

Los depósitos transgresivos flandrienses de la plataforma continental del Golfo de Cádiz

Flandrian transgressive deposits of the Gulf of Cadiz continental shelf

F.J. Lobo ^(*), F.J. Hernández-Molina ^(*), L. Somoza ^(**), V. Díaz del Río ^(***)

^(*) Departamento de Geología, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Cádiz. Polígono Río San Pedro, s/n. 11510 Puerto Real (Cádiz).

^(**) Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE), Servicio Geología Marina. Río Rosas, 23. 28003 Madrid.

^(***) Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Málaga. Puerto Pesquero, s/n. 29640 Fuengirola (Málaga).

ABSTRACT

The analysis and interpretation of high-resolution seismic profiles collected in a sector of the Gulf of Cadiz continental shelf have been used as a basis to characterise the Flandrian transgressive deposits developed after the last eustatic maximum. Four seismic units (T_A to T_D) have been attributed to the Transgressive System Tract (TST), and they represent coastal deposits developed during periods of sea-level stillstand during the last global rising trend. The stacking pattern, regional distribution and seismic facies of those seismic units are highly variable in a longitudinal direction, and two main kind of sedimentary environments have been identified: 1) Sector A, located offshore of the Guadiana river mouth, where the seismic units are disposed in a classical backstepping pattern. This continental shelf is a high-energy environment, dominated by the influence of storm events coming from the SW, resulting in the deposition of small infralittoral lithosomes. 2) Sector B, located offshore of the Doñana National Park, where a low-gradient shelf developed during each transgressive stillstand, and large coastal depositional systems composed of marshes, lagoon, beaches and spit bars were formed as a consequence of southeastward redistribution of the sedimentary terrigenous supply introduced in this continental shelf by the main rivers.

Key words: Gulf of Cadiz, continental shelf, seismic stratigraphy, transgressive deposits, Flandrian transgression, sedimentary environments.

Geogaceta, 27 (1999), 227-230

ISSN: 0213683X

Introducción

Los depósitos transgresivos en el registro sedimentario del Cuaternario Terminal se caracterizan por su escaso desarrollo o bien por estar ausentes, debido a la extrema rapidez con la cual se han sucedido los intervalos transgresivos en relación con los intervalos regresivos en cada ciclo eustático (Hernández-Molina *et al.*, 1994; Trincardi *et al.*, 1994; Chiocci *et al.*, 1997). Únicamente se han preservado de una forma significativa los depósitos transgresivos asociados a la última gran subida del nivel del mar (Transgresión Flandriense). En la plataforma continental Golfo de Cádiz se han identificado una serie de depósitos asociados a dicha subida, los cuales caracterizan el Cortejo Sedimentario Transgresivo del último hemi-

ciclo eustático, formado por una sucesión retrogradante de unidades sedimentarias sobre la plataforma (Hernández-Molina *et al.*, 1994; Lobo, 1995; Somoza *et al.*, 1997; Roque, 1998; Rodero, 1999; Hernández-Molina *et al.*, en prensa; Lobo *et al.*, 2000). El desarrollo de estos depósitos en el Golfo de Cádiz se ha asociado a pequeñas estabilizaciones del nivel del mar e incluso a breves periodos regresivos dentro de la tendencia transgresiva general, especialmente el periodo regresivo asociado al evento climático del Younger Dryas (Rodero, 1999; Hernández-Molina *et al.*, 1994, 2000).

El objetivo de este trabajo consiste en determinar con detalle los patrones de apilamiento, distribución y ambientes sedimentarios de los depósitos transgresivos flandrienses en

un área de la plataforma del Golfo de Cádiz comprendida entre las desembocaduras de los ríos Guadiana y Guadalquivir (Fig. 1). La dinámica marina de este área está caracterizada por el predominio del oleaje proveniente del SO, el cual origina una corriente de deriva litoral en dirección E-O que provoca la formación de flechas litorales en las desembocaduras de los cursos fluviales y su migración hacia el E. Este proceso da lugar al cierre parcial de los estuarios, dentro de los cuales se desarrollan canales y marismas generados por la interacción de la actividad mareal y fluvial (Morales, 1997). En la plataforma la dinámica oceanográfica está controlada por la Corriente Superficial Atlántica (SAW), que se desplaza sobre la plataforma del Golfo de Cádiz entre Cabo San Vicente y Tarifa

