

# Estructura general de la corteza en una transversal del Mar de Alborán a partir de datos de sísmica de refracción-reflexión de gran ángulo. Interpretación geodinámica

*Gross structure of the crust across the Alborán Sea from seismic refraction/wide angle reflection data. Geodynamic interpretation.*

E. Suriñach (\*) y R. Vegas (\*\*)

(\*) Dpt. Geología Dinámica, Geofísica i Paleontologia, Universitat de Barcelona, Zona Universitària de Pedralbes, 08028 Barcelona.

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

## ABSTRACT

*Results from three seismic refraction/wide-angle reflection profiles across the Alborán Sea outline a general structure of the crust, which can be related to a detachment, simple shear, model of extension.*

**Key words:** *refraction/wide-angle reflection, stretching of the crust, simple shear, Alborán Sea.*

*Geogaceta, 14 (1993), 126-128*

*ISSN: 0213683X*

## Introducción

Durante los días 28, 29 y 30 de Septiembre de 1979 se realizaron tres perfiles de sísmica de refracción - reflexión de gran ángulo entre la localidad de Almuñecar y la Isla de Alborán, entre esa isla y las Islas Chafarinas y entre la Isla de Alborán y el Cabo de Gata (fig. 1). Este experimento sísmico se llevó a cabo mediante la colaboración de la Armada Española, que dispuso el barco y las explosiones, de las Universidades de Barcelona y Complutense de Madrid y del Instituto Geográfico Nacional.

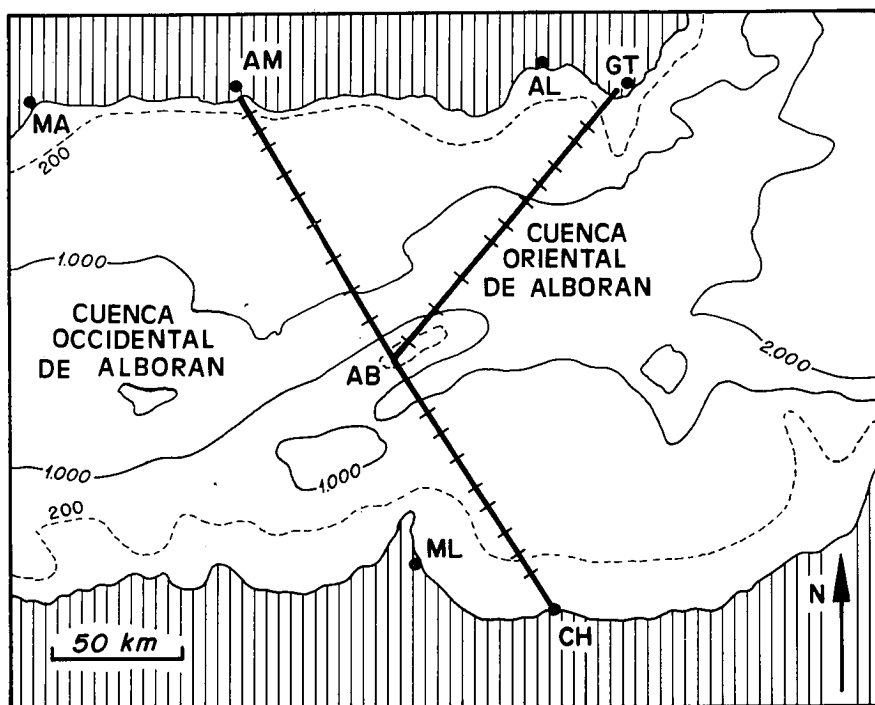
La técnica utilizada en estos perfiles consistió en el disparo de explosiones espaciadas a lo largo de una línea para registrarlas en sus extremos. Se utilizaron 28 cargas explosivas de 85 kg y 2 de 175 kg. Las cargas se dispusieron fondeadas o suspendidas a 100 m, según la profundidad disponible, que se determinó puntualmente mediante sonda. En el perfil Isla de Alborán - Cabo de Gata se utilizaron 11 explosiones, en el Almuñecar - Isla de Alborán 9 y en el de Isla de Alborán - Chafarinas 10. El registro de las explosiones se obtuvo en 2 estaciones situadas cerca de la localidad de Almuñecar y distantes entre sí 4 km, en otras 2 estaciones dispuestas de la misma manera cerca del Cabo de Gata y en 1 estación situada en la Isla de Alborán y en las Islas Chafarinas respectivamente. En estas dos últimas localidades únicamente funcionó una de las dos estaciones dispuestas. Los datos de este

