

El prisma sedimentario submarino ligado al Younger Dryas en la plataforma continental de Benidorm (Alicante, SE de España)

The submarine sedimentary prism linked to the Younger Dryas on the continental shelf of Benidorm (Alicante, SE Spain)

Alba de la Vara⁽¹⁾, José Enrique Tent-Manclús⁽¹⁾, Antonio Estévez⁽¹⁾, Jesús M. Soria⁽¹⁾ y Jorge Rey⁽²⁾

⁽¹⁾Departamento Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante. Apdo. Correos, 99. E-03080 Alicante. je.tent@ua.es; antonio.estevez@ua.es; jesus.soria@ua.es

⁽²⁾ESGEMAR. Local M5. 29001-Puerto de Malaga (Malaga). jjrey@esgemar.com

ABSTRACT

High-resolution seismic profiles of the Alicante continental shelf have been studied in order to improve the knowledge about the recent sea-level changes in the area. A sedimentary prism, whose top is located at about 60 meters below present-day sea-level, has been identified. Comparing the results with the sea-level-change curve for the last 20 kyr, it can be inferred that it was formed during a period of stand-by and probably relative sea-level fall between the end of the Bølling Warming and after the Younger Dryas cold event. Three seismic subunits (1, 2 and 3, from base to top) can be distinguished on the prism. Subunit 1 was deposited during the time lapse between the end of the Bølling Warming and before the Younger Dryas, indicating a major slowdown in the sea-level rise rate. Subunit 2 was formed during Younger Dryas event, recording an episode of stand-by sea-level at -60 meters, followed by a relative fall. Subunit 3 was formed after this cold period, and is characterized by an increase in the rate of sea level rise.

Key-words: Alicante shelf, Younger Dryas, Holocene, high-resolution seismic survey, sea-level changes.

RESUMEN

Con el objetivo de ampliar los conocimientos en relación a los cambios recientes del nivel en la plataforma continental de Alicante se ha procedido al estudio de diferentes perfiles sísmicos de alta resolución. En el presente trabajo se ha identificado un prisma sedimentario cuyo techo se ubica alrededor de los 60 metros por debajo del nivel del mar actual. Comparando los resultados con la curva de variaciones del nivel del mar de los últimos 20 milenios, se puede confirmar que éste se formó durante un periodo en que el nivel del mar permaneció relativamente constante o disminuyó levemente entre el final del Bølling Warming y tras el evento frío Younger Dryas. Un total de tres unidades sísmicas (1, 2 y 3 de base a techo) se pueden diferenciar en el prisma. La subunidad 1, depositada entre el final del Bølling Warming y antes del Younger Dryas, indicando una mayor ralentización de la tasa de ascenso del nivel del mar. La subunidad 2, formada durante el evento frío Younger Dryas, reflejando un episodio de detención del nivel del mar alrededor de los 60 metros, seguido de una caída relativa mismo. La subunidad 3, formada tras este periodo frío y que se caracteriza por un incremento de la tasa de ascenso del nivel del mar.

Palabras clave: Plataforma continental del Alicante, Younger Dryas, Holoceno, campaña sísmica de alta resolución, cambios del nivel del mar.

Geogaceta, 50-2 (2011), 137-140.
ISSN:2173-6545

Fecha de recepción: 15 de Febrero de 2011
Fecha de revisión: 28 de Abril de 2011
Fecha de aceptación: 27 de Mayo de 2011

Introducción

Las oscilaciones climáticas del Cuaternario se manifiestan por importantes cambios del nivel del mar. Estos cambios han despertado un interés creciente en los últimos años, publicándose un gran número de trabajos centrados en la plataforma continental de la Península Ibérica (Hernández-Molina *et al.*, 1994; Rey y Fumana, 1996; Somoza *et al.*, 1998; Lobo *et al.*, 2001; Serra *et al.*, 2007; Liqueste *et al.*, 2008; Lantzsch *et al.*, 2010; entre otros).

Los cambios del nivel del mar durante la

transgresión postglaciar han sido modelizados para el centro de los océanos por Stanford *et al.* (2010). Sin embargo, en zonas de plataforma dichos cambios van a estar fuertemente condicionados por la interacción con la subsidencia local (Bard *et al.*, 2010).

El presente estudio, continuación del iniciado por Tent-Manclús *et al.* (2009), tiene como objetivo la caracterización e interpretación de la geometría interna de un prisma sedimentario identificado en la plataforma continental de Alicante, a unos 60 metros de profundidad, mediante el uso de estratigrafía sísmica de alta resolución.

