

## La campaña Galinaute del sumergible «Nautile»: tres tipos de fondos marinos en la parte profunda del margen de Galicia

**G. Boillot.** Laboratoire de Géodynamique Sous-Marine, 06230 Villefranche-sur-Mer, France.

**M. C. Comas.** Instituto A. de Geología Mediterránea. C.S.I.C. y Universidad de Granada. 18002 Granada.

**J. Girardeau.** Laboratoire de Pétrologie Physique, Institut de Physique du Globe et Université de Paris VII, 75252-Paris, France.

**J. Kornprobst.** Centre de Recherches Volcanologiques, 63038-Clermont Ferrand, France.

**J. P. Loreau.** Laboratoire de Géologie, Museum National d'Histoire Naturelle, 75005-Paris.

**J. Malod.** Département de Géologie Dynamique, Université P. et M. Curie, 75252, France.

**D. Mougenot.** Laboratoire de Géodynamique Sous-Marine, 06230-Villefranche-sur-Mer, France.

**M. Moullade.** Laboratoire de Géologie et Micropaléontologie marine, Université de Nice, 06034-Nice, France.

### ABSTRACT

*In 1986 the french submersible Nautile dived to 3.500 m-5.500 m at Galicia Margin in the area drilled by the JOIDES Resolution O-V (CDP, Leg 103). Three different kinds of seafloor were investigated: a) the Galicia passive margin (basement and sediments); b) a basaltic seafloor (probably a piece of Cretaceous oceanic crust of the Biscay Bay; c) a 100 km long belt of serpentized peridotites (ultramafic seafloor) extended between the oceanic and the thinned continental crust.*

Boillot, G.; Comas, M. C.; Girardeau, J.; Kornprobst, J.; Loreau, J. P.; Malod, J.; Mougenot, D., y Moullade, M. (1987): La campaña Galinaute del sumergible «Nautile»: tres tipos de fondos marinos en la parte profunda del margen de Galicia. *Geogaceta*, 2, 54-56.

**Key words:** *Passive margins, North Atlantic, Galicia Margin.*

El sumergible de investigaciones de IFREMER, «Nautile», a bordo del «N. O. Nadir», realizó 15 inmersiones, entre —5.300 y —3.500 m de profundidad, 300 km al W de Galicia. Durante la campaña, denominada Galinaute, se tomaron 104 muestras de rocas y sus resultados científicos complementan los del Leg. 103 (ODP) (Boillot, *et al.*, 1985-1986), efectuado en el mismo área (fig. 1A). Así, el Margen de Galicia, cuya estructura, morfología y naturaleza geológica se conocen (Montadert, *et al.*, 1979; Groupe Galice, 1979; Lallemand, *et al.*, 1985; Mougenot, *et al.*, 1985; Boillot, *et al.*, 1987; Boillot, 1986) ha llegado a ser uno de los más estudiados del mundo.

Desde el «Nautile» realizamos las observaciones y toma de muestras sobre escarpes de falla heredados del rift mesozoico (inmersiones GAL-1, 2, 3, 5, 7, 8 y 11), en la ladera W de la «colina 5.100» (GAL-4), y sobre los escarpes de fallas normales e inversas cenozoicas (GAL-6, 9, 10, 12, 13, 14 y 15) (figs. 1A y 2).

La Galinaute tenía planteados tres objetivos científicos específicos: a) Completar el conocimiento de la historia inicial del margen durante el

Triásico y el Jurásico. b) Muestrear el basamento ultramáfico del margen profundo. c) Reconocer y muestrear el basamento acústico bajo el «reflector S». Alcanzamos estos propósitos parcial o totalmente y además obtuvimos información no prevista sobre la corteza oceánica atrántica próxima al margen y la estructura del talud NW del Banco de Galicia (Boillot, *et al.*, 1986). La explotación de los datos continúa y aquí resumimos los resultados preliminares obtenidos.

1) *Cobertera mesozoica y secuencia infrayacente.*—La sucesión sedimentaria más completa la hemos establecido integrando los datos de las inmersiones GAL 1, 2, 3 y 5 (fig. 1B). De la cobertera mesozoica muestreamos niveles del Tithónico (dolomias y areniscas con cemento carbonático) y del Cretácico inferior (litarenitas feldespáticas y conglomerados). Su atribución estratigráfica se fundamenta en las analogías de facies con los términos perforados en los Sites 639 y 638 (ODP, Leg 103) (Boillot, *et al.*, 1985, 1986).

