

# Estructuración sedimentaria de los depósitos de alto nivel Holoceno del delta del Río Guadalhorce (Malaga)

*Holocene highstand deposits sedimentary structure on delta of Guadalhorce River (Malaga)*

L.M. Fernández-Salas (\*), F.J. Hernández-Molina (\*), L. Somoza (\*\*), J.J. Villalain (\*\*\*), B. Guerrero (\*\*\*), J.J. Alonso (\*\*\*\*), y V. Diaz-del Rio

(\*)Dpto. Geología. Facultad de Ciencias del Mar. Polígono del Río San Pedro s/n. Apdo. 40. 11510 Puerto Real. Cádiz

(\*\*) Geología Marina. Instituto Tecnológico Geominero de España, Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid.

(\*\*\*) Dpto. Geofísica. Facultad de Ciencias Físicas. Univ. Complutense. 28040 Madrid.

(\*\*\*\*) Dpto. Física Aplicada. Facultad de Ciencias del Mar. Polígono del Río San Pedro s/n. Apdo. 40. 11510 Puerto Real. Cádiz

(\*\*\*\*\*) Centro Oceanográfico de Mar Menor (IEO) c/ Magallanes s/n Apdo. 22. 30740 San Pedro del Pinatar. Murcia

## ABSTRACT

*Holocene highstand deposits over the northern continental shelf of the Alboran Sea in the Guadalhorce river area, have been studied by means of high resolution seismic profiles and vibrocorer samples, and the high resolution stratigraphic characterization have been carried out. These deposits developed constitute a thick sedimentary wedge composed of five seismic units: unit 1.- aggradational and transparent; unit 2.- a weak one with an oblique-progradational configuration; unit 3.- aggradational and transparent; unit 4.- a weak one with a sigmoidal-oblique progradational configuration, and unit 5.- aggradational and transparent. This structure is a consequence of two "major" relative sea levels asymmetrical cycles that took place in the Late Holocene, and were modulated at a minor scale by four sea levels cycles: a) 3600-3000 y; b) 2500-2000 & 1000-800 y; c) 400-300 y and d) 300-250 y. These minor cycles could be global and could generate asymmetrical microsequences in the sedimentary record.*

**Key words:** Alboran Sea, Holocene, highstand deposits, deltas, continental shelf, cyclicity

*Geogaceta*, 20 (2) (1996), 412-415

ISSN: 0213683X

## Introducción

La estructuración interna de los depósitos de alto nivel durante el Holoceno terminal ha constituido una importante línea de investigación que se ha ido desarrollando desde los años cuarenta, centralizándose en la mayoría de los casos en el estudio de cuerpos deltaicos. Shepard *et al.*, (1960), Scruton (1960) y Galloway (1975) publicaron los primeros trabajos de la estructura interna de los deltas holocenos. Posteriormente otros autores (Miall, 1984; Aloisi, 1986; Nitrouer *et al.*, 1986; Kindinger, 1988; Swift *et al.*, 1991; entre otros) han realizado estudios detallados, considerando a los deltas holocenos como un único cuerpo sedimentario con diferentes facies y subambientes deposicionales. Recientes estudios de estratigrafía de alta resolución, y la aplicación de la estratigrafía secuencial a los medios sedimentarios holocenos, han determinado que la estructuración vertical y la evolución horizontal de los deltas está condicionada por procesos alocíclicos (oscilaciones eustáticas de alta y muy alta frecuencia) que condicionan el desarrollo de cuerpos sedimentarios menores (Gensous *et al.*, 1993; Belloti *et al.*, 1994; Hernández-Molina *et al.*, 1993, 1994).

