

La Falla del Norte de Tabarca: el límite geológico entre las bahías de Alicante y Santa Pola (SE España)

The North Tabarca Fault: The geologic limit between the Alicante and Santa Pola bays (SE Spain)

Juan Peral, José Enrique Tent-Manclús y Jesús M. Soria

Dpto. de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Universidad de Alicante, Ap. 99, E-03080 Alicante, España.
juan.peral@ua.es, JE.tent@ua.es, jesus.soria@ua.es

ABSTRACT

The North Tabarca Fault, W-E striking, is the northern limit of the Tabarca anticline crest, separating it from the Alicante syncline. It is interpreted as a strike-slip fault that downthrown the northern block and, to the south, upthrown the basement formed by the Betic Internal Zone. It does not seem active at present because is fossilized by a lithoseismic unit dated between the Younger Dryas and Today. Two lithoseismic units interpreted as lower Messinian and upper Messinian separated by the intramessinian discontinuity are observed in the studied seismic profiles. The double reflector that separates the folded lithoseismic units from the horizontal ones has been interpreted as a lithification change.

Key-words: Tabarca, Santa Pola High, Messinian, intramessinian discontinuity, Boomer.

RESUMEN

La Falla del Norte de Tabarca, de traza E-O, es el límite norte de la cresta anticlinal de Tabarca, separándola del sinclinal de Alicante. Es interpretada como de salto en dirección. Hunde el bloque norte y levanta el sur permitiendo aflorar el basamento, formado por la Zona Interna bética. No parece activa en la actualidad por estar fosilizada por una unidad litosísmica de edad comprendida entre el Younger Dryas y la actualidad. En los perfiles sísmicos estudiados se observan dos unidades litosísmicas interpretadas como Messiniense inferior y Messiniense superior separadas por la discontinuidad intramessiniense. El reflector doble que separa las unidades litosísmicas plegadas de las horizontales se ha interpretado como un cambio en la litificación.

Palabras clave: Tabarca, Alto de Santa Pola, Messiniense, discontinuidad intramessiniense, Boomer.

Geogaceta, 64 (2018), 147-150
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Recepción: 15 de febrero de 2018
Revisión: 17 de marzo de 2018
Aceptación: 25 de abril de 2018

Introducción

Las bahías de Alicante y Santa Pola se encuentran al sur de la provincia de Alicante (Fig. 1). Ambas corresponden a la prolongación en el Mar Mediterráneo de la Cuenca del Bajo Segura (Soria *et al.*, 2008).

El conocimiento geológico de la parte sumergida de las bahías se inicia con el mapa geológico de la plataforma, hoja Elche-Alicante (Catafau Alcántara *et al.*, 1994), donde se apunta su diferente geología. Al norte, la bahía de Alicante muestra un relleno cuaternario propio de un predominio de la subsidencia. Al sur, la bahía de Santa Pola destaca por las superficies erosivas y los afloramientos del basamento. La plataforma interna y media de esta última bahía, se corresponde con una superficie de abrasión causada por el levantamiento de la cresta anticlinal de Tabarca (Perea *et al.*, 2012; Fig. 1). Esta cresta anticlinal está formada sobre materiales

del Mioceno-Plioceno y del basamento bético, que afloran en la isla de Tabarca (Tent-Manclús *et al.*, 2018) y están recubiertos a su vez, por un manto muy delgado de sedimentos cuaternarios (Catafau Alcántara *et al.*, 1994). Al norte y sur de este anticlinal se encuentran los sinclinales de Alicante y Torreveja respectivamente (Perea *et al.*, 2012; Fig. 1).

El cabo de Santa Pola, que separa ambas bahías, se prolonga sumergido como un alto estructural hacia el Este. El llamado Alto de Santa Pola, que corresponde al sector norte de la cresta anticlinal de Tabarca, se prolonga en el talud y ascenso continental unos 45 km entre las batimetrías de 200 a 1000 m, dando lugar a 4 montes submarinos llamados Altos de Alicante (Catafau Alcántara *et al.*, 1994).

En este trabajo, mediante la interpretación de una serie de perfiles de *Boomer*, se caracteriza el contacto entre la cresta anticlinal de Tabarca y el sinclinal de Alicante.