Bajo estos términos existe una secuencia de interpretación problemática: Los 250 m basales corresponden esencialmente a rocas vulcanoclásticas

(¿Paleozoico?) y sobre ellas se dispone una sucesión (más de 500 m) de grauwackas y subgrauwackas cuarzosas con intercalaciones de calizas dolomitizadas. Todas estas litologías están ligeramente metamorfozadas (términos inferiores) o intensamente diagenetizadas. En GAL 3 muestreamos los niveles más altos, constituidos por arcillas versicolores, limolitas y costra ferruginosa (¿paleosuelo?). La asignación de esta secuencia azoica al Paleozoico Superior, al Triásico o incluso al Jurásico es una cuestión a dilucidar.

2) *Basamento cristalino e interpretación del «reflector S».*—En las inmersiones GAL 7, 8 y 11 comprobamos que el basamento continental que aflora en los escarpes de falla pertenece a la corteza continental superior (granitos y granodioritas). Ninguna muestra de las recogidas es de corteza continental inferior (granulitas). Estos escarpes, limitantes por el W del último bloque basculado en el margen, se sitúan en un área donde el «reflector S» es registrado en los perfiles sísmicos (fig. 2). Así, ha quedado demostrado que dicho reflector se localiza dentro o bajo la corteza continental adelgazada (Montadert, *et*

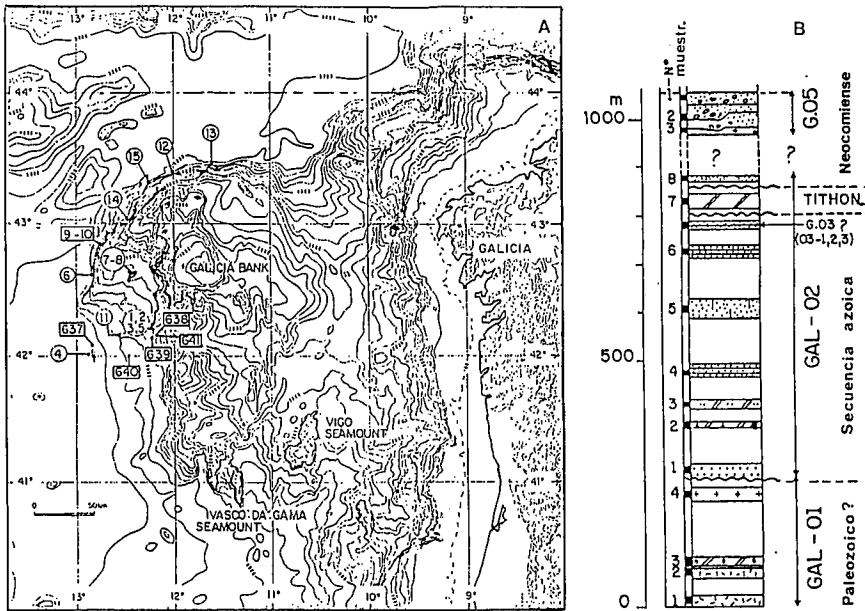


Fig. 1.—A) Localización de las inmersiones del «Nautilé» (1 al 15) y de los Sites del Leg (ODP). B) Columna sedimentaria sintética construida de acuerdo con los datos de las inmersiones GAL 01, 02, 03 y 05.

al., 1979) y no corresponde a la base de los sedimentos mesozoicos sin-rift (Boillot, G. et al., 1985, 1986).

3) *Franja ultramáfica en el extremo del margen.*—Uno de los más importantes hallazgos de la Galinaute fue establecer la distribución y amplitud de las peridotitas, localizadas entre corteza oceánica y corteza continental adelgazada (Boillot, et al., 1985, 1986). El «Nautilé» muestreó peridotitas a lo largo de unos 100 km (inmersiones GAL-4, 6, 9, 10 y 14), constatando que el Margen de Galicia está bordeado por el W por una

franja continua constituida por rocas del manto superior. En GAL 14 vimos las peridotitas atravesadas por diques doleríticos, probables exponentes de un complejo intrusivo.

4) *Rocas basálticas al N del Banco de Galicia.*—En la vertiente N del Banco de Galicia, allí donde esperábamos aflorasen peridotitas o basamento continental encontramos rocas basálticas con estructuras «pillow» bajo sedimentos probablemente del Cretácico-Paleógeno (inmersiones GAL, 12, 13 y 15). Los basaltos tienen caracteres MORB (cesio/samario <1) y pue-

den ser la parte superior de una corteza oceánica. Según los datos disponibles hasta ahora les asignamos una edad cretácica y los creamos generados durante el proceso de apertura del Golfo de Vizcaya (De Graciansky, et al., 1985).

En conclusión, la campaña Galinaute nos ha permitido observar tres tipos de fondos marinos, yuxtapuestos en una distancia inferior a 100 km: uno formado por basamento continental, otro por corteza oceánica y un tercero por peridotitas serpentinizadas. El problema de las estrictas relaciones estructurales entre esos tres tipos de fondo queda aún por resolver. Pero la posición adyacente de peridotitas y corteza continental superior sugiere que entre ellas se sitúa un accidente tectónico mayor (detachment), que sustrae la corteza continental inferior (Boillot, G. et al., 1987; Boillot, G., 1986).