En el presente trabajo se presentan los resultados del análisis de estratigrafía de alta resolución de los depósitos de alto nivel holocenos relacionados con el delta del río Guadalhorce (Málaga. Fig. 1a). El río Guadalhorce constituye el cauce fluvial más importante que desemboca en el Mar de Alborán, con un régimen continuo aunque con prolongados periodos de estiaje. Posee una cuenca de 3.158 km<sup>2</sup> y un cauce de 160 km. de longitud; capta agua de las sierras de Mijas, Tolox, Yagües y Abdalajis, lo que da lugar a caudales importantes, y por tanto a un delta extenso. En el área estudiada los depósitos de alto nivel están constituidos por el delta del Río Guadalhorce, que alcanza espesores de hasta 70 metros, y por los depósitos del prisma litoral con espesores que localmente alcanzan los 50 m (área ubicada entre el Arroyo de la Miel y Benalmádena. Fig 1b). Se destaca el hecho de que el Río Guadalmedina no llega a generar un cuerpo deltaico bien desarrollado (Fig 1b). La dinámica sedimentaria reciente tiene una dirección hacia el SW entre Málaga y Torrequebrada, y hacia el SE entre Fuengirola y Torrequebrada. En la primera zona se favorece la dinámica hacia el SW al estar ésta al resguardo de la influencia directa de la corriente Atlántica entrante en el Mar Alborán, que favorece el establecimiento de una dinámica general

hacia el E-SE (Stanley *et al.*, 1975; Cano y García, 1991).

El estudio realizado se ha llevado a cabo utilizando perfiles sísmicos de alta y muy alta resolución (3.5 kHz. y Geopulse, 175 J) obtenidos en cuatro campañas de prospección geofísica, y mediante el análisis de cuatro "vibro-corer" (T-6; T-7; T-10 y T-11. Fig. 1a) realizados dentro del proyecto ECO-MÁLAGA del Instituto Español de Oceanografía (1993-1994). Se ha realizado un detallado análisis sísmo-secuencial con los datos sísmicos, mientras que con las muestras obtenidas en los sondeos se han realizado análisis granulométricos, calcimétricos, paleomagnéticos y radiométricos (<sup>14</sup>C). Posteriormente, el tratamiento estadístico y el análisis espectral de máxima entropía (Konyaev, 1990), han permitido determinar y cuantificar la ciclicidad en la estructuración y en el aporte sedimentario. Las dataciones mediante <sup>14</sup>C han permitido realizar un encuadre temporal general, mientras que las curvas de inclinación magnética han sido utilizadas como método indirecto de datación y por tanto han permitido una aproximación cronoestratigráfica, obteniendo la edad de los depósitos a partir de la comparación con otras curvas maestras (Turner y Thompson, 1981; Gensous *et al.*, 1993).

Por otra parte, la susceptibilidad y el módulo de la NRM (imantación remanente natural), ambos por unidad de masa, se han utilizado también como parámetros que permiten la caracterización de las

### Estructuración sedimentaria de los cuerpos de alto nivel

El análisis de los perfiles sísmicos permite diferenciar cinco unidades sísmicas (Fig. 2): a) *Unidad sísmica 1*: unidad de configuración agradante paralela y transparente, si bien localmente presenta algunos reflectores internos con una escasa amplitud. Presenta una forma en cuña. b) *Unidad sísmica 2*: unidad progradante con terminación en downlap respecto a la discontinuidad inferior y top lap respecto a la discontinuidad superior. Su configuración es progradante tangencial-oblicua con reflectores que distalmente van perdiendo amplitud. Dentro de la unidad 2 se observa discontinuidades menores siendo posible distinguir, al menos, tres cuerpos menores. La discontinuidad basal de la unidad 2 se caracteriza hacia la desembocadura del río Guadalhorce por presentar un apantallamiento acústico debido a la presencia de gases en el sedimento. c) *Unidad sísmica 3*: unidad transparente de configuración agradante, y forma lenticular. Esta unidad, si bien posee un amplio desarrollo lateral, está a techo erosionada por la unidad superior y su espesor varía considerablemente de unas zonas a otras. d) *Unidad sísmica 4*: unidad caracterizada por presentar un downlap respecto a la discontinuidad inferior y una concordancia respecto a la discontinuidad superior, una configuración progradante sigmoidal-oblicua y una forma de cuña que fosiliza las unidades descritas anteriormente. Dentro de la unidad 4 se observa discontinuidades menores siendo posible distinguir cuerpos menores e) *Unidad 5*: es una unidad sísmica transparente de reducida potencia y de características sísmicas similares a la unidad 3.