Zona de estudio

Tomando como referencia el Mapa de la Plataforma Continental Española y Zonas Adyacentes (González García *et al.*, 1994 y Medialdea Vega *et al.*, 1990), la plataforma continental de Alicante cubre una superficie de unos 3400 km² y presenta una anchura media de 32 km.

Desde un punto de vista morfológico se pueden diferenciar dos sectores. El sector septentrional (desde el Cabo de la Nao hasta el Cabo de las Huertas), presenta una superficie regular, interrumpida única-

mente por una serie de relieves formados por materiales pleistocenos en la plataforma interna y media. El sector meridional (desde el Cabo de las Huertas hasta el límite sur de la provincia de Alicante), está caracterizado por acumulaciones de sedimentos en la desembocadura del río Segura y por el alto estructural de Santa Pola - Isla de Tabarca.

El borde de la plataforma presenta una profundidad media de 110 metros en el sector meridional, 140 metros en el septentrional y de alrededor de 120 metros en las zonas intermedias.

En la plataforma continental el rango de mareas es menor de 30 cm, las corrientes marinas son poco significativas, y la influencia de la red de drenaje terrestre prácticamente nula por la inactividad de los cursos fluviales actuales. Estas condiciones han permitido una buena preservación de los cuerpos sedimentarios del Holoceno, resultando así un emplazamiento adecuado para el estudio de los cambios recientes del nivel del mar (Tent-Manclús *et al.*, 2009).

El prisma sedimentario aquí descrito se desarrolla en el sector septentrional, localizado concretamente al sur de la Bahía de Benidorm (Fig. 1).

Metodología

Se han realizado un total de 10 campañas de sismica de alta resolución con un equipo Geopulse (Geoacustics) a bordo de las embarcaciones Atón-I y Brava, utilizando un sistema de navegación Hypack con posicionamiento GPS-diferencial.

Durante estas campañas se ha investigado el segmento de la plataforma comprendido entre Altea y Santa Pola. De todas las líneas sísmicas obtenidas, se han seleccionado dos para su posterior caracterización.

Younger Dryas

El término Younger Dryas hace referencia a un evento climático frío que ocurrió entre 12,7 y 11,7 ka BP (Stanford *et al.*, 2010). La singularidad de este evento radica en que, tras la última glaciación, en el hemisferio norte, se volvieron a registrar condiciones climáticas próximas a las glaciares. Pese a que su definición tuvo lugar en la década de los sesenta (Mercer, 1969), no fue hasta la década de los ochenta cuando se documentó en los registros oceanográficos (Ruddiman y McIntyre, 1981).

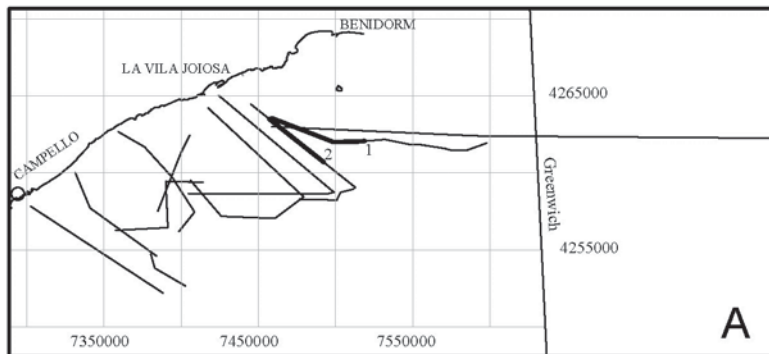


Fig. 1.- Mapa de la provincia de Alicante con las isobatas de 100 y 200 metros. Los números indican la posición de los perfiles sísmicos.

Fig. 1.- Alicante Province map with the 100 and 200 m deep contour lines. The numbers indicate the location of the seismic lines.

El Younger Dryas puede ser caracterizado por los siguientes rasgos: 1) altos valores de ¹⁸O (Jansen y Veum, 1990), indicador de una disminución de las temperaturas de las aguas comprendida entre 7 y 10°C; 2) valores elevados de ¹³C (Jansen y Veum, 1990); 3) baja salinidad en las aguas superficiales (Bond *et al.*, 1993); 4) desplazamiento del frente polar a unos 52-53°N (Ruddiman y McIntyre, 1981) y 5) condiciones climáticas más frías y secas (Wang *et al.*, 2001).