experimento han sido digitalizados y procesados en el Departamento de Geofísica de la Universidad Complutense. Se ha usado el programa de trazado de rayos (Spence, *et al.*, 1984) para su interpretación, que constituye un primer

modelo de corteza entre ambas márgenes del Mar de Alborán. Este modelo es compatible con los resultados procedentes de otros perfiles realizados en 1974 (WGSSA-1974, 1979; Hatzfeld, 1976; Hatzfeld y Frogneux, 1980).

Fig. 1.— Situación de los perfiles estudiados. Los trazos indican puntos de tiro. AB: Isla de Alborán; AL: Almería; AM: Almuñecar; CH: Islas Chafarinas; GT: Cabo de Gata; ML: Melilla. Isobatas en metros.

Fig. 1.— Location of the studied profiles. Small traces indicate shotpoints. AB: Alboran Island; AL: Almería; AM: Almuñecar; CH: Chafarinas Island; GT: Cape of Gata; ML: Melilla. Isobaths in meters.



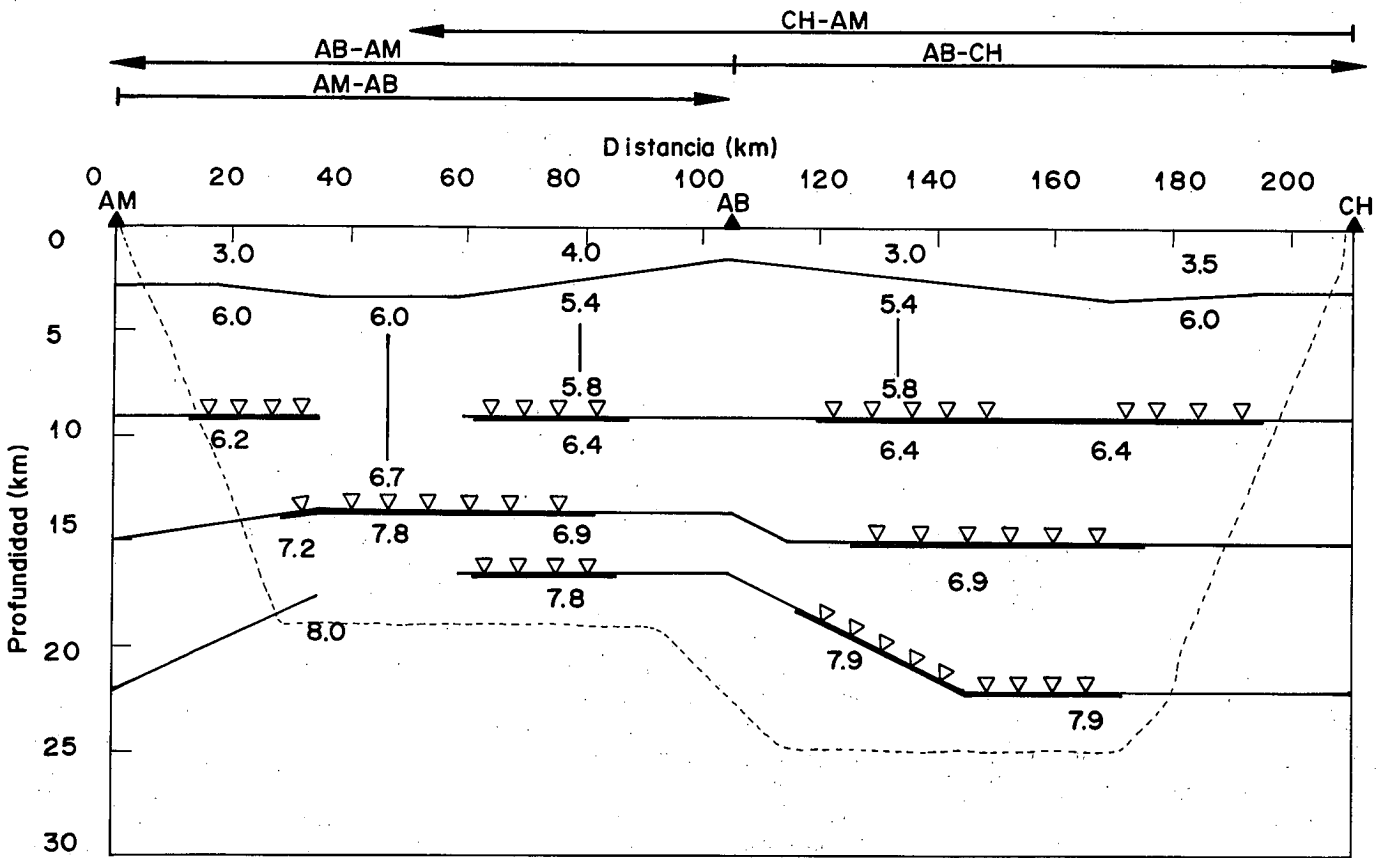


Fig. 2.— Modelo de corteza para la línea Almuñecar-Isla de Alborán-Islands Chafarinas. Los números corresponden a velocidades medias de propagación de las ondas P en km/s. Las líneas verticales indican gradientes. Los trazos gruesos y los triángulos invertidos indican las zonas donde se tiene información directa para la determinación de las discontinuidades. La región estudiada está enmarcada por la línea de trazos discontinuos. Las flechas indican el sentido y la extensión de los perfiles. AM: Almuñecar; AB: Isla de Alborán; CH: Islas Chafarinas.

Fig. 2.— Crustal model for the line Almuñecar-Alborán Island- Chafarinas Islands. Numbers indicate P-Waves average velocities in km/s. Vertical lines are gradients and inverted triangles and thick segments indicate zones where direct information from discontinuities exists. The area studied is encircled by discontinuous line. Arrows indicate the sense and coverage of the profiles. AM: Almuñecar; AB: Alborán Island; CH: Chafarinas Islands.