Los "vibro-corer" T-6, T-7, T-11 y T-10 han sido posicionados con el objeto de caracterizar las unidades sísmicas anteriormente descritas y de su estudio se ha determinado con detalle la estructuración vertical de las mismas, caracterizando y cuantificando los cuerpos sedimentarios menores de que están compuestos. En el presente trabajo se describe el sondeo T-7 (Fig. 2 y Fig. 3I) extraído en el prodelta del Río Guadalhorce, siendo posible en función del contenido en carbonatos y del tamaño medio de grano, distinguir tres tramos que de base a techo del sondeo son los siguientes:

**Tramo 1a.** (400 cm -280 cm). El tamaño medio de grano varía entre los 8.16 y 9.9 phi, tomando como valor medio 8.95 phi, y aumentando de base a techo. El contenido en carbonatos alcanza su valor más alto a la base (53.88%) y el menor a techo (38.84%). La selección se mantiene constante con valores entorno a 2 phi. La asimetría y la angulosidad

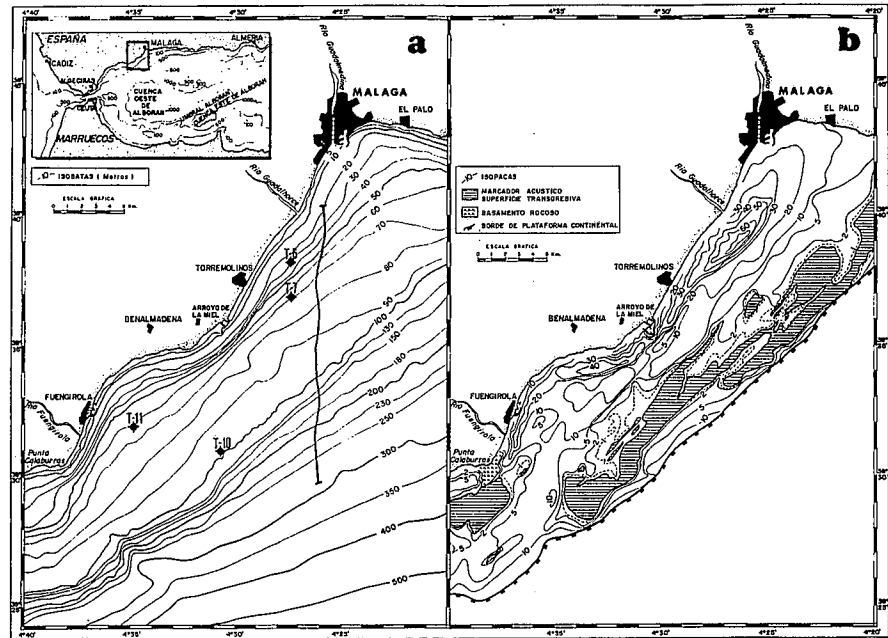


Fig. 1.- Encuadre del área geográfica: a) caracterización batimétrica y localización del perfil sísmico presentado en el presente trabajo, así como de los cuatro "vibrocorers" estudiados. b) Isopacas de los depósitos de alto nivel holocenos.