Los depósitos de la Cuenca del Bajo Segura en tierra.

La Cuenca del Bajo Segura se caracteriza por el gran espesor de los depósitos messinienses (Montenat *et al.*, 1990; Soria *et al.*, 2008) de al menos dos centenares de metros, que contrasta con los niveles pliocenos principalmente de facies continentales y de espesor variable (Montenat *et al.*, 1990). Las Calizas de las Ventanas es el nivel de referencia en el borde norte de la cuenca, formando una cresta muy característica y disponiéndose sobre el basamento en Tabarca (Tent-Manclús *et al.*, 2018), o sobre margas más antiguas y de edad Tortoniense superior terminal (Lancis *et al.*, 2010).

El Plioceno inferior es marino y de gran espesor en las plataformas continentales del Mediterráneo occidental, ya que compensan la fuerte erosión sufrida durante la Crisis de Salinidad Messiniense (Lancis *et al.*, 2015). En la

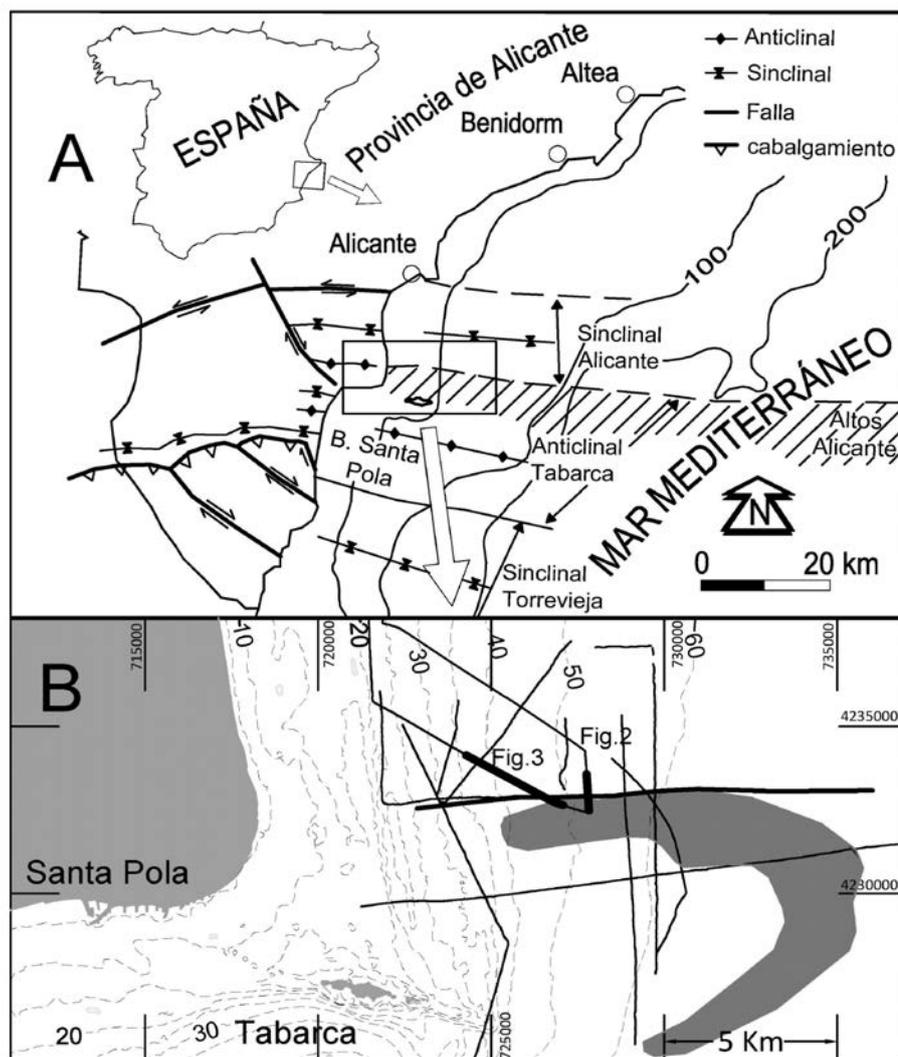


Fig. 1.- A) Localización de la zona de estudio. El área rayada marca el alto de Santa Pola y su extensión en los altos de Alicante. B) Red de perfiles sísmicos analógicos y digitales realizados en la costa frente al cabo de Santa Pola. Se indica la posición de los perfiles estudiados en este trabajo (Figs. 2 y 3). En gris oscuro el afloramiento del basamento bético modificado a partir de Catafau Alcántara *et al.* (1994).

