

La depresión periférica y el lomo contourítico de Menorca: evidencias de la actividad de corrientes de fondo al N del Talud Balear

The Minorca peripheral depression and contourite drift: evidences for the activity of bottom currents on the northern balearic slope

J.P.B. Velasco; J.Baraza,(*) (**), M.Canals,(*) (**), y J.Balón,(***) (****)

(*) Unidad Asociada en Geociencias Marinas CSIC-UB

(**) Dpto Geología Marina y Oceanografía Física. Instituto de Ciencias del Mar-CSIC. Pº Juan de Borbón s/n, 08039 Barcelona.

(***) Dpto. Geología Dinámica, Geofísica y Paleontología. Univ. Barcelona. Núcleo Universitario de Pedralbes, 08071 Barcelona.

(****) School of Ocean Sciences, University of Wales - Bangor. Menai Bridge, Gwynedd LL59 5EY UK

ABSTRACT

A peripheral depression with a sediment drift on its N flank develop N and E of Minorca Island. Both are interpreted to result from the activity of bottom currents circulating parallel to the base of the island slope since the Pliocene. Evidences of the contouritic activity are: the presence of a depression with an erosive character, a sedimentary ridge with the typical characteristics of contourite drifts, and large sediment waves. The depression has a maximum width of 5 km, and a depth of 150-200 m, whereas the contourite drift reaches up to 150 km in length, is 25 km wide, and 100 m high. The sediment waves developed on the inner-flank of the contourite drift reach up to 5 km in length and 40 m in height. The genesis of all these structures is related to the circulation of the Mediterranean Deep Water (MDW) in the area. The steep island slope, devoided of sediment and deeply gullied, is considered as the potential source area for the sediments reworked by the currents. Further seaward, the contourite deposits are in lateral continuity with the deposits of the North-Balearic Basin and the Valencia Fan.

Key words: Contourite, deep bottom currents, Minorca slope, Western Mediterranean.

Geogaceta, 20 (2) (1996), 359-362

ISSN: 0213683X

Introducción-Objetivos

La "depresión periférica de Menorca" (Canals *et al.*, 1983; Díaz, 1984) se sitúa al NW de la isla de Menorca por debajo de los 2000 m de profundidad. Desde su descubrimiento (Mauffret, 1969) su génesis se ha relacionado con la actividad de corrientes de fondo circulando paralelamente a la base del talud (Mauffret y Sancho, 1970; Mauffret *et al.*, 1973). Los datos previos en la zona consistían en perfiles de sísmica de reflexión (Sparkler, 8000 J) sobre el sector más oriental de esta depresión. Recientemente (Mayo 1995) estos datos se completaron con la adquisición de un recubrimiento batimétrico detallado de unos 19.180 km² con sonda multihaz SIMRAD EM12, unos 700 km de perfiles de sonda paramétrica TOPAS de muy alta resolución (Fig. 1), así como 52 km de perfiles de sonar de barrido lateral de alta resolución TOBI. Los objetivos de esta campaña se centraron en adquirir un mejor conocimiento del significado sedimentológico de la depresión

sion periférica, en base a su caracterización morfológica, el establecimiento de la estratigrafía del cuerpo sedimentario adosado a la misma, y los procesos submarinos de erosión y transporte que los han generado.

Encuadre Geológico y Oceanográfico

Fisiográficamente, el margen continental al NE de la Isla de Menorca es de tipo intermedio, mientras que al E y SE es de tipo abrupto (Mauffret *et al.*, 1973; Hsü *et al.*, 1978; Serra *et al.*, 1979). El promontorio Balear está atravesado por un doble sistema de fracturas: NE-SW y NW-SE (Mauffret *et al.*, 1972). El segundo de estos sistemas se atribuye a la tectónica Miocena de las islas o al movimiento Oligo-Mioceno de apertura de las cuencas Balear y de Valencia. El llamado "accidente de Menorca" al NE de la isla, está relacionado con este sistema de fracturas y constituye el límite entre el talud de Menorca y la llanura abisal. En los perfiles de sísmica se le reconoce como una

zona de fractura formada por una serie de fallas menores que atraviesan los depósitos hasta el Mesiniense y el Plioceno inferior, manifestándose incluso en los depósitos Plio-Cuaternarios y llegando en algún caso a alcanzar la superficie del fondo.