Durante el último máximo glacial el nivel del mar se encontraba a 125±5 metros por debajo del actual. Desde ese momento las tasas de variación del nivel del mar no se han mantenido constantes (Fleming *et al.*, 1998). Durante los episodios de clima cálido tienen lugar pulsos de subida rápida del nivel del mar; mientras que en los episodios fríos, como el Younger Dryas, la subida del nivel del mar se desacelera o detiene, con incluso posibles bajadas locales (Bard *et al.*, 2010).

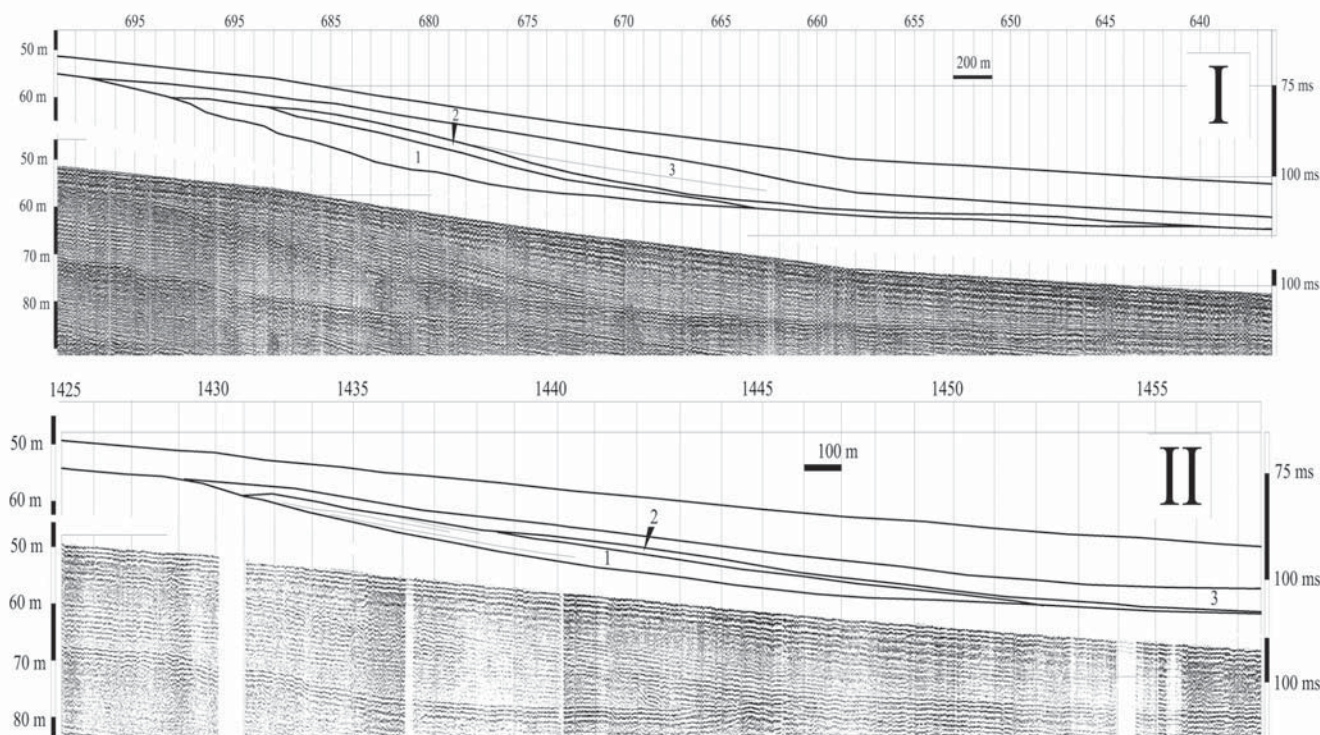


Fig. 2.- Perfiles sísmicos que muestran la geometría y organización interna del prisma sedimentario del Younger Dryas (ver localización en la figura 2). Los números 1, 2 y 3 corresponden a las subunidades definidas dentro del prisma. Escala de profundidades en m a la izquierda y de tiempo doble a la derecha.

Fig. 2.- Seismic profiles showing the geometry and internal organization of the Younger Dryas sedimentary prism (see location in figure 2). Numbers 1, 2 and 3 corresponds to the subunits differentiated inside the prism. Deep scale in m to the left and TWT scale to the right.