Fig. 1.- A) Location of the study zone. The striped area marks the Santa Pola High and its extension to the Alicante Highs. B) Analog and digital seismic profiles grid done on the Alicante coast. The situation of the studied profiles is indicated (Figs. 2 and 3). The betic basement modified after Catafau Alcántara *et al.* (1994) is show in dark grey.

cuenca terrestre alcanza gran espesor en paleovalles excavados durante el Messiniense (Lancis *et al.*, 2015), en el mar su espesor aumenta (Martínez del Olmo, 2011).

En la Cuenca del Bajo Segura sumergida, aparecen plegados materiales del Tortoniense terminal-Messiniense en la zona de la cresta anticlinal de Tabarca, y dispuestos sobre el basamento formado por rocas de la Zona Interna Bética (Tent-Manclús *et al.*, 2018).

Métodos

Los perfiles sísmicos utilizados se han obtenido mediante un equipo de sismica de reflexión de alta resolución, *boomer* GeoPulse de Geocustics con adquisición analógica, me-

dante un registrador gráfico EPC, o digital con adquisición por el programa SonarWiz.SBP V2.91 de Chesapeake Technologies Inc. El posicionamiento se obtiene por GPS a través del programa de localización Hypack, que genera *fixes* a distancia de 100 m y se enlazan con el registrador gráfico, analógico, y al SonarWiz.SBP, en digital. La adquisición de datos se efectúa con el equipo a tres niveles de potencia de 105, 175 y 280 Julios. En la figura 1 se muestra la localización de dichos perfiles.

Facies sísmicas

El basamento esta formado por materiales de la Zona Interna Bética, que aflora en la Isla de Tabarca (Catafau Alcántara *et al.*,

1994), y está compuesto por rocas subvolcánicas básicas (ofitas) y dolomías oscuras de edad triásica del Complejo Alpujárride (Estévez *et al.*, 2004). El registro sísmico del basamento, caracterizado en el trabajo anterior de Tent-Manclús *et al.* (2018), muestra unos reflectores caóticos con poca continuidad lateral. No es posible diferenciar mediante la respuesta sísmica, las ofitas de las dolomías. La Unidad 6 (U6, en las Figs. 2 y 3) corresponde a dicho basamento más la Formación Calizas de las Ventanas a techo. Estas calizas generan unas facies sísmicas con reflectores de gran amplitud, muy reflectivos y de poca continuidad lateral, aunque de mayor continuidad que las facies sísmicas del basamento (ver Tent-Manclús *et al.*, 2018). Los reflectores marcados como U6, situados debajo de la U5 a la izquierda de la Figura 3, deben corresponder a la Formación Calizas de las Ventanas. La discordancia que se observa en Tabarca entre el basamento y las calizas de las Ventanas (Estévez *et al.*, 2004) no se aprecia en las líneas sísmicas.

La Unidad 5 (U5 en las figuras 2 y 3) se dispone sobre la anterior en *onlap*, con reflectores paralelos y de reflectividad alternante. En las figuras 2 y 3 su espesor alcanza los 30 m llegando a desaparecer hacia la derecha de la figura 3. Esta unidad debe corresponder a la Formación margas de Torremendo como se interpretaba en Tent-Manclús *et al.*, (2018).

La Unidad 4 (U4 en las Figs. 2 y 3) se dispone sobre una discontinuidad erosiva sobre la U5 (Fig. 3 parte izquierda) apareciendo lateralmente en concordancia con esta última (Fig. 2). Esta unidad litosísmica también se dispone en *onlap* sobre el basamento de la U6 (Fig. 3 parte derecha). Internamente, la Unidad 4 muestra una alternancia de grupos de reflectores paralelos bien marcados, con otros grupos de reflectores también paralelos pero que se muestran difuminados lateralmente a intervalos. Por su posición estratigráfica, se puede interpretar la discordancia a la base de esta unidad como la discordancia intramesiniense, y por tanto, los materiales de la Unidad 4 deben corresponder a los niveles de evaporitas e interevaporitas de la Formación San Miguel (Peral *et al.*, 2018).

