

# Fracturación y deformaciones sinsedimentarias en el Eratosthenes Seamount (Mediterráneo Oriental)

*Fracture systems and syn-sedimentary deformation structures in the Eratosthenes Seamount (Eastern Mediterranean)*

L.M. Nieto (\*) y J. Galindo-Zaldívar (\*\*)

(\*) Dep. Geología, Universidad de Jaén. 23071 Jaen

(\*\*) Dep. Geodinámica, Universidad de Granada. 18071 Granada

## ABSTRACT

The Eratosthenes Seamount is located in the Eastern Mediterranean, between the Levantine Platform to the South and the Cyprus Margin to the North. During the 3rd leg made by the R/V Gelendzhik (TREDMAR-1993 UNESCO Programme) they were made different seismic and sidescan sonar lines and nine gravity cores. We differentiate several areas taking into account the fault systems. A compressional zone located North to the Eratosthenes, related with the subduction of the African Plate beneath Eurasian Plate. An extensional area is situated in the top of the seamount, the northern and southern slopes. Another compressional zone is located south of the Eratosthenes, with reverse faults that separate the Levantine Platform from the seamount. In the Southwest area we have a complex system of faults that are grouped into two sets with N-S and NW-SE strikes. In relation with the fault systems there are three groups of synsedimentary deformational structures: slided sediments with preservation of internal features, slided sediments without preservation of internal structures, and structures related with the development of asymmetric basins.

**Key words:** Eastern Mediterranean, subduction, extensional faulting, compressional faulting, sliding.

Geogaceta, 16 (1994), 118-121

ISSN: 0213683X

## Introducción

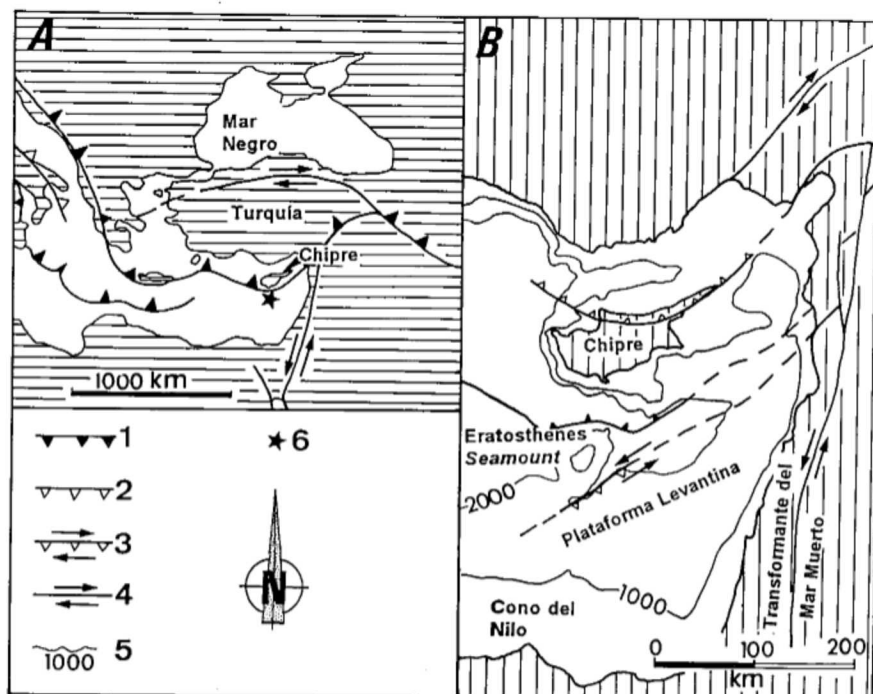
El Eratosthenes Seamount fue definido por Woodside (1977) en base a diferentes datos geofísicos y batimétricos. Se localiza entre los 33°-34° de latitud Norte y 32°-33° de longitud Este; la Plataforma Levantina se localiza al Sur y el margen de Chipre al Norte (fig. 1A y B). Tiene una batimetría media de 1.200 m. El contexto geológico (fig. 1B) en el que se sitúa está relacionado con la subducción de la Placa Africana bajo la

Placa Euroasiática. La zona de subducción, localizada al Sur de Chipre, está limitada al Este probablemente por la falla transformante del Mar Muerto, mientras que por el Oeste su límite lo

constituye el Escarpe de Sicilia-Malta (Robertson *et al.*, 1991). Se realizaron diferentes observaciones gravimétricas, magnéticas y sísmicas para definir la estructura cortical y sedimentaria de este

Fig. 1.— A. Situación geográfica del Eratosthenes Seamount. B. Contexto geológico. LEYENDA: 1. Zona de subducción. 2. Cabalgamiento. 3. Cabalgamiento con componente de salto en dirección. 4. Falla transformante. 5. Curva batimétrica. 6. Situación del Eratosthenes Seamount.