en el sentido de las agujas del reloj hacia el SE (Nelson *et al.*, 1999). La plataforma continental del área de estudio se caracteriza por un gradiente de pendiente de 0.32° frente al estuario del río Guadiana que disminuye hacia el E ($<0.2^\circ$), mientras que su anchura es inferior a 20 km frente al río Guadiana y aumenta a 30 km frente al río Guadalquivir (Lobo, 1995; Roque, 1998).

Este trabajo se ha basado en el análisis de Estratigrafía Sísmica y posterior interpretación de 1020 km de perfiles sísmicos de alta resolución obtenidos mediante un sistema Geopulse durante dos campañas oceanográficas (Fig. 1) a bordo de los buques oceanográficos Odón de Buen y Francisco de Paula Navarro, en las cuales se utilizó un GPS diferencial como sistema de posicionamiento. Para el cálculo de profundidades

y de espesores de las unidades sísmicas se han empleado los siguientes valores de propagación de las ondas sísmicas: 1500 m/s en la columna de agua y 1650 m/s en el relleno sedimentario.

Distribución y estructuración estratigráfica de los depósitos transgresivos

En el Golfo de Cádiz se han determinado cuatro unidades sísmicas que se distribuyen por el dominio de la plataforma y talud superior, denominadas como T_A a T_D desde la más antigua hasta la más reciente (Fig. 2 y 3) y que se corresponden con la unidad sísmica 12 de Hernández-Molina *et al.* (2000). La discontinuidad basal sobre la cual se disponen estas subunidades sísmicas constituye la superficie transgresiva bajo la cual se encuentra el cortejo regresivo y de

bajo nivel del mar que se asocia al último periodo regresivo y máximo glaciario durante los estadios isotópicos 3 y 2 respectivamente. Sobre estas unidades sísmicas se han determinado los depósitos del Cortejo Sedimentario de Alto Nivel del Mar, que se corresponden con la unidad 13 de Hernández-Molina *et al.* (2000) (Fig. 2 y 3).

La unidad sísmica T_A se distribuye por la plataforma externa y el talud superior (Fig. 2), encontrándose su terminación hacia tierra a una profundidad aproximada de 110 m y desarrollando dos depocentros máximos, el primero situado en la plataforma externa, presenta facies imbricadas y alcanza potencias máximas de 8 m, mientras que el segundo se localiza en el talud superior donde puede alcanzar potencias superiores a 30 m y presenta una configuración divergente. Entre ambos dominios el es-

pesor de esta unidad sísmica disminuye en el borde de la plataforma.

En función de la distribución, espesor, patrones de apilamiento y facies sísmicas características de las tres unidades sísmicas más recientes (T_B , T_C y T_D), se han diferenciado dos sectores en el área de estudio:

A) Plataforma continental del río Guadiana (Sector A). La superficie transgresiva inferior presenta unos gradientes de pendiente en la plataforma interna y externa inferiores a 0.3° , mientras que en la plataforma media el gradiente de pendiente aumenta a 0.5° . Este límite inferior está caracterizado en la plataforma interna-media por la presencia de varios niveles de terrazas submarinas (Fernández-Salas *et al.*, en prensa). Las unidades sísmicas T_B , T_C y T_D se encuentran situadas en la plataforma media a profundidades variables entre

55 y 90 m, donde se disponen progresivamente hacia tierra según un típico patrón retrogradante (Fig. 3). Estas unidades sísmicas presentan una forma lenticular, un espesor moderado que puede superar localmente 10 m y configuraciones internas progradantes oblicuas y sigmoidales.