Mientras que las unidades 4 y 5 están plegadas, las siguientes dos unidades, 3 y 2 (U3, U2 en las figuras 2 y 3) se disponen rellenado en *onlap* un paleorelieve.

La Unidad 3 aparece de forma marginal en la derecha de la figura 3. Se dispone sobre

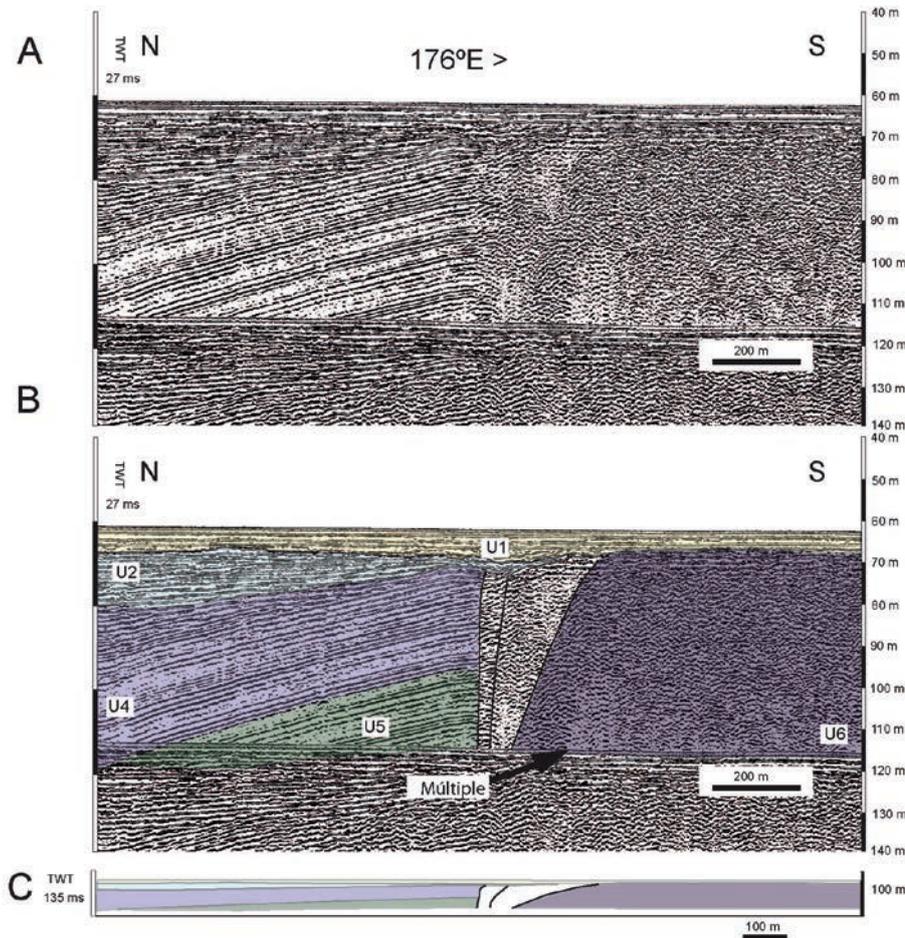


Fig. 2.- A) Sección sísmica digital, en la izquierda escala en tiempo doble, en divisiones de 27 milisegundos (*Two Way Traveltime*, TWT), conversión a metros a la derecha considerando la velocidad de sonido constante de 1500 m/s. El norte está a la izquierda. El signo > indica el rumbo durante la adquisición del perfil. B) Interpretación de la sección sísmica: U1: Unidad litosísmica 1, Cuaternario reciente; U2: Unidad litosísmica 2, Cuaternario antiguo; U4: Unidad litosísmica 4, Messiniense II. U5: Unidad litosísmica 5, Messiniense I. U6: Unidad litosísmica 6, basamento de la Zona Interna Bética. C) Corte geológico, realizado a partir de la sección sísmica. La misma escala vertical y horizontal. Ver figura en color en la web.