Descripción de los perfiles sísmicos

Tal como se aprecia en las dos líneas sísmicas presentadas en la figura 2, el cuerpo estudiado define un prisma de forma lenticular, de base escalonada y techo convexo, cuya extensión es de aproximadamente 3,5 km y cuya terminación proximal se ubica a una profundidad aproximada de 60 metros. Se extiende entre 3,5 y 7 km desde la costa y la ruptura del frente progradacional se encuentra entre 65 y 67 metros de profundidad. En él se diferencian tres subunidades sísmicas, cuya geometría interna se describe de base a techo a continuación.

Subunidad 1. Reposa sobre una superficie erosiva basal. En su interior se identifican conjuntos de clinoformas sigmoidales que solapan distalmente (downlap) dicha superficie.

Subunidad 2. presenta un espesor muy inferior al de las subunidades infra y supra-yacente. Su geometría interna consiste en reflectores subparalelos apretados y netos que se interpretan como láminas de agradación vertical.

Subunidad 3. En esta subunidad las facies sísmicas se caracterizan por reflectores de mayor transparencia respecto a las subunidades 1 y 2. Las reflexiones son poco netas y su geometría sigmoidal es similar a la subunidad 1.

Edad de formación del prisma

La curva de ascenso del nivel del mar tras la última glaciación proporciona la primera aproximación de la edad del prisma aquí estudiado, que encajaría temporalmente en el intervalo comprendido entre el final del Bølling Warming y el ascenso posterior al Younger Dryas. A partir de la geometría de las subunidades litosísmicas se ha confeccionado una curva local del nivel del mar (Fig. 3), obteniéndose las siguientes probables edades de las subunidades:

a) Subunidad 1, depositada entre el final del Bølling Warming y antes del Younger Dryas (aprox. 14600-13500 años BP).

b) Subunidad 2, formada en parte durante el Younger Dryas (13500-11700 años BP).

c) Subunidad 3, formada tras el final del Younger Dryas (11700 años BP).

Discusión

La existencia de escalones erosivos en la superficie basal, así como la formación del propio prisma, implican un episodio de ralentización y estabilización del nivel del mar en el contexto del ascenso eustático post-glacial (Flandriense), cuando éste se encontraba aproximadamente en torno a 70-60 metros por debajo del nivel actual. Un episodio similar es mencionado por Rabineau *et al.* (2005) en el Golfo de León.

La subunidad 2, que presenta reflectores apretados con geometría de agradación vertical, es indicativa de un ascenso lento del nivel relativo del mar. Desde el punto eustático, esta subunidad se ha interpretado en un contexto de nivel estable creándose espacio de acomodación debido a la subsidencia en la plataforma.

Finalmente, la subunidad 3 se interpreta como producida tras una caída del nivel del mar local de la zona de Benidorm asociada al enfriamiento del Younger Dryas.

En los trabajos de Hernández-Molina *et al.* (1994) y Rey y Fumanal (1996) se identifica un prisma en la costa norte de Alicante que le asignan una edad Younger Dryas. El

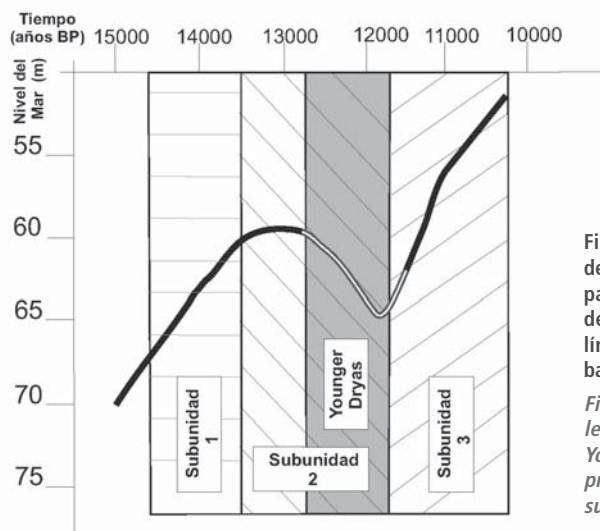


Fig. 3.- Curva local de cambio del nivel del mar interpretada a partir del prisma sedimentario del Younger Dryas. Tramo en línea hueca indica la probable bajada.

Fig. 3.- Interpreted local Sea-level-change curve forming the Younger Dryas sedimentary prism. Unfilled line indicates the supposed sea-level fall.

prisma descrito en el presente trabajo se observa que la superficie transgresiva post-glacial está claramente a la base del prisma, mientras que en los perfiles sísmicos que muestran dichos trabajos la superficie parece encontrarse erosionando el techo del prisma interpretado como producido durante el Younger Dryas.