B) Plataforma continental del Parque Nacional de Doñana (Sector B). En este sector de la plataforma la superficie transgresiva está caracterizada por un gradiente de pendiente muy reducido, que de forma general es inferior a 0.2° . Las unidades sísmicas T_B , T_C y T_D presentan unas características estratigráficas similares, ya que se distribuyen por la plataforma interna y media entre 45 y 65 m de profundidad mostrando un patrón de apilamiento netamente agradante y encontrándose separadas entre sí por superficies de erosión (Fig. 2). Los espesores de dichas unidades varían entre 8 y 15 m, y presentan formas externas laminares que se acunian hacia la plataforma externa. Estas unidades sísmicas están caracterizadas en las zonas proximales por configuraciones progradantes de tipo oblicuo-paralelas con una reflectividad elevada, que evolucionan en zonas intermedias a configuraciones agradantes subparalelas y semitransparentes, mientras que distalmente desarrollan configuraciones progradantes oblicuo-paralelas de alta reflectividad. En algunas zonas estas unidades sísmicas se encuentran erosionadas a techo por canales de carácter erosivo con una configuración transparente.

Discusión y conclusiones

El patrón retrogradante que desarrollan las unidades sísmicas en la plataforma del río Guadiana y el hecho de encontrarse estratigráficamente por encima de la última cuña regresiva y de bajo nivel del mar lleva obligatoriamente a interpretarlas como depósitos

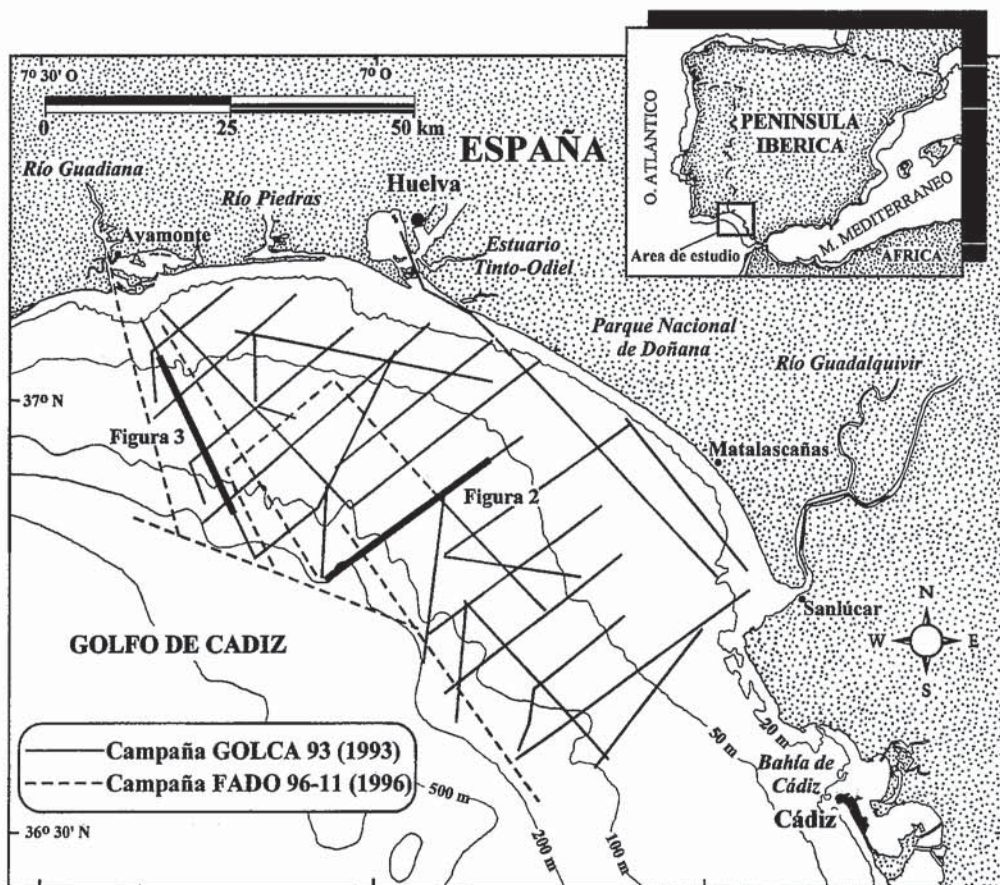


Figura 1: Localización geográfica del área de estudio y situación de los perfiles sísmicos de alta resolución.

Figure 1: Geographical location of the study area and situation of high-resolution seismic profiles.