Fig. 2.- A) Digital seismic section, to the left two way traveltime (TWT) scale with 27 milliseconds divisions, to the right meter scale considering the sound velocity constant equal to 1500 m/s. The north is to the left. The > symbol indicates the profile acquisition heading. B) Interpretation of the seismic section; U1: Lithoseismic unit 1, recent Quaternary; U2: Lithoseismic unit 2, older Quaternary; U4: Lithoseismic unit 4, Messinian II; U5: Lithoseismic unit 5, Messinian I; U6: Lithoseismic unit 6, Betic Internal Zone basement. C) Geological section, made after the seismic section. The vertical and horizontal scales are the same. See color figure in the web.

un reflector doble que separa las unidades plegadas de las horizontales, y que se ha interpretado como el reflector que marca una superficie erosiva. Aunque se sitúa a techo del Messiniense no se puede afirmar que corresponda al reflector M (Hsü *et al.*, 1973) ya que no marca el techo de las evaporitas ni la base de la transgresión pliocena. Este reflector doble indica un importante cambio en la propagación de las ondas sísmicas, que puede estar producido por un límite entre materiales más o menos consolidados. A su vez, la Unidad 3 es erosionada antes de la sedimentación de la unidad litosísmica 2. Por todo lo anterior, se supone que la Unidad 3 debe corresponder a un resto de materiales de edad comprendida entre el Plioceno y el

Cuaternario. La disposición subhorizontal de estos materiales apunta a una edad cuaternaria, ya que el Plioceno de la Cuenca del Bajo Segura en tierra se encuentra plegado (Lancis *et al.*, 2015).

La Unidad 2, (U2 en las Figs. 2 y 3) está formada por reflectores subparalelos, con poca continuidad lateral y en *onlap* sobre el reflector doble y la Unidad 3. Además, en los perfiles analizados, se sitúa por debajo del prisma del Younger Dryas (descrito como P2 en Tent-Manclús *et al.*, 2016) lo cual nos hace suponer que corresponde a un depósito de nivel del mar alto del Cuaternario anterior al actual.

Finalmente, la Unidad 1 (U1 en las Figs. 2 y 3) corresponde a reflectores paralelos.

En la parte central de la figura 3 aparecen una serie de escalones en el fondo marino, posiblemente causadas por antiguas labores pesqueras. Esta unidad lateralmente continúa con el prisma del Younger Dryas de la zona de Tabarca (Tent-Manclús *et al.*, 2016).

Falla del Norte de Tabarca

La falla que aparece en los perfiles sísmicos mostrados en las figuras 2 y 3 corresponde a una falla E-O con el bloque sur levantado, y el norte hundido. La traza deducida de los perfiles sísmicos se muestra en la figura 1B. El plano es subvertical como se observa al comparar los dos perfiles de distinta orientación. Produce un levantamiento relativo del basamento de la Zona Interna Bética al sur, que llega a aflorar en superficie o bajo una pequeña capa de sedimento (Fig. 1). Dicha falla debe de prolongarse hacia tierra, produciendo la elevación del bloque del basamento de la Sierra de Santa Pola, y generando a su vez el afloramiento del arrecife de Santa Pola (Montenat *et al.*, 1990).

Es una falla fosilizada por la Unidad 1 (Fig. 2) de edad Younger Dryas-Actualidad (aproximadamente, 12000 últimos años). No se puede descartar que la falla también afecte a la Unidad 2 (Fig. 3). Por lo anterior, la falla no parece activa en la actualidad.

En un trabajo previo (Tent-Manclús *et al.*, 2018) se muestra un perfil sísmico paralelo a la costa al norte de la Sierra de Santa Pola, donde se interpretan unas facies sísmicas como facies arrecifales similares al arrecife de Santa Pola. Esto nos permite suponer que tras el Messiniense superior (edad del arrecife de Santa Pola, Soria *et al.*, 2008) y al menos durante el Plioceno inferior, la falla debió actuar para elevar el bloque sur donde se encuentra la Sierra de Santa Pola.

En la actualidad la cresta anticlinal de Tabarca se está levantando respecto a la Bahía de Alicante (Tent-Manclús *et al.*, 2009). El plano vertical de la falla y el contexto del borde norte de la cuenca del Bajo Segura (Montenat *et al.*, 1990) apuntaría hacia una falla de salto en dirección.