Fig. 1.— A. Geographic situation of the Eratosthenes Seamount. B. Geological setting. LEGEND: 1. Subduction zone. 2. Thrust. 3. Thrust with a strike-slip component. 4. Transform fault. 5. Bathymetric line. 6. Position of the Eratosthenes Seamount.



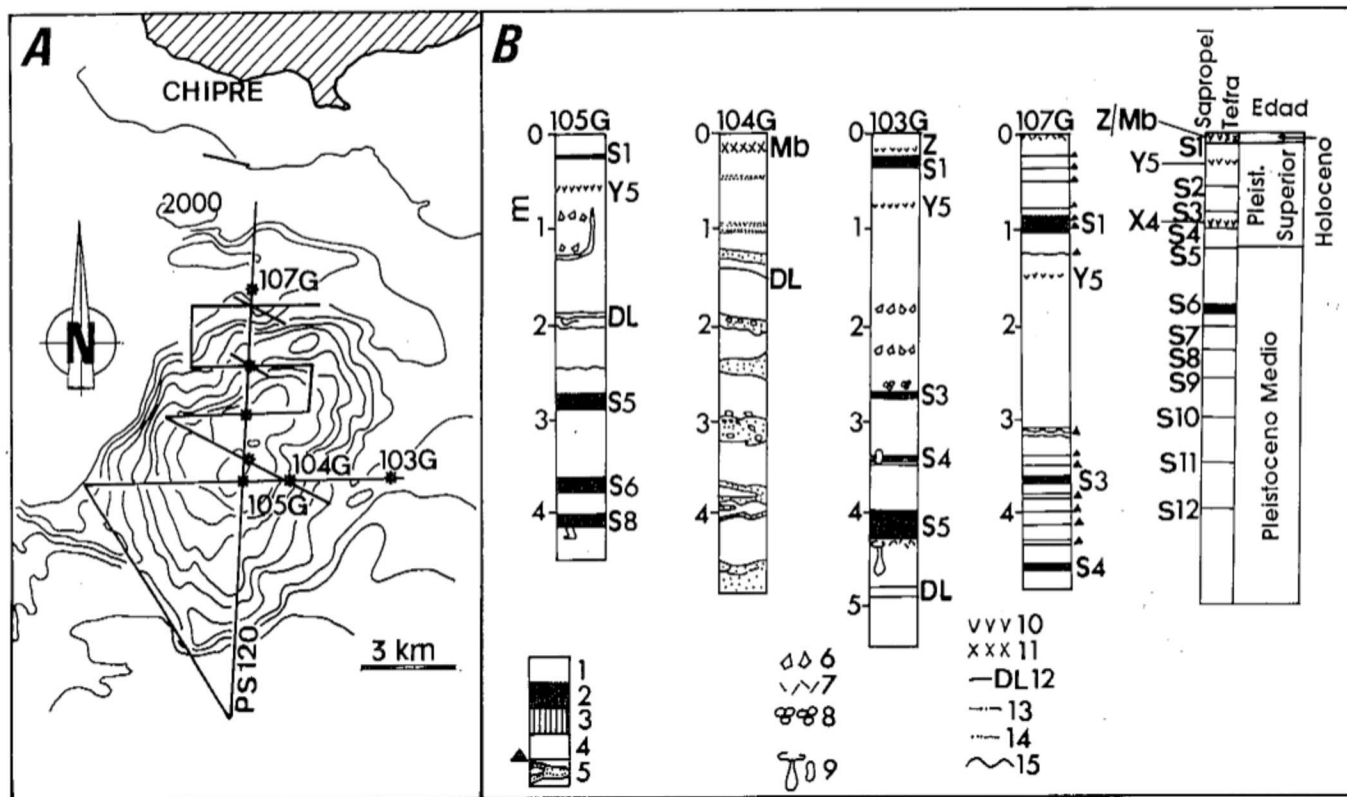


Fig. 2.— A. Líneas sísmicas, de OKEAN y de MAK-I realizadas. Situación de los testigos. B. Testigos de mayor interés y columna cronoestratigráfica en la que se representan los principales niveles de sapropeles, tefra y nivel guía. LEYENDA: 1. Sedimentos pelágicos. 2. Sapropel. 3. Material con alto contenido de sapropel. 4. Turbidita. 5. Slump. 6. Pterópodos. 7. Espículas de esponjas. 8. Foraminíferos. 9. Bioturbación. 10. Tefra. 11. Nivel guía (Mb). 12. Nivel oscuro (DL). 13. Nivel arcilloso. 14. Nivel arenoso. 15. Límite irregular.