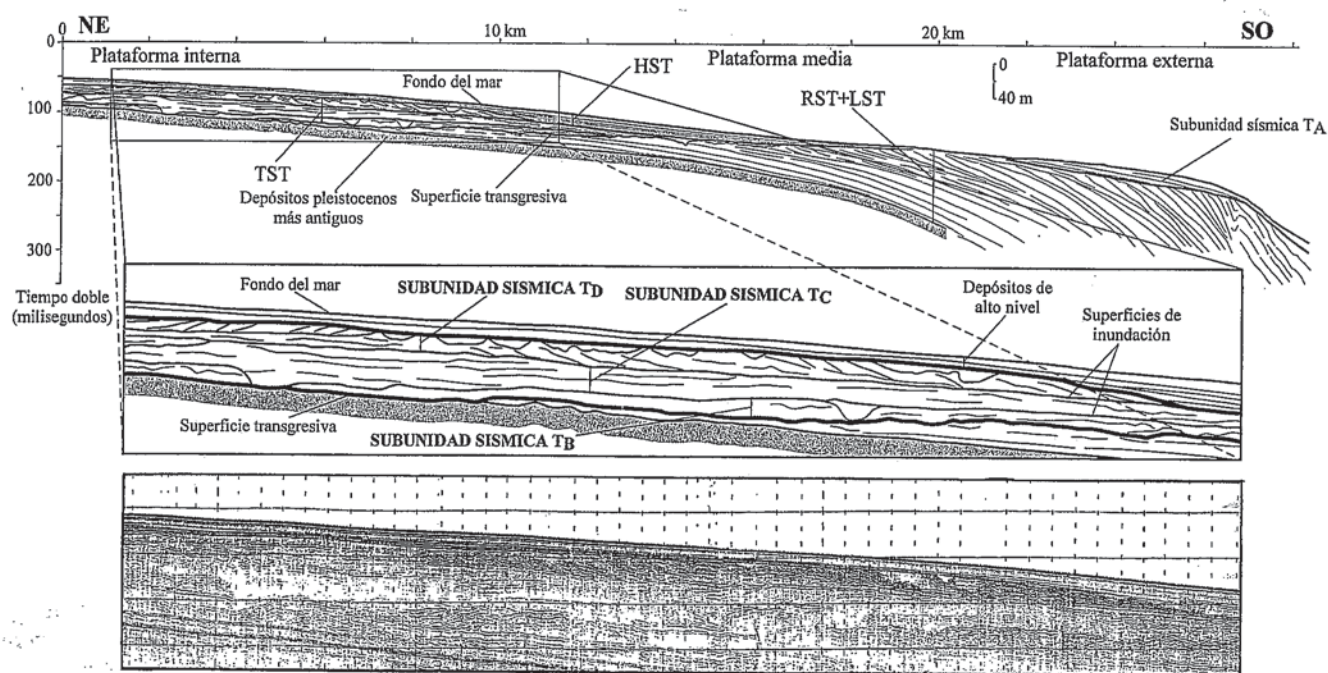


Figura 2: Sección de perfil sísmico localizado de forma perpendicular a la plataforma continental del Parque Nacional de Doñana (Sector B). Su posición se encuentra indicada en la Figura 1. Leyenda: RST+LST: Cortejo Sedimentario Regresivo+Cortejo Sedimentario de Bajo Nivel del mar. TST: Cortejo Sedimentario Transgresivo. HST: Cortejo Sedimentario de Alto Nivel del Mar.

Figure 2: Section of seismic profile located across the continental shelf offshore Doñana National Park (Sector B). Its position is indicated in Figure 1. Legend: RST+LST: Regressive+Lowstand System Tracts. TST: Transgressive System Tract. HST: Highstand System Tract.