Fig. 1.- Geographic framework of the study area: a) bathymetrical characterization, seismic profile and vibrocorers locations. b) Isopach map of the Holocene highstand deposits.

sostienen sus valores con poca variación, la primera entre 4 y 6 phi y la segunda entre -0.7 y -1.64 phi, excepto entre los 310 y 320 cm donde la primera decrece y la segunda aumenta. En este tramo la susceptibilidad magnética posee un valor medio de  $1,62 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ , y módulo de la NRM de  $6,97 \cdot 10^{-5} \text{ Am}^2 \text{ kg}^{-1}$ . Ambos valores mantienen una tendencia de decrecimiento de base a techo. Al contrario, la inclinación magnética presenta una tendencia de aumento de su valor, tomando como valor medio de este tramo  $38,03^\circ$ .

**Tramo 1b.** (270 cm-150 cm) El tamaño medio de grano se mantiene aproximadamente constante, con un valor medio de 9.95 phi. El contenido en carbonatos oscila entre 32.86 y 57.49%, tomando como valor medio 42.45%, notándose como el tanto por ciento en carbonatos cambia a partir de los 190 cm, alcanzando su valor máximo a los 150 cm de la superficie. La selección aumenta hacia techo, la asimetría se mantiene constante en torno a -2 phi, y la angulosidad tiene un mayor grado de variación, alcanzándose sus máximos valores en la base y en el techo del tramo. La susceptibilidad magnética comienza a aumentar tomando como valor medio  $1,68 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ , la intensidad, con un valor medio de  $6,2 \cdot 10^{-5} \text{ Am}^2 \text{ kg}^{-1}$ , y la inclinación, con  $48,18^\circ$  de valor medio. Ambos valores mantienen una tendencia de decrecimiento de base a techo, sin embargo, la inclinación magnética presenta una tendencia de aumento.

**Tramo 2.** (140 cm-superficie del sondeo) El tamaño medio de grano toma el valor medio de

9.51 phi, alcanzando a los 10 cm de la superficie el valor máximo del sondeo (11.25 phi). El valor medio del contenido en carbonatos es de 52.57%, continuando la tendencia de aumento hacia techo ya iniciada a partir de los 190 cm. La susceptibilidad magnética, con un valor medio de  $1,73 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ , presenta una tendencia de crecimiento alcanzando el valor máximo ( $1,99 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ ) a los 20 cm de la superficie, y la intensidad sigue decreciendo hasta los 40 cm de profundidad, donde invierte esta tendencia. La inclinación dentro de su tendencia general de subida de sus valores, disminuye ésta y la invierte también sobre los 40 cm.

Estos tres tramos, permiten caracterizar el sondeo de forma general, no obstante como puede observarse en la Figura 3-I, se determinan oscilaciones de rango menor en todas las variables estudiadas, siendo posible definir microsecuencias a partir de la relación asimetría-angulosidad del tamaño medio de grano y de las relaciones grava+arena-limo-arcilla, destacándose su carácter cíclico y una marcada asimetría en el cambio de las variables.

### Ciclos asimétricos de cambios del nivel del mar: discusión

Con el estudio realizado se puede determinar que los depósitos de alto nivel holocenos en relación con el Río Guadalhorce, y muy especialmente su delta, están compuestos por cinco unidades sísmicas. El depósito de la unidad 1 se relaciona con el intervalo del último máximo eustático, y las cuatro unidades res-