Desde el punto de vista de la circulación oceanográfica, el Mediterráneo occidental es una cuenca semi-cerrada, cuya conexión con las grandes masas de agua al E y al W está parcialmente constreñida por los estrechos de Sicilia y Gibraltar. En él se ha identificado un sistema con tres capas características de agua: *Modified Atlantic Water-MAW* (superficie: 0-300 m) de origen atlántico, *Levantine Intermediate Water-LIW*, (intermedia: 300-700 m) originada en el Mediterráneo oriental y *Western Mediterranean Deep Water-WMDW*, (profunda: 700-2300 m) formada por la mezcla de las anteriores en los alrededores del Golfo de León (Millot, 1987). Estas tres capas muestran una circulación de tipo termohalino y carácter ciclónico, cuya dirección está controlada por las fuerzas geostróficas y de Coriolis,

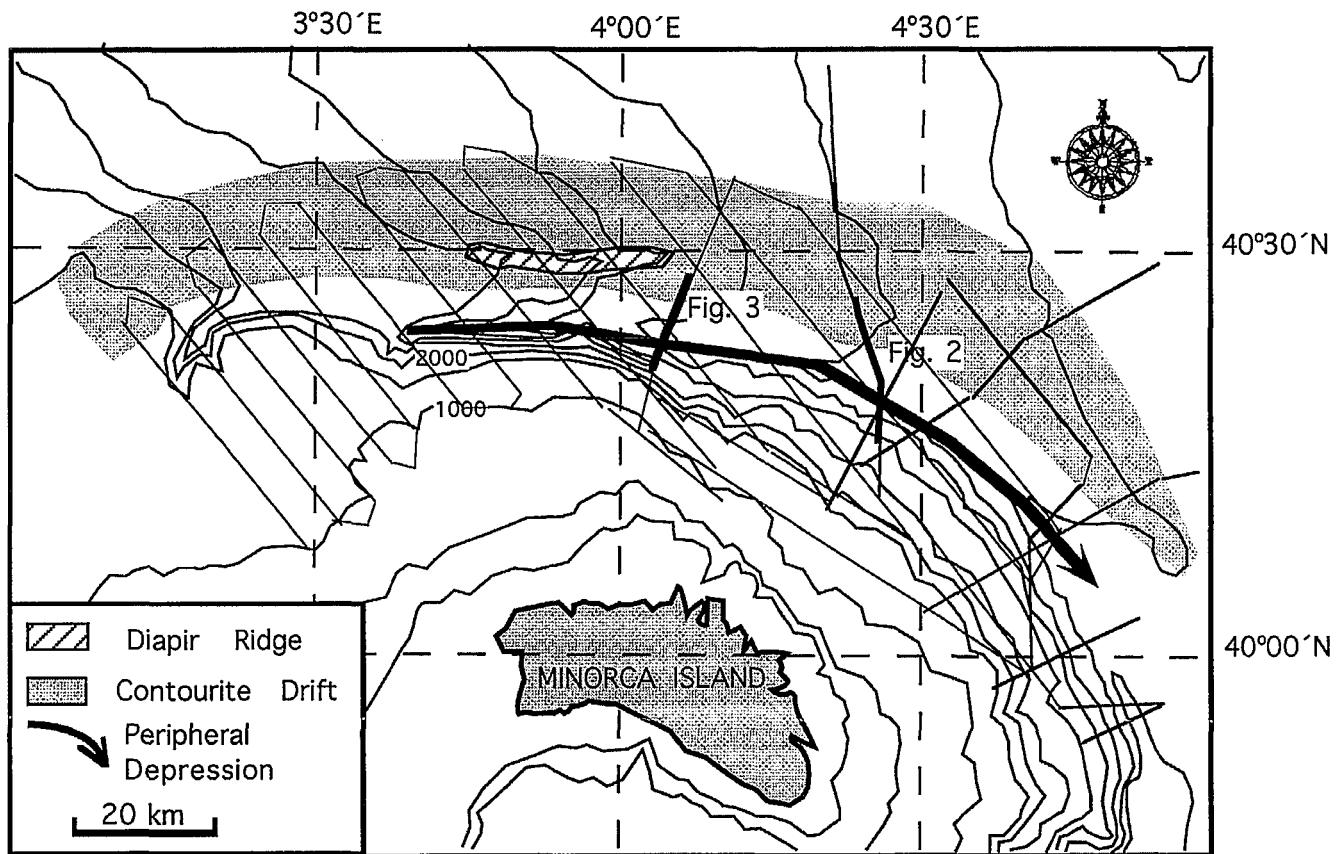


Fig. 1.- Mapa batimétrico simplificado del área estudiada, con indicación de las líneas sísmicas y batimétricas realizadas. El área sombreada indica la situación del cuerpo contourítico de Menorca y el tramo rayado la presencia de una cresta diapírica. La flecha en trazo grueso corresponde a la zona más profunda de la depresión periférica. Se indica la situación de los fragmentos de perfiles sísmicos mostrados en las Figuras 2 y 3.

Fig. 1.- Simplified bathymetric map of the study area, with indication of the seismic and bathymetric profiles obtained. The dashed area indicates the location of the Menorca drift, and the stippled area the presence of a diapiric ridge. Solid arrow corresponds to the deepest sector of the peripheral depression. The location of the seismic line fragments shown on Figures 2 and 3 is indicated.

así como por la topografía regional del fondo (Millot, 1987; La Violette *et al.*, 1990; Rhein, 1995).

Fisiografía