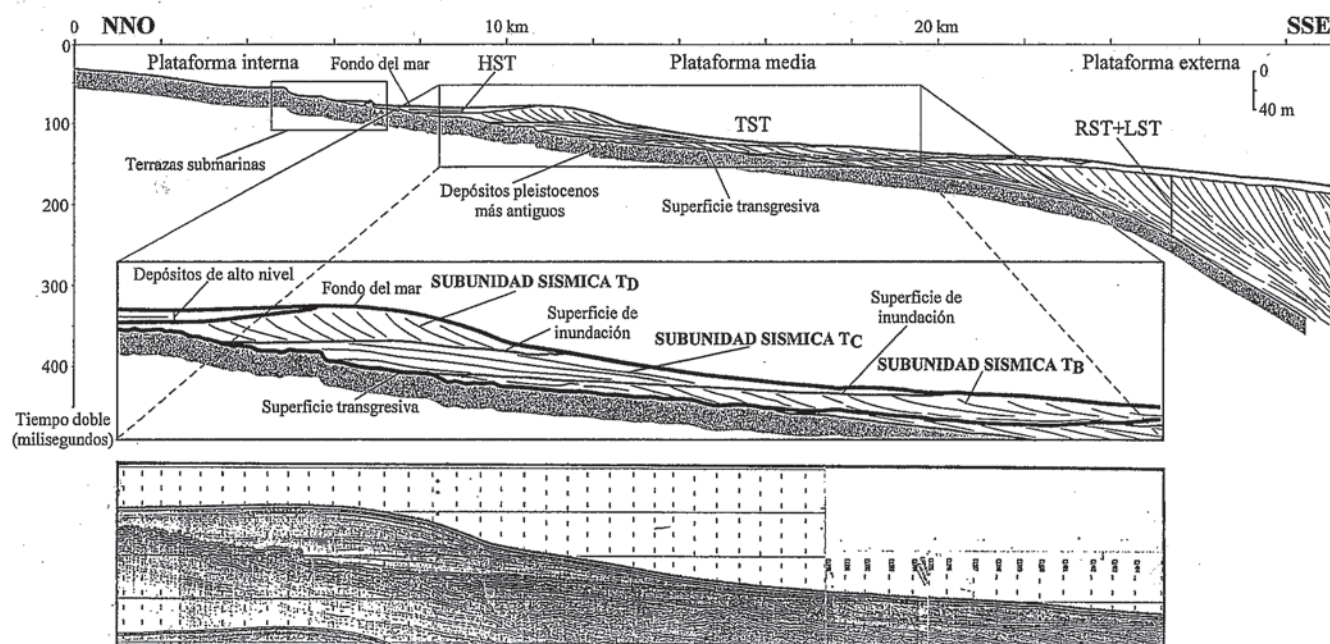


Figura 3: Sección de perfil sísmico localizado de forma perpendicular a la plataforma continental del río Guadiana (Sector A). Su posición se encuentra indicada en la Figura 1. Leyenda: RST+LST: Cortejo Sedimentario Regresivo+Cortejo Sedimentario de Bajo Nivel del Mar. TST: Cortejo Sedimentario Transgresivo. HST: Cortejo Sedimentario de Alto Nivel del Mar.

Figure 3: Section of seismic profile located across the continental shelf offshore Guadiana river (Sector A). Its position is indicated in Figure 1. Legend: RST+LST: Regressive+Lowstand System Tracts. TST: Transgressive System Tract. HST: Highstand System Tract.

que conforman el Cortejo Sedimentario Transgresivo de la última secuencia deposicional, el cual se desarrolló desde el último máximo glaciar hace unos 14.000 años hasta hace unos 6.800 años, cuando el nivel del mar se instaló en una posición de alto nivel del mar (Zazo *et al.*, 1994; Somoza *et al.*, 1997; Hernández-Molina *et al.*, 2000; Zazo, 1999). Las unidades sísmicas constituyen parasecuencias del cortejo sedimentario transgresivo, generadas durante sucesivos episodios de inundación de la plataforma continental asociados a cortas estabilizaciones dentro de la tendencia transgresiva general.