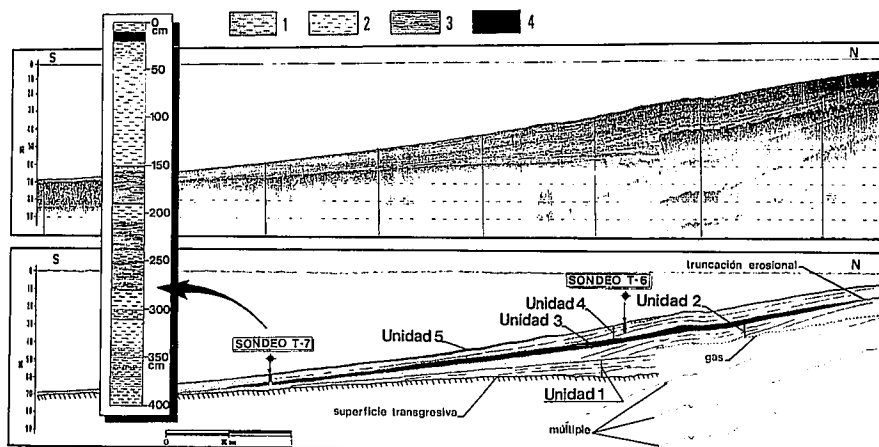


Fig. 2.- Perfil sísmico de alta resolución (3.5 kHz) en el delta del río Guadalhorce. Se muestran las unidades sísmica y la posición del sondeo T-7. 1: Arcilla gruesa, 2: Arcilla media, 3: Arcilla fina, 4: Arcilla muy fina.

Fig. 2.- High resolution seismic profile (3.5 kHz) on the delta of the Guadalhorce river. Seismic units and T-7 vibrocoer positioned are remarked. 1: Coarse clay, 2: Medium clay, 3: Fine clay, 4: Very fine clay.

tantes, se encuentran en su conjunto en disposición progradante sobre una superficie de máxima inundación (MFS) y pueden ser atribuidas (Hernández-Molina *et al.*, 1994) a un modelo de desarrollo incipiente de cortejo sedimentario de alto nivel del mar (Early HST de Vail *et al.*, 1991) en relación con una etapa de estabilización de la tendencia eustática global durante el Holoceno. No obstante, el desarrollo de unidades progradantes y agradantes de amplio desarrollo y continuidad lateral, sin variaciones ni cambios laterales entre ellas, así como la existencia de cuerpos menores implica un condicionante vertical en el desarrollo de las unidades diferenciadas. La configuración de los reflectores dentro de las unidades diferenciadas, estaría controlada por oscilaciones eustáticas de alta frecuencia, en relación con los ciclos que modulan la estabilización de la tendencia eustática general. Oscilaciones eustáticas con fluctuaciones verticales muy grandes producidas durante los últimos 6.000 años, han sido descritas por numerosos autores (Fairbridge, 1961; Pirazoli, 1992; Somoza *et al.*, 1992), en relación con cambios climáticos de corto periodo e intervalos de alta actividad solar. A su vez, estudios sobre la evolución de flechas playeras holocenas en las costas de Almería, han mostrado fases de crecimiento y acreción y fases de erosión y destrucción, relacionadas con ascensos y descensos del nivel del mar respectivamente, determinándose dos grandes cuerpos progradantes desarrollados entre 6.400-3.800 años BP y 2.300-1.000 años BP respectivamente (Somoza *et al.*, 1992). Desarrollándose durante las fases de descensos relativos la progradación deltaica, mientras que durante las fases de ascensos, la agrada-

ción deltaica, lo que permite deducir al menos dos ciclos eustáticos de cierta importancia durante los últimos 6.000 años. Las dos unidades progradantes de los cuerpos deltaicos holocenos podrían ser cronológicamente correlacionables con los intervalos progradantes de los ambientes litorales, propuestos por Somoza *et al.*, (1992), y con los "ciclos P" de cambios relativos del nivel del mar ( $P_4$  y  $P_3$ ) que Hernández-Molina *et al.*, (1994) determinaron en distintas áreas de la plataforma continental española.