Conclusiones

La falla del Norte de Tabarca marca el límite entre la cresta anticlinal de Tabarca y el sinclinal de Alicante. Se trata de una

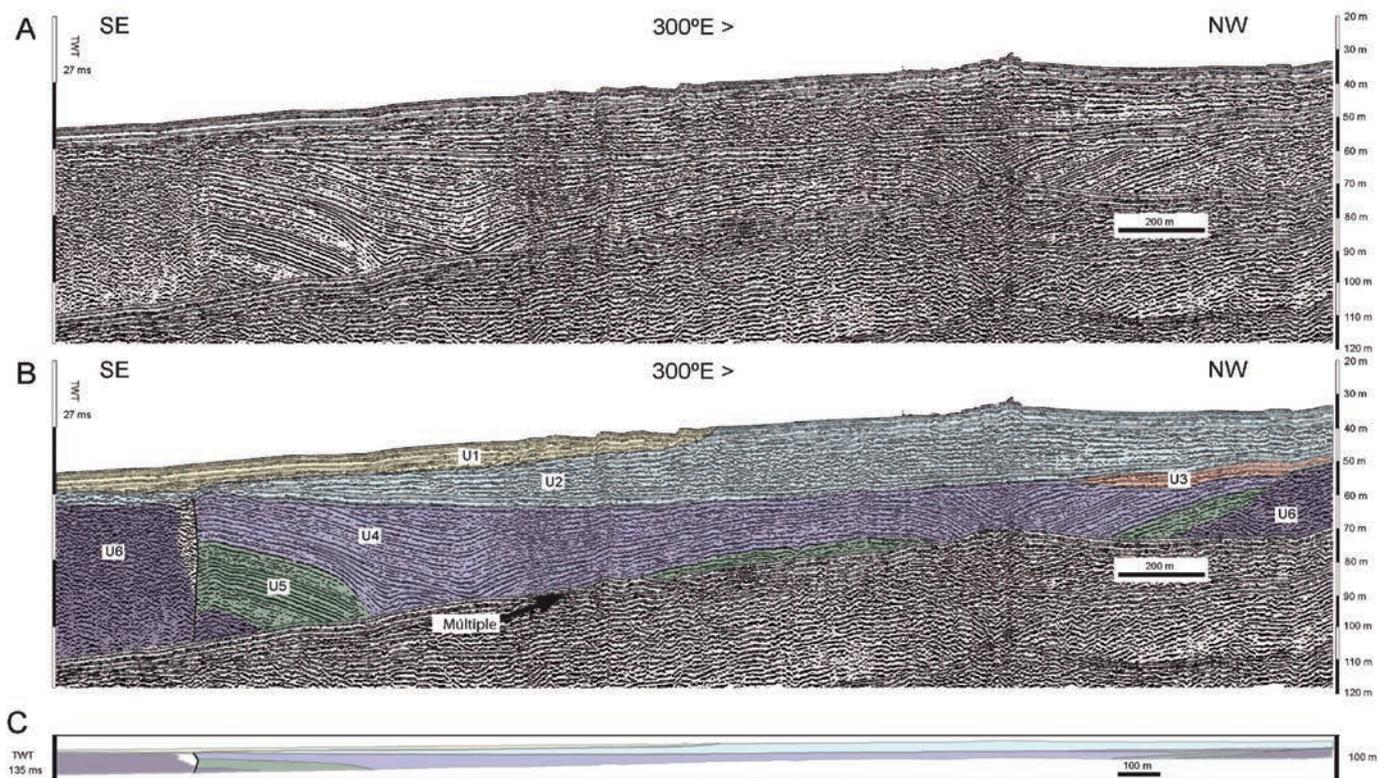


Fig. 3.- A) Sección sísmica digital, en la izquierda escala en tiempo doble, en divisiones de 27 milisegundos (*Two Way Traveltime*, TWT), conversión a metros a la derecha considerando la velocidad de sonido constante de 1500 m/s. El signo > indica el rumbo durante la adquisición del perfil. B) Interpretación de la sección sísmica: U1 a U6 igual que en la Fig. 2; U3: Unidad litosísmica 3, Plioceno-Cuaternario. C) Corte geológico, realizado a partir de la sección sísmica. La misma escala vertical y horizontal. Ver figura en color en la web.