Referencias

Boillot, G. (1986): *Tectonophysics*, 129, 243-256.  
 Boillot, G.; Grimaud, S.; Mauffret, A.; Mougnot, A.; Kornprobst, J.; Mergoil-Daniel, J., y Torrent, G. (1980): *Earth and Planet. Sci. Let.*, 48, 23-24.  
 Boillot, G. et al.; Winterer, E. L. et al. (1985): *Comptes rendus*, 301, II, 627-632.  
 Boillot, G. et al.; Winterer, E. L. et al. (1986): *Geotimes*, 31, 15-17.  
 Boillot, G.; Comas, M. C.; Girardeau, J.; Kornprobst, J.; Loreau, J. P.; Malod, J.; Mougnot, D., y Moullade, M.

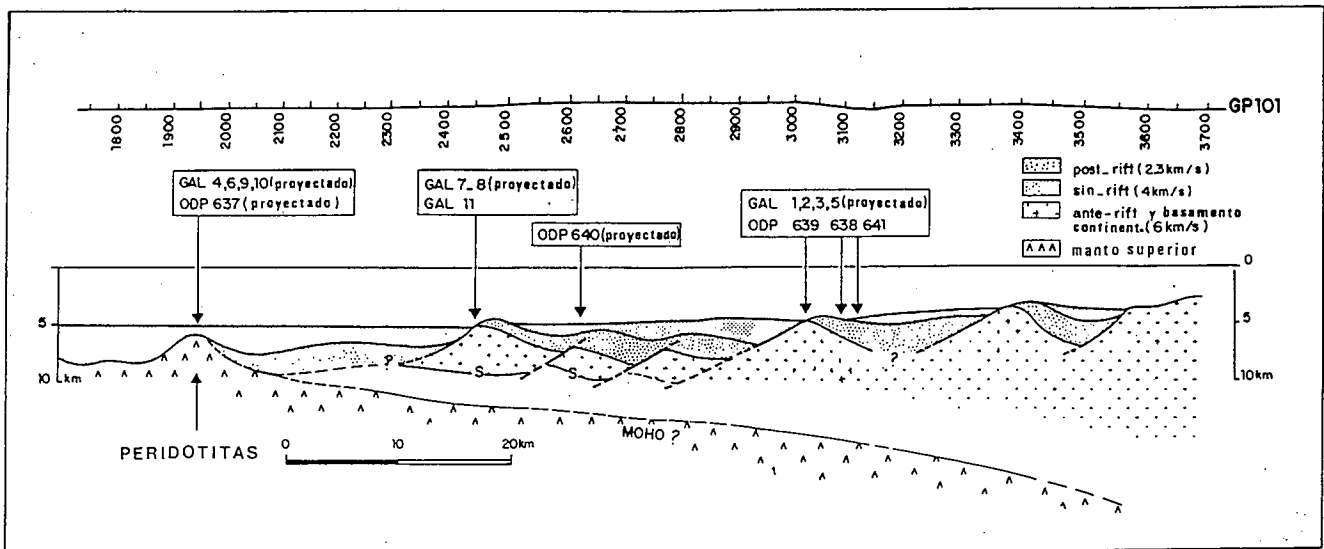


Fig. 2.—Corte esquemático del Margen de Galicia en la línea sísmica GP 101 (Uns. Fr. du Pétrole). S, «reflector S».

(1986): *C. R. Acad. Sc. París*, II, 303, 1719-1724.  
 Boillot, G. *et al.*; Recq, M. *et al.* (1987): *Tectonophysics*, 132, 335-342.  
 De Graciansky, P. *et al.*; Poag, C. W. *et al.* (1985): *Init. Repts. D. S. D. P.*, 80.  
 Groupe Galice (1979): *Init. Repts. D. S. D. P.*, 47, 2, 633-662.  
 Lallemand, S.; Maze, J. P.; Monti, S., y Sibuet, J. C. (1985): *Comptes rendus*, 300, II, 145-149.  
 Montadert, L.; De Charpal, O.; Roberts, D. G.; Guennoc, P., y Sibuet, J. C. (1979): In: *M. Ewing series 3, Amer. Geophys. Union.*, 154-186.  
 Mougénot, D.; Capdevila, R.; Palain, C.; Dupeuble, P. A., y Mauffret, A. (1985): *Comptes rendus*, 301, II, 323-327.