Dos de las características fisiográficas más notables del margen continental de la Isla de Menorca son la estrechez de su plataforma (10 km) y lo abrupto del talud continental al N y E de la isla (6°) que está controlado estructuralmente. El borde de la plataforma se sitúa a unos 180 m y el límite de la llanura abisal sobre los 2600 m . El talud al N se prolonga en el Valle y el Abanico de Valencia y el talud al E termina en la Cuenca Balear (Rehault, *et al.*, 1985). La superficie del fondo al N, y E de Menorca presenta una morfología suave, ocasionalmente interrumpida por pequeñas estructuras en forma de domos interpretados como diapiros de sales que, ocasionalmente, llegan a penetrar en los sedimentos suprayacentes e incluso a elevarse sobre el fondo. El área concreta estudiada se sitúa al pie del talud N de Menorca entre las latitudes $39^{\circ}45'\text{N}$ y

$40^{\circ}45'\text{N}$ y entre $3^{\circ}30'\text{E}$ y $5^{\circ}00'\text{E}$ de longitud y abarca un área total de unos 20.750 km^2 . La batimetría obtenida muestra al W un pequeño cañón submarino, y la parte N del abrupto talud y de la depresión periférica de Menorca y el lomo sedimentario adosado a la misma (Fig. 1). El Cañón submarino ha sido denominado como Cañón de Ciudadela (Canals *et al.*, 1995), se sitúa al NW de la isla y en su curso inferior bordea un promontorio de planta regular, a unos 200 m de profundidad, que delimita la cabecera de la depresión periférica. Las paredes que forman, tanto del talud de Menorca como las que bordean el promontorio en la cabecera de la depresión, aparecen fuertemente acarcavadas, indicando el importante desarrollo de procesos erosivos en las mismas.

La Depresión Periférica y el Lomo Contourítico de Menorca

La depresión periférica de Menorca se sitúa al N y E de la isla, al pie del talud continental, entre $3^{\circ}5'\text{E}$ - $40^{\circ}4'\text{N}$ y $4^{\circ}55'\text{E}$ - $40^{\circ}2'\text{N}$ (Fig. 1). Presenta una sec-