Fig. 2.— A. Seismic, OKEAN and MAK-I lines. Situation of the gravity cores. B. Main gravity cores and chronostratigraphic column with the main sapropel levels, tephra and marker bed. LEGEND: 1. Pelagic sediments. 2. Sapropel. 3. Sediment with high content of sapropel. 4. Turbidite. 5. Slump. 6. Pteropods. 7. Sponge spicules. 8. Forams. 9. Bioturbation. 10. Tephra. 11. Marker bed (Mb). 12. Dark layer (DL). 13. Silty layer. 14. Sandy layer. 15. Irregular boundary.

seamount (Ben-Avraham y Nur, 1986; Woodside, 1986). Camerlenghi *et al.*, (1992) proponen que el Eratosthenes forma parte de un alto estructural mayor, constituido por un bloque continental con rocas volcánicas.

Durante el tercer Leg del Programa de la UNESCO TREDMAR-1993 en el barco oceanográfico Gelendzhik, se realizaron en el Mediterráneo Oriental diferentes líneas sísmicas de multicanal, de sonar de barrido lateral, OKEAN, y sonar de alta resolución, MAK-I (fig. 2A). Las líneas sísmicas y las de OKEAN se hicieron simultáneamente. La longitud total registrada fue de 440 km; se hizo una línea principal de dirección aproximada N5°E (PS 120) y otras de orientación E-W. Las líneas de MAK-I suman un total de 87 km y su dirección general es N120°E. Se muestrearon diferentes áreas utilizando distintos sistemas de toma de testigos, *gravity*, *kastenlot* y *box cores* (fig. 2A); el tratamiento de las muestras a bordo incluía el corte de los

testigos, su fotografiado, la descripción litológica detallada y el muestreo para análisis micropaleontológicos y sedimentológicos.

En el presente trabajo se estudian los diferentes sistemas de fracturas que controlan la estructura de este seamount, así como la relación entre éstas y las estructuras de deformación sinsedimentaria observadas en las líneas sísmicas y en los testigos obtenidos.

#### Facies litológicas y sísmicas

Del análisis de los testigos de pistón se han obtenido dos tipos generales de facies litológicas: las pelágicas y las resedimentadas, ambas de edad Pleistoceno medio-Holoceno. Mientras que los testigos con facies pelágicas se sitúan en la parte más alta del Eratosthenes (testigo TTR93-105G) y en la base de sus flancos (testigo TTR93-103G), los de facies resedimentadas se localizan en

los flancos de esta estructura (TTR93-104G y TTR93-107G). El primer tipo se caracteriza (fig. 2B) por la presencia de sedimentos autóctonos con niveles de sapropeles intercalados (S1, S3, S4, S5, S6 y S8, según la nomenclatura de Kidd *et al.*, 1978) y el nivel de tefra Y5 situado entre los sapropeles S1 y S3; la tasa de sedimentación varía entre 1,5 y 6,2 cm/10<sup>3</sup>a. Las turbiditas y los materiales deslizados son típicos de las facies resedimentadas; la tasa de sedimentación obtenida del estudio de estas muestras oscila entre 2,03 y 4,3 cm/10<sup>3</sup>a.

Se han diferenciado tres tipos de facies sísmicas: a) facies con reflectores de baja amplitud, paralelos y bastante continuos, que se atribuyen al Plioceno-Holoceno; b) facies con reflectores de alta amplitud, irregulares, posiblemente de edad Messiniense; y c) facies con reflectores oblicuos que se localizan en las cuencas asimétricas laterales al umbral pelágico.