Recibido el 10 de febrero de 1987  
 Aceptado el 17 de febrero de 1987

**Comentarios**

*Miguel Doblas.*—En relación al interesante trabajo de Boillot *et al.*, existen dos modelos para explicar el proceso de rifting y apertura oceánica, el clásico y el de Wernicke. En relación con ellos preguntamos:

A) En la zona próxima del Golfo de Vizcaya se ha detectado sísmicamente un reflector subhorizontal S similar al que se describe en este trabajo, que ha sido interpretado de acuerdo a los dos modelos existentes. ¿Cuál de las dos teorías les parece más adecuada para explicar la formación del margen de Galicia?

¿Piensan ustedes que este margen pudiera estar eventualmente relacionado con el modo de extensión del Golfo de Vizcaya?

B) Según los datos expuestos en este trabajo parece deducirse que estamos ante un tipo de «margen del bloque superior» (Lister *et al.*, 1986) con fallas lítricas antitéticas a favor de las cuales se depositan los sedimentos sin-rift, y un detachment basal con movimiento distensivo hacia el E, originalmente subhorizontal en la zona, y que habría sido posteriormente abovedado al W de la figura 2, por el proceso mencionado antes.

¿Están los autores de acuerdo con esta interpretación?

¿En cuanto a la franja de materiales ultramáficos intruidos por diques, que se describe en este trabajo, podría explicarse como esta zona de máximo levantamiento por abovedamiento del detachment basal, donde se favorecerían las intrusiones de materiales más profundos (similarmente a lo que describe Spencer, 1985)?

C) ¿A la vista de que no se ha localizado sísmicamente el «detachment» basal representado en la figura 2 por debajo del reflector S, sería posible que este reflector representara de hecho tal detachment basal (o zona de transición dúctil-frágil según el otro modelo), como sugieren diversos autores para el mismo tipo de reflector S en el Golfo de Vizcaya?

D) El modelo de apertura oceánica a favor de grandes detachements basales de escala litosférica está siendo aplicado con éxito a diferentes segmentos de los márgenes pasivos atlánticos.

¿Piensan ustedes que este modelo podría explicar en conjunto el tipo de márgenes pasivos que se encuentran a lo largo del

borde atlántico y cantábrico de la Península Ibérica?

*Respuesta.*—La problemática que abordan las preguntas de M. Doblas no es realmente el objeto de esta nota. Nuestro planteamiento y opinión respecto a esas cuestiones, en lo referente al Margen de Galicia, la hemos expresado ya en trabajos previos (Boillot, Recq *et al.*, 1987; *Tectonophysics*, 132 y Boillot, Recq. *et al.*, 1976: *Bull. Centre Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine*, 10-1) en los cuales puede encontrar respuesta adecuada a sus preguntas.

*L. Sequeros.*—Me ha resultado interesante el hecho de que han encontrado materiales atribuibles al Tithónico. ¿Qué argumentos paleontológicos han permitido esta determinación?

Tal atribución puede ser de importancia para datar la edad de la apertura del Atlántico norte.

*Respuesta.*—Esas facies de plataforma carbonática, atribuidas al Tithónico, son similares a las perforadas durante el Leg 103 (ODP), en las cuales la datación se realizó mediante determinaciones de Tintínidos (cf. Boillot, E.; Wienterer, E. W. *et al.*, 1985, 1986). Por otra parte dichas facies pertenecen a la secuencia que precede a la fase principal de rift y testimonian exclusivamente que un ámbito marino somero ocupaba, en esa época, al menos parte de lo que posteriormente sería el Margen continental al W de Iberia. La edad de la apertura de este sector del Atlántico, si por apertura se extiende el inicio de la fase de acreción oceánica, es de sobra conocida y está bien documentada por la aparición de la Anomalía J (—110 m.a.).

## El plutón de Santa Eufemia (batolito de los Pedroches, Córdoba, España): un granitoide epizonal de tipo S

**A. García-Casco.** Universidad de Sevilla. Sección de Geología de La Rábida. Palos de la Frontera. 21819 Huelva.  
**E. Pascual** Universidad de Sevilla. Sección de Geología de La Rábida. Palos de la Frontera. 21819 Huelva.

ABSTRACT

*A petrogenetical approach is presented for a monzo-granite pluton (Santa Eufemia) in Los Pedroches Batholith (Central Iberian Zone, Iberian Massif, Spain).*

*From petrological and geochemical data, an S-type character is deduced, and P-T-X generation constraints, including magma source composition, are presented. Other previously suggested hypotheses, such as magma mixing, are to be rejected for the studied rocks.*

García-Casco, A. y Pascual, E. El plutón de Santa Eufemia (batolito de los Pedroches, Córdoba, España): un granitoide epizonal de tipo S. *Geogaceta*, 2, 56-59.

**Key words:** *Los Pedroches Batholith, Hercynian Belt, S-type granitoids, Petrogenesis, Metapelite crustal anatexis.*