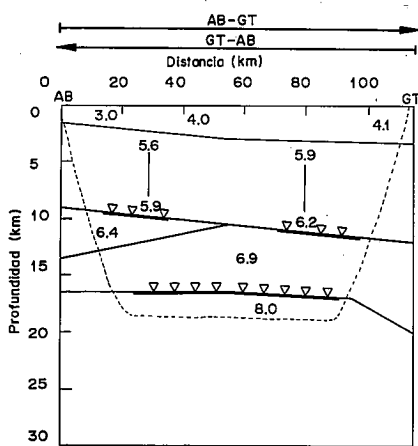


Fig. 3.— Modelo de corteza para la línea Isla de Alborán-Cabo de Gata. Misma leyenda que en la figura 2. AB: Isla de Alborán; GT: Cabo de Gata.

Fig. 3.— Crustal model for the line Alborán Island-Cape of Gata. Same legend as in Fig.2. AB: Alborán Island; GT: Cape of Gata.

### Modelo de corteza en la línea Almuñecar - Isla de Alborán -Chafarinas

El modelo de corteza obtenido corresponde al representado en la figura 2. En este modelo aparece como aspecto más llamativo el pronunciado adelgazamiento de la corteza en el perfil Almuñecar - Alborán y la recuperación brusca del espesor de la corteza en el perfil Alborán-Chafarinas. Concomitante con este adelgazamiento, se produce la variación de espesor de la corteza inferior —definida por una velocidad de 6.9 km/s— y de la corteza media —con velocidad de 6.4 km/s—. Por su parte el manto superior presenta una velocidad anormalmente baja de 7.7 a 7.9 km/s. La corteza superior corresponde a la capa definida por el gradiente de velocidades entre 5.4 y 5.8 km/s en la zona central del modelo y por velocidades de 6.0 km/s a ambos lados de la Cresta de

Alborán. Esta capa debe representar el basamento metamórfico del Mar de Alborán, mientras que la capa más superior con velocidades de 3.0 a 4.0 km/s debe corresponder a la cobertera neógena. Al considerar estas velocidades es preciso tener en cuenta que se trata de velocidades medias y que se ha utilizado un compromiso entre velocidad y profundidad.