ción transversal ligeramente asimétrica, con pendientes variables, una profundidad media de unos 100 m y máxima de entre 150 - 200 m ; la parte más profunda se sitúa sobre el contacto de los depósitos de cuenca con el talud continental. La depresión se ensancha y suaviza su relieve progresivamente hacia el E, aunque su anchura media no llega a superar los 5 km (Fig. 3). La depresión como tal prácticamente desaparece a los $4^{\circ}45'\text{E}$, y en su lugar queda una suave morfología en "V" abierta en el contacto entre el talud de la isla y los depósitos de la cuenca. Adosado al N de la depresión se desarrolla un cuerpo sedimentario en forma de un montículo de planta longitudinal ligeramente arqueada que alcanza una longitud de 150 km , una anchura máxima de unos 25 km , y un relieve vertical de hasta 100 metros respecto al eje de la depresión (Fig. 2). La superficie del lomo sedimentario aparece nítidamente marcada; su morfología es relativamente suave y en determinadas zonas presenta ondulaciones de gran escala

(long. onda 2.5-5 km, altura 5-17 m) similares a olas de sedimento. En sección transversal, el lomo sedimentario es asimétrico y sus pendientes más elevadas en algunas zonas se desarrollan del lado de la depresión, y en otras del lado opuesto. Más hacia el E, la depresión aparece excavada en sedimentos recientes y el lomo sedimentario adosado a la misma suaviza su relieve hasta no llegar a resaltar sobre el fondo y constituir una simple continuación de los depósitos de la cuenca norbalear y del abanico de Valencia (Fig. 3).

La configuración interna del lomo sedimentario adosado a la depresión muestra una estructura general simple, en forma de montículo con reflectores desiguales paralelos a sub-paralelos de amplitud variable, en general de gran continuidad lateral, ocasionalmente interrumpidos, o incluso con estructura hummocky. Hacia el talud de la isla los reflectores se acuñan y presentan terminaciones en biselamiento basal, mientras que los reflectores más basales llegan hasta el pie del talud de Menorca con terminaciones solapantes (Fig. 2). Los reflectores de mayor amplitud aparecen próximos a la superficie y gradualmente en profundidad van haciéndose más débiles por absorción de la energía de la señal. La estructura general de los reflectores le confiere al lomo sedimentario una apariencia sigmoidal u ondulada, característica de los montículos contouríticos, que identifica las zonas de

aceleración o disminución de la velocidad de las corrientes de fondo. Esta geometría aparece únicamente modificada por las olas de sedimento antes referidas, que muestran una migración en dirección mar adentro en el flanco exterior del lomo sedimentario y en la vertical en el flanco interior del mismo. En el sector más oriental las unidades sedimentarias relacionadas con la depresión presentan una relación onlapante con el talud de la isla, de un modo similar al modelo de edificación de crestas contouríticas propuesto por Mougenot y Vanney (1982), asimismo se comprueba la migración de la "cresta" contourítica en dirección a la isla (Fig. 3).

Modificaciones estructurales

La presencia de diapiros de sal es evidente al N de la Isla de Menorca, así como en los sectores más profundos de la cuenca. En la zona estudiada, el efecto de alguno de estos diapiros en la sedimentación del lomo contourítico llega a tener cierta importancia. En algunos perfiles se observan diapiros penetrando los sedimentos más superficiales hasta alcanzar casi la superficie del fondo, así como huellas de "arrastre" en los depósitos situados en los flancos del diapiro. En superficie, la cresta formada por el diapiro aparece flanqueada por sendas depresiones, mientras que se reconocen algunas fallas menores orientadas SE-NW relacionadas

con la actividad diápica, que llegan a penetrar casi hasta la superficie del fondo.

Conclusiones

Los sectores al N y E de la Isla de Menorca aparecen ocupados por un sistema deposicional de carácter contourítico compuesto por una depresión que bordea la base del talud de la isla y un lomo deposicional adosado al N de dicha depresión. La depresión es relativamente suave y asimétrica y su base presenta un carácter erosional sobre la base del talud de la isla y progresivamente hacia el E un carácter agradacional en relación a los depósitos del lomo sedimentario. El lomo contourítico es asimétrico, y tiene una estructura interna simple, caracterizada por estratificación plana y paralela con acuñamientos hacia el eje de la depresión y una disposición de las unidades sedimentarias generalmente solapante. La superficie de dicho cuerpo sedimentario es suave y se ve localmente afectada por ondulaciones en forma de grandes olas de sedimento migrantes. Tanto una como otra estructura se interpretan como resultantes de la acción de corrientes de fondo, en particular de la masa de agua mediterránea profunda, circulando paralelamente a la base del talud nor-balear.