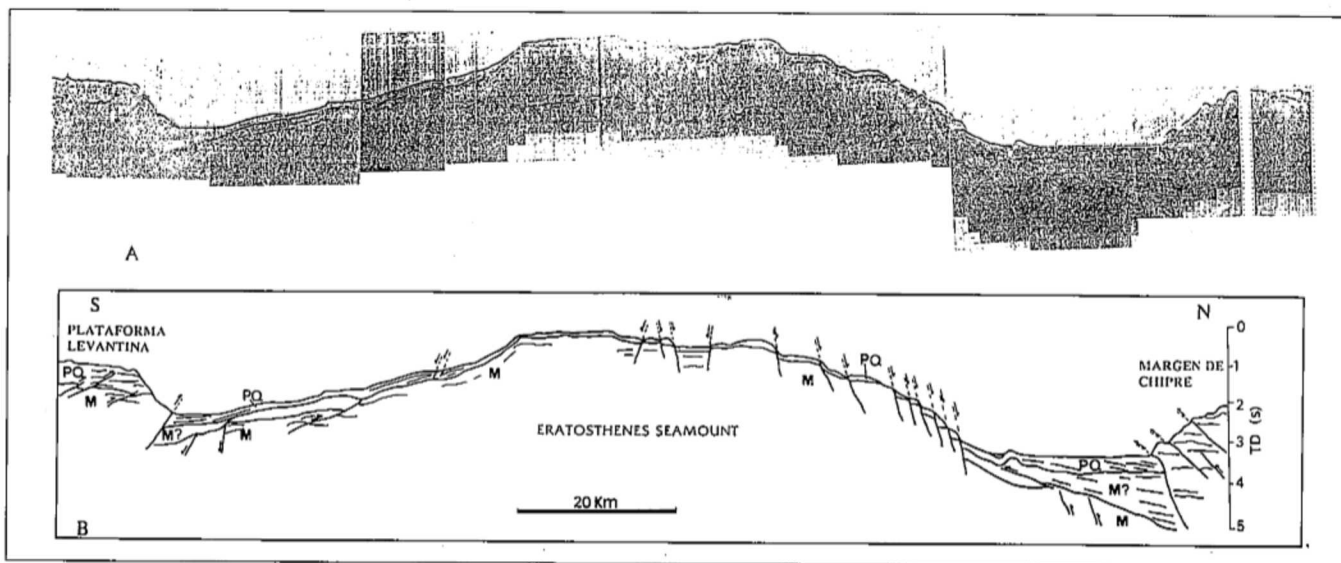


Fig. 3.— A. Perfil sísmico de dirección NSE (línea PS 120) en el Eratosthenes Seamount. B. Interpretación del perfil sísmico PS 120. LEYENDA: PQ: Materiales del Pleistoceno medio- Holoceno. M: Materiales del Mioceno (posiblemente Messiniense).

Fig. 3.— A. Seismic profile of general trend NSE (PS 120 line) on the Eratosthenes Seamount. B. Interpretation of the seismic profile PS 120. LEGEND: PQ: Middle Pleistocene materials. M: Miocene materials (Perhaps Messinian).

### Sistemas de fracturas

Se han diferenciado tres áreas en relación con los sistemas de fracturas. En el Norte existe una zona de subducción, con una dirección general N70°E y buzamiento al Norte; está representada por un cabalgamiento en el que el bloque de techo es la Placa Euroasiática, a la que pertenece Chipre, y el bloque de muro es la Placa Africana, donde está situado el Eratosthenes. En este último, hay fallas inversas en el basamento, próximas a la zona de subducción y con buzamiento hacia el Norte (fig. 3A y B); la cobertera sedimentaria está también deformada por pliegues en la base de la cuenca asimétrica. La formación de todas estas estructuras está relacionada con la subducción. En la parte superior de la cobertera sedimentaria hay un anticlinal y un sinclinal con vergencia hacia el Sur, igual que las fallas inversas. En el talud Norte y en la cumbre el umbral pelágico hay abundantes escarpes relacionados con fallas normales (fig. 3B). Estas se agrupan en dos sistemas principales, de direcciones N-S y E-W.

En el talud Sur se ha encontrado un único sistema de fallas con una dirección general N45°E y buzamiento hacia el Sur. En la base de este talud se puede observar el contacto entre la Plataforma Levantina y el Eratosthenes, que tiene una orientación general N60°E. El estudio de los perfiles sísmicos (fig. 3A y B)

indica que este contacto es un cabalgamiento, con un régimen probable sinistroso transpresivo. Finalmente, en el área Suroeste hay un complejo sistema de fallas tal vez normales y de desgarre con direcciones N-S y NW-SE.

### Estructuras de deformación sinsedimentaria

En relación con los sistemas de fracturas anteriores se han distinguido tres grupos de estructuras (fig. 3B) de deformación sinsedimentaria: a) deslizamientos de materiales con preservación de la estructura interna, b) deslizamientos de materiales sin mantenimiento de la estructura interna y c) estructuras en cuencas asimétricas.