La unidad sísmica T_A se relaciona con las facies distales de un depósito costero (Lobo *et al.*, en prensa), y en función de las características sísmicas de las unidades sísmicas T_B , T_C y T_D se han caracterizado dos ambientes sedimentarios sobre la plataforma continental:

A) Plataforma del río Guadiana (Sector A). Las unidades sísmicas se atribuyen a cuñas progradantes infralitorales en el sentido de Hernández-Molina *et al.* (1998). Estos depósitos que se encuentran desde el frente de playa a 30-35 m de profundidad en el Golfo de Cádiz son generados como consecuencia de la acción energética de los eventos de tormenta en

el dominio interlitoral, que dan lugar a la formación de corrientes de retorno cargadas de sedimentos de tamaño de grano grueso en el dominio infralitoral donde se depositan. La existencia de terrazas submarinas hacia tierra de estos depósitos y que se interpretan como generadas por la acción del oleaje puede ser utilizada como un indicador de que la línea de costa se encontraba desplazada hacia tierra con respecto a la terminación proximal de estos depósitos (Fig. 3).

B) Plataforma del Parque Nacional de Doñana (Sector B). La gradación de facies que se observa dentro de cada unidad sísmica se asocia al desarrollo de sistemas deposicionales costeros, caracterizados por la presencia de facies arenosas en la zona, que evolucionan a facies de lagoon características de un medio semipro-tegido, mientras que distalmente se desarrollaban islas barrera arenosas que aislaban el ambiente de lagoon de los agentes energéticos marinos. La existencia de canales erosivos a techo de estas unidades sísmicas se puede atribuir al efecto de la intensificación de las corrientes mareales. Este gradación de ambientes sedimentarios es típica de depósitos transgresivos (Ashley *et al.*, 1991; Tortora, 1996).

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco de los proyectos de investigación DGICYT PB-941090-C03-03 y CICYT MAR-98-0209 (TASYO), y constituye una contribución al proyecto IGCP n° 396: "Continental shelves in the Quaternary".

Referencias

- Ashley, G.M., Wellner, R.W., Esker, D. y Sheridan, R.E. (1991): *Geol. Soc. Amer. Bull.* 103: 1607-1621.
- Chiocci, F.L., Ercilla, G. y Torres, J. (1997): *Sedim. Geol.* 112: 195-217.
- Fernández-Salas, L.M., Rey, J., Pérez Vázquez, E., Ramírez, J.L., Hernández-Molina, F.J., Somoza, L., De Andrés, J.R. y Lobo, F.J. (En prensa): *Publ. Esp. I.E.O.*
- Hernández-Molina, F.J., Somoza, L., Rey, J. y Pomar, L. (1994): *Mar. Geol.* 120: 129-174.
- Hernández-Molina, F.J., Somoza, L., Fernández-Salas, L.M., Lobo, F.J., Llave, E. y Roque, C. (1998): *15th International Sedimentological Congress*, Alicante, Abstract Volume: 421-422.
- Hernández-Molina, F.J., Somoza, L. y Lobo, F.J. (2000): *Geol. Soc. Spec. Publ.* 172: 329-361.
- Lobo, F.J. (1995): *Tesis de Licenciatura*, Univ. Cádiz: 200 pp.
- Lobo, F.J., Hernández-Molina, F.J., Somoza, L. y Díaz del Río, V. (En prensa): *Publ. Esp. I.E.O.*
- Morales, J.A. (1997): *Mar. Geol.* 138: 127-148.
- Nelson, C.H., Baraza, J., Maldonado, A., Rodero, J., Escutia, C. y Barber Jr., J.H. (1999): *Mar. Geol.* 155: 99-129.
- Rodero, J. (1999): *Tesis Doctoral*, Univ. Granada: 343 pp.
- Roque, A.C.F.P. (1998): *Dissertacao*, Univ. Lisboa: 221 pp.
- Somoza, L., Hernández-Molina, F.J., De Andrés, J.R. y Rey, J. (1997): *Geo-Mar. Lett.* 17: 133-139.
- Tortora, P. (1996): *Jour. Sedim. Res.* 66 (2): 391-405.
- Trincardi, F., Correggiari, A. y Roveri, M. (1994): *Geo-Mar. Lett.* 14: 41-51.
- Zazo, C. (1999): *Quat. Inter.* 55: 101-113.
- Zazo, C., Goy, J.L., Somoza, L., Dabrio, C.J., Belluomini, G., Improta, S., Lario, J., Bardají, T. y Silva, P.A. (1994): *Jour. Coast. Res.* 10 (4): 933-945.