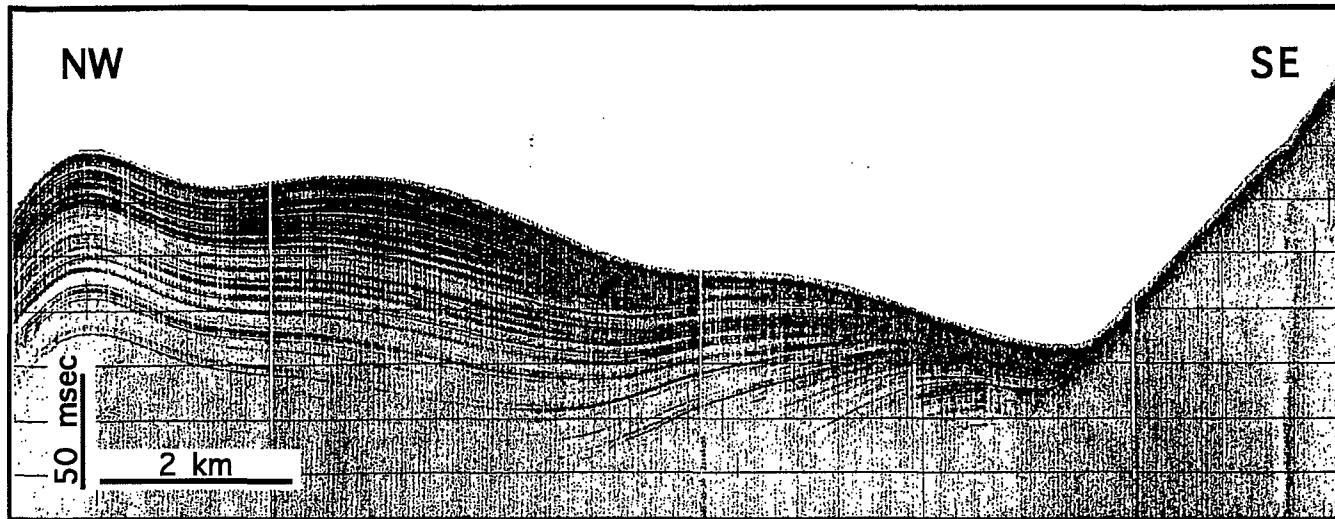


Fig. 2.- Perfil sísmico TOPAS de muy alta resolución en el sector central del cuerpo contourítico y depresión periférica de Menorca, que muestra las facies estratificadas y paralelas adelgazando y acuñándose hacia el eje de la depresión. Nótese el abrupto flanco del talud de la Isla de Menorca y la superficie suave y ondulada del cuerpo contourítico.

Fig. 2.- Very high-resolution TOPAS seismic profile in the central sector of the Minorca drift and peripheral depression, showing parallel stratified facies thinning and wedging out towards the axis of the depression. Note the steep flank of the Island of Minorca slope and the smooth, undulated surface of the drift.