Los datos obtenidos en los sondeos permiten observar con mayor resolución estratigráfica la estructuración de las unidades sísmicas, y por consiguiente, la estructuración de los ciclos P obtenidos a partir de los perfiles sísmicos. Mediante el análisis espectral de máxima entropía realizados a todos los datos de los sondeos se ha detectado que a una menor escala temporal la estructuración sedimentaria de los depósitos de alto nivel es cíclica y de carácter asimétrico. En función de las dataciones realizadas, y con las reservas de la metodología empleada se han determinado cuatro ciclos menores: a) **ciclos de 3600-3000 años:** ciclos de periodicidad similar son los eventos globales neoglaciales determinados por Denton y Karlen (1973). b) **ciclos de 2500-2000 años y 1000-800 años:** las periodicidades de los ciclos planetarios de la serie NUL (Fairbridge y Hillaire-Marcel, 1977), o bien, ciclos fríos de escala global sugeridos en registros de fluctuaciones de glaciares Holocenos (Denton y Karlen, 1973) se encuentran en el mismo rango de ocurrencia. Las ciclicidades en torno a los 2200 años detectadas por Ruddiman y McIntyre (1981), se las atribuyen a cambios en el régimen

de corrientes oceánicas y con reajustes internos en las características hidrodinámicas en los intervalos de deshielos. Periodos de 960 años parecen estar conectados con cambios climáticos abruptos (Overpeck, 1990) y con periodos de la conjunción de los principales planetas (Fairbridge y Hillaire-Marcel, 1977). Estos ciclos, podrían ser relacionados con los "ciclos h" de Hernández-Molina *et al.*, (1994) c) **ciclos de 400-300 años:** Ciclos con este rango de ocurrencia han sido determinados en el crecimiento de los cuerpos litorales separados por "gaps" sedimentarios encontrados por Zazo *et al.*, (1994) en la costa de Almería y del Golfo de Cádiz. d) **ciclos de 300-250 años:** las ciclicidades de cuarto de milenio se atribuyen a transiciones globales de condiciones cálidas a otras más frías (Mann *et al.*, 1995).

Si bien, en el presente trabajo, se ha mostrado los resultados del sondeo T-7, es importante resaltar que los resultados de la aplicación del análisis de máxima entropía ha permitido obtener ciclos a partir de diferentes datos con edades correlacionables en los cuatro sondeos estudiados (Fernández-Salas, en preparación). Este hecho pone de manifiesto que el origen de la ciclicidad es necesariamente de carácter externo, y global. No obstante, se han determinado otros ciclos no correlacionables entre los distintos parámetros y cuyos periodos son exclusivos de algunas variables, lo que sugiere que se corresponden con fenómenos de carácter local.

### Conclusiones

Los depósitos de alto nivel del mar holocenos del margen septentrional del Mar de Alborán en el área del río Guadalhorce generan una cuña sedimentaria de potencia variable, que se estructura verticalmente en cinco unidades. **Unidad 1;** agradante paralela, **Unidad 2,** semitransparente con configuración de los reflectores oblicuo-progradacional, **Unidad 3;** agradante-transparente, **Unidad 4,** semitransparente con configuración de los reflectores sigmoidal-oblicua, y **Unidad 5;** agradante-transparente. La unidad sísmica 1 se relaciona con el intervalo de máximo eustático holoceno que tuvo lugar hace 6.500 años. La disposición del resto de las unidades en su conjunto, permite atribuirles al desarrollo incipiente de un cortejo sedimentario de alto nivel del mar, internamente estructurado en relación con dos ciclos de variación relativa del nivel del mar. Ambos ciclos han afectado a la tendencia general eustática, y han condicionado los procesos aloccíclicos que generan cuerpos progradantes durante los periodos de descensos y cuerpos agradantes durante los periodos de ascensos. A su vez, estas oscilaciones "mayores", están moduladas por al menos cuatro ciclos menores: a) **ciclos de 3600-3000 años;** b) **ciclos de 2500-2000 años y 1000-800 años;** c)

ciclos de 400-300 años.. y d) ciclos de 300-250 años. Dichos ciclos desarrollan microsecuencias asimétricas a diferentes escalas.

**Agradecimientos**

Nuestro sincero agradecimiento a la tripulación del B/O "Odón de Buen", por su gran profesionalidad y ayuda en las campañas oceanográficas EcoMálaga en 1993 y 1994.

