco *et al.*, (1990).

La figura 3 muestra la estructura de la corteza ibérica con un espesor de 37-38 km. en la zona no deformada por el efecto de la sutura. Esta corteza es similar a la de otras áreas hercínicas no deformadas (Suriñach y Vegas, 1988), el mayor espesor podría deberse a la sobrecarga de los materiales subbéticos despegados y apilados sobre el borde ibérico.

En la figura 4 se muestra la estructuración de la corteza correspondiente al Dominio de Alborán con una diferenciación en corteza superior (5.6 a 6.0 km/seg), corteza media (6.4 km/seg) y corteza inferior (6.8). El espesor de la corteza es máximo bajo los relieves de la Sierra de los Filabres (figs. 2 y 4) alcanzando 36 km. Es notorio la ausencia de raíces bajo los principales relieves béticos.

### Interpretación geológica y conclusiones

En la interpretación geológica de la imagen de la corteza presentada en la figura 2 se pueden destacar los siguientes resultados: 1) Un cabalgamiento bien

definido pone en contacto la corteza hercínica del Macizo Hespérico con la corteza alpina del Dominio de Alborán; 2) A muro de este cabalgamiento cortical se aprecia una curvatura antiformal de la corteza hercínica, que representa el basamento de la margen mesozoica suribérica; 3) A techo del cabalgamiento cortical se diferencia una zona superior con aspecto de sinforma amplia (velocidades de 4.6 en la figura 3) que representa la cobertera mesozoica de la margen suribérica (Subbético) despegada y estructurada en cabalgamientos hacia el antepaís y hacia el Dominio de Alborán; 4) Por debajo del Subbético y también a techo del cabalgamiento cortical se diferencia una cuña de materiales (velocidades de 5.8 a 6.8 km/seg, fig. 3) correspondientes a la corteza del Dominio de Alborán, que aparece afectada por una zona de cizalla asociada al cabalgamiento; 5) La corteza inferior del Dominio de Alborán está delimitada en su parte superior por un reflector conspicuo, situado a 20 km. de profundidad, que separa la zona de estructuración en «cocodrilos tectónicos» de la corteza media; 6) Las cortezas media y superior aparecen surcadas por reflectores que deben representar las zonas de despegues correspondientes al episodio extensional descrito por García Dueñas *et al.*, (1992); 7) Los «cocodrilos tectónicos», la ausencia de raíces orogénicas y los reflectores de la corteza del Dominio de Alborán deben significar la respuesta de la corteza a ese proceso de estiramiento.

Todos estos resultados permiten concluir que la colisión continental se resolvió en las Cordilleras Béticas centrales mediante un cabalgamiento cortical, que se amortizó en el bloque de

muro (corteza ibérica) mediante el despegue de la cobertera mesozoica (subbético) y su imbricación en cabalgamientos frontales y retrovergentes. Este mecanismo debe ser algo diferente en las Béticas occidentales, donde el cabalgamiento frontal implicó la formación de mantos en las unidades intermedias del Flysch del Campo de Gibraltar y se desarrolló una cuenca de antepaís mucho más amplia. Por otra parte, la ausencia de raíces bajo los relieves más importantes de la cadena (fig. 2) implica que el proceso de convergencia de placas no produjo una verdadera hipercolisión ni el desarrollo de una serie de cabalgamientos de similares dimensiones. En este sentido, es posible interpretar la curvatura de la corteza ibérica bajo la zona de sutura como una imposibilidad mecánica de progresar el acortamiento en el basamento hercínico. Se puede afirmar, por tanto, que la forma del contacto entre las cortezas ibérica y de Alborán (posiblemente una rampa lateral) excluye la existencia de un gran cabalgamiento en el seno de la corteza del Macizo Ibérico que habría resultado de un proceso de colisión continuada. Así mismo, la existencia de una zona vertical de cizalla entre las zonas externas e internas debe ser excluida.

En conclusión, debe ser descartada la actuación de un gran cabalgamiento en la corteza ibérica cuya emersión en el centro de España produciría la formación del Sistema Central.

### Agradecimientos

La realización de los perfiles ESCI-Béticas ha sido subvencionada por la CICYT, proyecto GEO 090-0617, y por la DGICYT, proyecto CE 91-0013.

### Referencias

- Banda, E., Gallart, J., García-Dueñas, V., Dañobeitia, J.J. y Makris, J. (1993) *Tectonophysics*, 221, 53-66.
- Banks, C.J. y Warburton, J. (1991) *Tectonophysics*, 191, 275-289.
- Barranco, L.M., Anson, J. y Banda, E. (1990) *Tectonophysics*, 184, 379-392.
- García-Dueñas, V., Balanyá, J.C. y Martínez Martínez, J.M. (1992), *Geomarine Lett.*, 12, 88-95.
- García-Dueñas, V., Banda, E., Torné, M., Córdoba, D. y Grupo de Trabajo ESCI-Béticas (1993) *Tectonophysics*, (en prensa).
- Suriñach, E. y Vegas, R. (1988) *Phys. Earth Planet. Interiors*, 51, 226-234.
- Vegas, R., Vázquez, J.T., Suriñach, E. y Marcos, A. (1990) *Tectonophysics*, 184, 367-378.