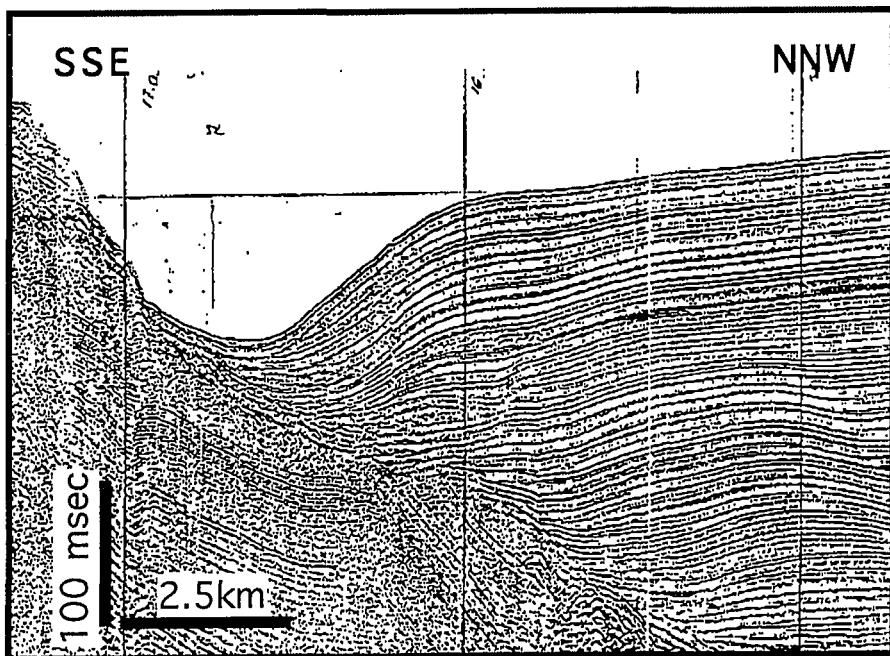


Fig. 3.- Perfil sísmico de alta resolución Sparker del sector oriental de la depresión periférica y cuerpo contourítico de Menorca, que muestra el solapamiento de los depósitos contouríticos sobre el talud de la isla, y una migración general de la base de la depresión hacia la isla.

Fig. 3.- High-resolution Sparker seismic profile of the eastern sector of the Minorca drift and peripheral depression, showing onlap of drift deposits onto the island slope, and an overall migration of the base of the depression towards the island.

Referencias

Agradecimientos

El presente trabajo se encuadra dentro de las actividades desarrolladas por la Unidad Asociada en Geociencias Marinas CSIC-Universidad de Barcelona. Los datos presentados fueron obtenidos en el marco de diversos proyectos de la CICYT (Ref. AMB94/706-CO2) y UE: EUROMARGE/NB del Programa MAST-II (MAS2-CT93-0053) y EASS del Programa "Human Capital and Mobility". El GRQ de la UB ha recibido el apoyo de la CIRIT - Generalitat de Catalunya (Ref. GRQ 94/95 1026). Se agradece la colaboración de todos los participantes en las campañas oceanográficas CO-82-2 y BIG-95, así como a las tripulaciones de los buques Cornide de Saavedra y Hespérides.

- Canals, M. Díaz, J.I., y Maldonado, A., 1983. *Proc. X Congreso N° de Sedimentología*, Menorca: 7.36-7.38.
 Canals, M. et al., 1995. *Informe Campaña BIG-95*. BIO Hesperides. (unpubl.).
 Díaz, J.I. 1984. *Tesis Licenciatura*, Universidad Zaragoza.
 Hsü, K.J., Montadert, L., et al., 1978. *Init. Rept. DSDP Washington*, 42: 59-150.
 La Violette, P.E., Tintoré, J., y Font, J., 1990. *J. Geophys. Res.*, 95(C2): 1559-1568.
 Mauffret, A., 1969. *Rev. Inst. Franç. du Pétrole*, 24 (7-8): 953-960.
 Mauffret, A., y Sancho, J., 1970. *Rev. Inst. Franç. du Pétrole*, 25 (6): 714-730.
 Mauffret, A., Auzende, J.M., Olivet, J.L., y Pautot, G., 1972. *Mar. Geol.*, 12: 289-300.
 Mauffret, A., Fail, J.P., Montadert, L., Sancho, J., y Winnock, E., 1973. *AAPG Bull.*, 57(11): 2245-2262.
 Millot, C., 1987. *Oceanol. Acta*, 10 (2): 143-149.
 Mougenot, D., y Vanney, J.R. 1982. *Bull. Inst. Geol. Bassin d'Aquitaine*, 31: 131-139.
 Rehault, JP., Boillot, G., y Mauffret, A., 1985. *in The Western Mediterranean Basin*, Springer-Verlag, Berlin: 101-129.
 Rhein, M., 1995. *J. Geophys. Res.*, 100 (C4): 6943-6959.
 Serra, J., Maldonado, A., y Riba, O., 1979. *Acta Geol. Hispánica*, 14: 494-505.