Fig. 2.- A) Digital seismic section, to the left two way traveltime (TWT) scale with 27 milliseconds divisions, to the right meter scale considering the sound velocity constant equal to 1500 m/s. The > symbol indicates the profile acquisition heading. B) Interpretation of the seismic section: U1 to U6 the same as Fig. 2; U3: Lithoseismic unit 3, Pliocene-Quaternary. C) Geologic section, made after the seismic section. The vertical and horizontal scales are the same. See color figure in the web.

falla que no parece activa en la actualidad pero que probablemente fue la responsable de la elevación del basamento bético en la zona de Tabarca y la sierra de Santa Pola.

La discontinuidad que separa las dos unidades litosísmicas plegadas se ha interpretado como la discontinuidad intramessiniense, la cual se observa en la Cuenca del Bajo Segura emergida.

Por último, la discontinuidad que separa las unidades plegadas de las horizontales, marcada con un reflector doble, indica un cambio en la propagación de las ondas sísmicas, que se interpreta como un aumento de la litificación de los términos inferiores.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del Grupo de Investigación de la Universidad de Alicante "Cambios Paleoambientales". Agradecemos al editor Manuel Díaz Azpiroz, a Juan Carlos Balanyá y al revisor anónimo las mejoras en el trabajo.

Referencias

- Catafau Alcántara, E., Gaytán de Ayala y Bolín, M., Pereda Alonso, I., Vázquez Garrido, J.T. y Wandossell Santamaría, J. (1994). *Mapa geológico de la Plataforma Continental Española y Zonas adyacentes. Escala 1:200 000. Hoja nº 72-73 (Elche-Alicante)*. ITGE, Madrid, 73 p.
- Estévez, A., Renard, P. y Yébenes, A. (2004). En: *Geología de Alicante* (P. Alfaro, J. M. Adreu, A. Estévez y J.E. Tent-Manclús, Eds.). Universidad de Alicante, 161-177.
- Hsü, K.J., Cita, M.B. y Ryan, W.B.F., (1973). En: *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 13, 2* (W.B.F. Ryan, et al., Eds.). U.S. Government Printing Office 1023-1231.
- Lancis C., Tent-Manclús, J. E., Soria, J.M., Corbí, H., Dinarès-Turell, J. y Yébenes, A. (2010). *Revista Española de Micropaleontología* 42, 321-344.
- Lancis, C., Tent-Manclús, J.E., Flores, J.A. y Soria, J.M. (2015). *Geologica Acta* 13(3), 211-228.
- Martínez del Olmo, W. (2011). *Revista de la Sociedad Geológica de España* 24, 237-257.
- Montenat, C., Ott d'Estevou, Ph. y Coppier, G., (1990). En: *Les Bassins Néogènes du Domaine Bétique Orientale (Espagne)* (C. Montenat, Ed.). Documents et Travaux, IGAL, 12-13, 313-368.
- Peral, J. Corbí, H., Pérez Valera, F., Soria, J.M. y Tent-Manclús, J.E. (2018). *Geogaceta* 63, 3-6.
- Perea, H., Gràcia, E., Alfaro, P., Bartolomé, R., Lo lacono, C., Moreno, X., Masana, E. y EVENT-SHELF Team. (2012). *Natural Hazards and Earth System Sciences* 12, 3151-3168.
- Soria, J.M., Caracuel, J.E., Corbí, H., Dinarès-Turell, J., Lancis, C., Tent-Manclús, J.E., Viseras, C. y Yébenes, A. (2008). *Sedimentary Geology* 203, 267-288.
- Tent-Manclús, J.E., Estévez, A., Soria, J.M., Benabdeloued, N.Y.B., Corbí, H., Rey, J., Pina, J.A. y Yébenes, A. (2009). *Geogaceta* 47, 97-100.
- Tent-Manclús, J.E., Baeza-Carratalá, J.F., Soria, J.M. y Soler Llorens, J.L. (2016). *Geo-Temas* 16 (2), 303-306.
- Tent-Manclús, J.E., Peral, J., Soria, J.M. y Rey, J. (2018). *Geogaceta* 63, 55-58.