**Referencias**

Aloisi, J.C. (1986): *Sur un modele de sedimentation deltaique contribution a la connaissance des marges passives*. These Univ. Perpignan. 162 pg.

Cano, N. y García, J.M. (1991); *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 1(2): 114-125.

Dabrio, C.J. (1984); *Ciclos de Seminarios de Sedimentología (IGME)*, 1: 131-191

Denton, G. y Karlen, W. (1973); *Quat. Res.*, 3: 155-205.

Dias, J.M.A. (1987); *Dinâmica sedimentar e evolução recente da plataforma continental stentrional portuguesa*. Tese de doutoramento (Inedita), 384 pp

Fairbridge, R.W. y Hillaire-Marcel, C. (1977); *Nature*, 268: 413-416.

Fairbridge, R.W. (1961); *Phy. Chem. Earth*, 4:99-185.

Galloway, W.E. (1975); *Houston Geol. Soc.*, 87-89.

Gensous, B., Williamson, D. y Tesson, M. (1993); *Inter. Assoc. Sediment., Spec. Pub.*, 18: 197-211.

Hernández-Molina, F.J., Somoza, L., Rey, J., y Pomar, L. (1994); *Mar. Geol.*, 120: 129-174.

Hernández-Molina, F.J.; Vázquez, J.T.; Somoza, L. y Rey, J. (1993); *Geogaceta*, 14:40-45.

Kindinger, J.C. (1988); *Mar Geol.* 83:73-94.

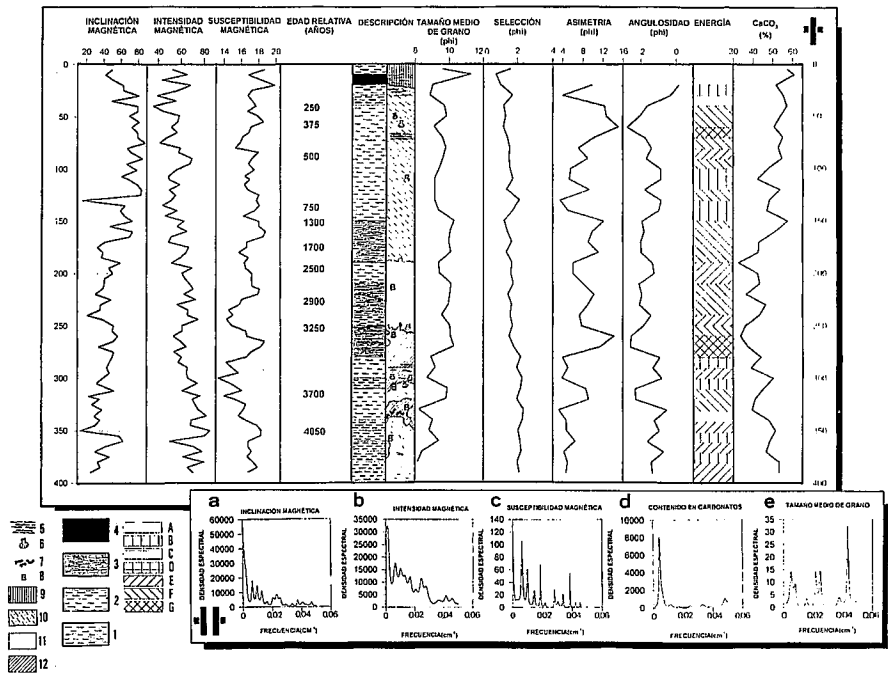
Konyaev, K.V. (1990); *Gidroliteoizdat Publishers*.

Mann, M.E., Park, J. y Bradley, R.S. (1995); *Nature*, 378: 266-270.

Miall (1984); *Facies Models* ( R.G. Walker. de.) 2nd edition. Geoscience Canada, 317 pp.