El primer tipo se desarrolla en relación con la inestabilidad de taludes; los materiales tienen un ángulo de fricción de 4,4°. Los deslizamientos sin mantenimiento de la estructura interna se relacionan con escarpes de fallas, que tienen pendientes que oscilan entre los 50° y los 67°. Hay dos cuencas asimétricas principales relacionadas con el Eratosthenes. La cuenca septentrional está asociada con la fosa de la zona de subducción de la Placa Africana bajo la Placa Euroasiática. La tasa de subsidencia es más alta en el Norte de la cuenca, dado que en ella se produce la subducción bajo el margen de Chipre. Hay dos tipos de sedimentos en esta cuenca, los

materiales más antiguos se presentan como rellenos con una geometría de tipo *onlap* en relación con el basamento de la cuenca. Sobre estos, hay materiales con reflectores oblicuos con respecto a los anteriores y geometrías progradantes hacia el Norte; la relación entre ambos tipos de materiales es por medio de una discordancia angular. En el Sur del Eratosthenes, hay otra cuenca asimétrica. En ella, la tasa de subsidencia es mayor en la parte Sur, debido al cabalgamiento de la Plataforma Levantina sobre el Eratosthenes Seamount. Al igual que en el caso anterior, hay dos tipos de materiales, los más antiguos con reflectores paralelos y los más modernos con discordancias angulares entre sus reflectores; ambos tipos de materiales se relacionan por medio de una discordancia progresiva.

Por último, en la cumbre del Eratosthenes se pueden observar pequeñas cuencas asimétricas relacionadas con fallas normales, que están colmatadas. Los materiales del techo reposan discordantes sobre las fallas en algunos casos.

### Conclusiones

En el Eratosthenes Seamount se puede observar que tanto su parte meridional como septentrional están sometidas a compresión, con desarrollo de cabalgamientos y pliegues. Mientras que el sistema compresivo septentrional tiene

fallas inversas de dirección N70°E y buzamiento al Norte, y pliegues con ejes de dirección E-W que indican una dirección de compresión N-S, el sistema meridional tiene cabalgamientos de dirección N60E y deformación de tipo transpresivo sinistoso. Por contra, la cumbre del *seamount* está sometida a unas condiciones extensionales, con dos sistemas de fallas dominantes (uno E-W y otro N-S) en el talud Norte y un único sistema en el flanco Sur (de dirección general N45°E). En el área Suroeste predominan también las condiciones extensionales.

Los deslizamientos de materiales se relacionan con áreas extensionales; mientras que aquellos en los que hay conservación de la estructura interna predominan en el talud meridional y oriental, los deslizamientos con pérdida de la estructura interna se sitúan principalmente en el flanco septentrional. Esto indica que la actividad tectónica no es igual en todas las partes del Eratosthenes: es más intensa y brusca en el ta-

lud septentrional (más próximo a la zona de subducción) que en los flancos meridional y oriental, donde la deformación muestra un carácter más progresivo. Por último, en las áreas sometidas a compresión se desarrollan cuencas asimétricas; los materiales que las rellenan presentan estructuras de *onlap*, discordancias angulares y discordancias progresivas, lo que pone de manifiesto que el basculamiento en estas cuencas y la sedimentación fueron simultáneas, al menos, durante el Pleistoceno medio-Holoceno.

Del análisis del relleno de las pequeñas cuencas asimétricas existentes en la cumbre del Eratosthenes se deduce que la mayor parte de las fallas normales que afectan a este área del *seamount* no son activas en la actualidad.

#### Agradecimientos

La financiación de este trabajo se ha hecho con cargo al proyecto de la E.S.F.

TREDMAR-1993, en el que participa la Universidad de Granada, así como a los proyectos PB90-0853 y PB90-0860-C03-01 financiados por la CICYT.

#### Referencias

- Ben-Avraham, Z. y Nur, A. (1986). *Geol. Rundsch.*, 75, 209-217.
- Camerlenghi, N. Chamot-Rooke, M.B. Cita, B. Della Vedova, D. Kempler, W. Hieke, H.B. Hirschleber, K.A. Kastens, Y. Mart, F.W. McCoy, L. Mirabile, A. Polonia, M. Rebesco, A.H.F. Robertson (1992). *ODP Drilling Proposal*, n. 330.
- Kidd, M. B. Cita, y W. B. F. Ryan (1978). *Init. Rep. D.S.D.P.*, 42(1), 421-443.
- Robertson, A.H.F.; Eaton, S.; Follows, E.J.; y McCallum, J.E. (1991). En: Macdonald, D.I.M. ed. *Spec. Publ. Int. Ass. Sediment*, n. 12. Blackwell. 331-369.
- Woodside, J.M. (1977). *Mar. Geophys. Res.*, 3, 317-354.
- Woodside, J.M. (1986). *Contribution of The geological Survey of Canada*, no. 26886. 2319-2329.