### Modelo de corteza en la línea Isla de Alborán - Cabo de Gata

El modelo obtenido corresponde a la interpretación del perfil Isla de Alborán - Cabo de Gata y está representado en la figura 3. Este modelo presenta dos aspectos diferenciales respecto al modelo anterior. En principio, no se aprecia el adelgazamiento pronunciado de la corteza; en su lugar la base de la

corteza tiene una pendiente suave hacia la costa española. Por otra parte, ha resultado imposible continuar la capa con velocidad de 6.4 km/s hacia la margen del Cabo de Gata. Esto ha obligado a adoptar una solución de compromiso en forma de acuñamiento hacia el reflector que define la corteza superior. Así mismo, el manto presenta una velocidad más elevada de 8.0 km/s.

### Interpretación y discusión

Desde el punto de vista geodinámico, el modelo de corteza obtenido para el perfil Almuñecar-Chafarinas (fig. 2) evoca claramente un estiramiento inhomogéneo (cizalla simple) de la corteza. Esto explicaría la disimetría que se ha establecido entre las márgenes africana e ibérica. En este sentido, los despegues extensionales descritos en las Cordilleras Béticas y relacionados con la formación del Mar de Alborán (García Dueñas *et al.*, 1992) deben converger y enraizarse en la zona dónde se sitúa el adelgazamiento máximo de la corteza que se ha definido entre la Isla de Alborán y la costa española. Así mismo, algunos de los reflectores de esta zona,

cuya continuación hacia el sureste es imprecisa, podrían corresponder a despegues extensionales. En cuanto al engrosamiento relativamente abrupto de la corteza que se ha definido inmediatamente al sur de la Isla de Alborán, se puede admitir que representa el bloque de techo del conjunto de despegues extensionales.

Por otra parte, el modelo de corteza definido en el perfil Isla de Alborán-Cabo de Gata (fig. 3) implica que la zona de máxima extensión no se continúa hacia el este y que la desaparición hacia el noreste de la corteza intermedia podría relacionarse también con el sistema de despegues. La inexistencia de la zona de adelgazamiento abrupto en este perfil podría deberse a la actividad de la tectónica de fallas transcurrentes plio-cuaternaria, a la repartición de la extensión en numerosas cuencas pasivas neógenas ahora emergidas, o bien a la combinación de ambos procesos.

En general, el modelo de corteza aquí presentado registra la extensión neógena que dió lugar a la Cuenca de Alborán. La inversión tectónica de edad plio-cuaternaria (Comas *et al.*, 1992; Woodside y Maldonado, 1992) debe reflejarse únicamente en estructuras más

superficiales como la Cresta de Aborán. Así mismo, este modelo de corteza no apoya los mecanismos de formación de la Cuenca de Alborán basados en la existencia de un colapso gravitacional "in situ" y la consiguiente expansión radial.

### Referencias

- Comas, M.C., García-Dueñas, V. y Jurado, M.J. (1992): *Geo-Mar. Lett.*, 12: 157-164.
- García-Dueñas, V., Balanyá, J.C. y Martínez-Martínez, J.M. (1992): *Geo-Mar. Lett.*, 12: 88-93.
- Hatzfeld, D. (1976): *C.R. Acad. Sci. París*, 283: 1021-1024.
- Hatzfeld, D. y Frogneux, M. (1980): *En: Evolution and tectonics of the Western Mediterranean and Surrounding Areas. Inst. Geogr. Nac. Sp. Publ. n.201: 93-108*
- Spence, G.D., Wittwaall, K.P. y Clowes, R.M. (1984): *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, 74: 1209-1223.
- Woodside, J.M. y Maldonado, A. (1992): *Geo-Marine Lett.*, 12: 111-116.
- Working Group for Deep Seismic Sounding in Alborán Sea 1974 (1979): *Pure Appl. Geophys.*, 116: 166-180.