Nittrouer, C.A.; Demaster, D.J.; Kuehl, S.A. y Mc.Kee, B.A. (1986): *Shelf Sand and Sandstones* (Eds R.J. Knight & J.R. McLean). Can. Soc. Petrol. Geol. Mem 11:17-25.

Overpeck, J.T. (1990); *Global Changes of the Past. Office for Interdisciplinary Earth Studies*



**Fig. 3.- Sondeo T-7: I) Características litológicas, paleomagnéticas, sedimentológicas y geoquímicas. Descripción del sondeo: 1.- arcilla gruesa; 2.- arcilla media; 3.- arcilla fina; 4.- arcilla muy fina; 5.- laminación; 6.- conchas de bivalvos; 7.- restos vegetales; 8.- bioturbación; 9.- marrón claro; 10.- pardo verdoso; 11.- verde claro; 12.- verde oscuro. Energía del medio de depósito: A.- indeterminado; B.- muy alta energía; c.- alta energía; d.- energía media alta; e.- energía media baja; f.- energía baja; G.-muy baja energía. II) Análisis de máxima entropía: a.- inclinación magnética; b.- Intensidad magnética; c.- susceptibilidad magnética; d.- contenido en carbonatos; y e.- tamaño medio de grano. Unidad de la inclinación magnética en grados. Unidad del módulo de las NRM en  $10^{-5} \text{ Am}^2 \text{ kg}^{-1}$ , Unidad de la susceptibilidad magnética en  $10^{-1} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ .**

**Fig. 3.- T-7 vibrocorer: I) Lithologic, paleomagnetic, sedimentologic and geochemistic characteristics. Corer description: 1.- coarse clay; 2.- medium clay; 3.- fine clay; 4.- very fine clay; 5.- lamination; 6.- shell; 7.- wood debris; 8.- bioturbation; 9.- light brown; 10.- green brown; 11.- light green; 12.- dark green. Sedimentary environmental energy: A.- inconclusive; B.- very high energy; C.- high energy; d: high medium energy; E: low medium energy; F.- low energy; G.- very low energy. II) Entropy maximum analysis. a) magnetic inclination; b) magnetic intensity; c) magnetic susceptibility; d) carbonate contents, and e) grain size average. Magnetic inclination unit: module of the natural remanent magnetization:  $10^{-5} \text{ Am}^2 \text{ kg}^{-1}$ , magnetic susceptoibility:  $10^{-1} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ .**

(OIES), Boulder, CO, 139-173.

Pirazzoli, P.A. (1992): *World Atlas of Holocene Sea-Level Changes*. Elsevier Oceanography Series, 58, 300pp.

Ruddiman, W. y McIntyre, A. (1981); *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 35: 145-214

Scruton, (1960); *Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 82-102.

Shepard, F.P., Phleger, F.B. y Van Andel, T.H. (1960); *Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 394 pp.

Somoza, L., Zazo, C., Goy, J.L. y Diaz-del-Río, V. (1992); *The Ocean Change: Management* (Ed. J.L. Suarez). Patterns and the Environment.

Univ. de Sevilla: 19-26.

Stanley, D.J.; Kelling, G.; Vera, J.A. y Slieng, H. (1975); *Earth Sci.*, 15., 51 pg.

Swift, D.J.P.; Oertel, G.F.; Tillman, R.W. y Thorne, J.A. (1991): *Spec. Publs. Int. Ass. Sediment*, nº14, 532pp.

Vail, P.R.; Andenard, F.; Bowman, S.A.; Eisner, P.N. y Pérez-Cruz, G. (1991): *Cycles and Events in Stratigraphy* (Eds., G. Einsele, W. Ricken, y A. Seilacher). Tübingen Univ. 617-659.

Zazo, C., Goy, J.L., Somoza, L., Dabrio, C.J., Belluomini, G., Improta, S., Lario, J., Bardají, T. y Silva, P.G. (1994); *Jour. Coast. Res.*, 4: 933-945.