Conclusiones

Se identifica por primera vez en la plataforma continental marina al sur de Benidorm un prisma sedimentario asociado a una detención en la subida general del nivel del mar tras la última glaciación, cuando el nivel del mar se encontraba entre -60 y -70 metros respecto al nivel actual. A partir del estudio tanto de la morfología como de la geometría interna de las subunidades diferenciadas en el prisma, y por comparación con las curvas de cambio del nivel del mar modelizadas por Stanford *et al.* (2010), se infiere que la formación del prisma se inició al final del Bølling Warming y terminó después del Younger Dryas.

Tras el evento cálido Bølling Warming, tuvo lugar un descenso de las temperaturas que generó una ralentización en la tasa de ascenso del nivel del mar. Seguidamente se produjo una estabilización de éste alrededor de los 60 metros por debajo del nivel del mar actual. Posteriormente, durante el Younger Dryas y hasta que éste alcanza su fin, tuvo lugar una caída del nivel del mar local en la zona de estudio. Con la finalización del Younger Dryas, las temperaturas globales vuelven a ascender, dándose de nuevo un pulso de ascenso acusado del nivel del mar.

Agradecimientos

Financiado por los proyectos, CGL2007-65832 y CGL2009-07830 del MCEI. Agradecemos la revisión de dos revisores anónimos y de los editores.

Referencias

Bard, E., Hamelin, B. y Delanghe-Sabatier, D. (2010). *Science*, 327, 1235-1237.

- Bond, G., Broecker, W.S., Johnsen, S., McManus, J.F., Labeyrie, L.D., Jouzel, J. y Bonani, G. (1993). *Nature*, 365, 143-147.
- González García, E., Catafau Alcántara, E., Gaytán de Ayala y Bolín, M., Pereda Alonso, I., Vázquez Garrido, J. T. y Wandossell Santamaría, J. (1994). ITGE, primera edición, 73 p.
- Hernández-Molina, F.J., Somoza, L., Rey, J. y Pomar, L. (1994). *Marine Geology*, 120, 129-174.
- Jansen, E. y Veum, T. (1990). *Nature*, 343, 612-616.
- Lantzsch, H., Hanebuth, T.J.J. y Henrich, R. (2010). *Continental Shelf Research*, 30, 1665-1679.
- Liquete, C., Canals, M., De Mol, B., De Batist, M. y Trincardi, F. (2008). *Marine Geology*, 250, 234-250.
- Lobo, F. J., Hernández-Molina, F. J., Somoza, L. y Díaz del Río (2001). *Marine Geology*, 178, 171-195.
- Medialdea Vega, J., Calafau, E., Díaz, J. I., Medialdea, T., San Gil, C., Vázquez, J. T. y Wandossell, J. (1990). ITGE, primera edición, 147 p.
- Mercer, J.H. (1969). *Arctic and Alpine Research*, 1, 227-234.
- Rabineau, M., Berné, S., Aslanian, D., Olivet, J.-L., Joseph, P., Guillocheau, F., Bourillet, J.-F., Ledrezen, E. y Granjeon, D. (2005). *Marine and Petroleum Geology*, 22, 775-804.
- Rey, J. y Fumanal, M. P. (1996). *Quaternary Science Reviews*, 15, 789-802.
- Ruddiman, W.F. y McIntyre, A. (1981). *Science*, 212, 616-627.
- Serra, J., Valois, X. y Parra, D. (2007). *Geogaceta*, 41, 211-213.
- Somoza, L., Barnolas, A., Arasa, A. Maestro, A., Rees, J. G. y Hernandez-Molina, F. J. (1998). *Sedimentary Geology*, 117, 11-32.
- Stanford, J.D., Hemingway, R., Rohling, E.J., Challenor, P.G., Medina-Elizalde, M y Lester, A.J. (2010). *Global and Planetary Change*, doi: 10.1016 / j. gloplacha. 2010.11.002.
- Tent-Manclús, J. E., Estévez, A., Soria, J. M., Benabdeloued, N. Y. B., Corbí, H., Pina, J. A. y Rey, J. (2009). *Geogaceta*, 47, 97-100.
- Wang, Y.J., Cheng, H., Edwards, R.L., An, Z.S., Wu, J.Y., Shen, C. y Dorale, J.A. (2001). *Science*, 294, 2345.