

# Estructuras de deformación en sedimentos del Cuaternario reciente de la cuenca del Bajo Segura. (Alicante). Discusión sobre su posible origen sísmico.

*Deformation structures in late Quaternary sediments from the Low Segura basin (Alicante). A discussion about their seismic origin.*

P. Alfaro (\*), C. Domènech (\*\*), A. Estévez (\*) y J. M. Soria (\*)

(\*) Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (Universidad de Alicante). Apartado 99, Alicante.

(\*\*) Instituto Técnico de la Construcción. Prol. Avda. Elche, 164 (Alicante)

## ABSTRACT

*Aiming at recognizing the prints in the most recent sedimentary record due to earthquakes, able to develop liquefaction and fluidization in sediments (magnitude equal to or more than 5), we have studied eight boreholes, each about 40 m long, located in the Low Segura basin (Alicante, Spain). We have recognized disturbances due to the own boring activity, as well as others due to bioturbation, thixotropy in clayey levels and to what, in our opinion, is the effect of seismic shocks (microfaults, distorted lamination and fluid scape structures).*

**Key words:** paleoseismicity, seismites, active tectonics, Quaternary, Betic Cordillera, Alicante.

*Geogaceta, 17 (1995), 91-94*  
 ISSN:0213683X

## Introducción

Habitualmente, los terremotos quedan registrados en el sedimento por una serie de estructuras de deformación que son denominadas sismitas (Seilacher, 1969). En la mayoría de sismitas la deformación está originada por procesos de licuefacción-fluidificación (Anand & Jain, 1987; Guiraud & Plaziat, 1993; Obermeier *et al.*, 1993).

El objetivo del presente trabajo es reconocer los registros de licuefacción-fluidificación generados por terremotos de gran magnitud en sedimentos no consolidados del Cuaternario reciente de la Cuenca del Bajo Segura. El método habitual en este tipo de estudios es la observación de taludes o trincheras artificiales. Para el caso del área estudiada, este método resulta inviable tanto por la poca profundidad del nivel freático actual, como por la existencia de niveles superficiales de arena que colapsan con gran facilidad. Por ello se ha intentado el reconocimiento de estas estructuras de deformación en varios sondeos, metodología que aporta resultados significativos, pero que presenta una serie de limitaciones que serán discutidas en los párrafos siguientes.

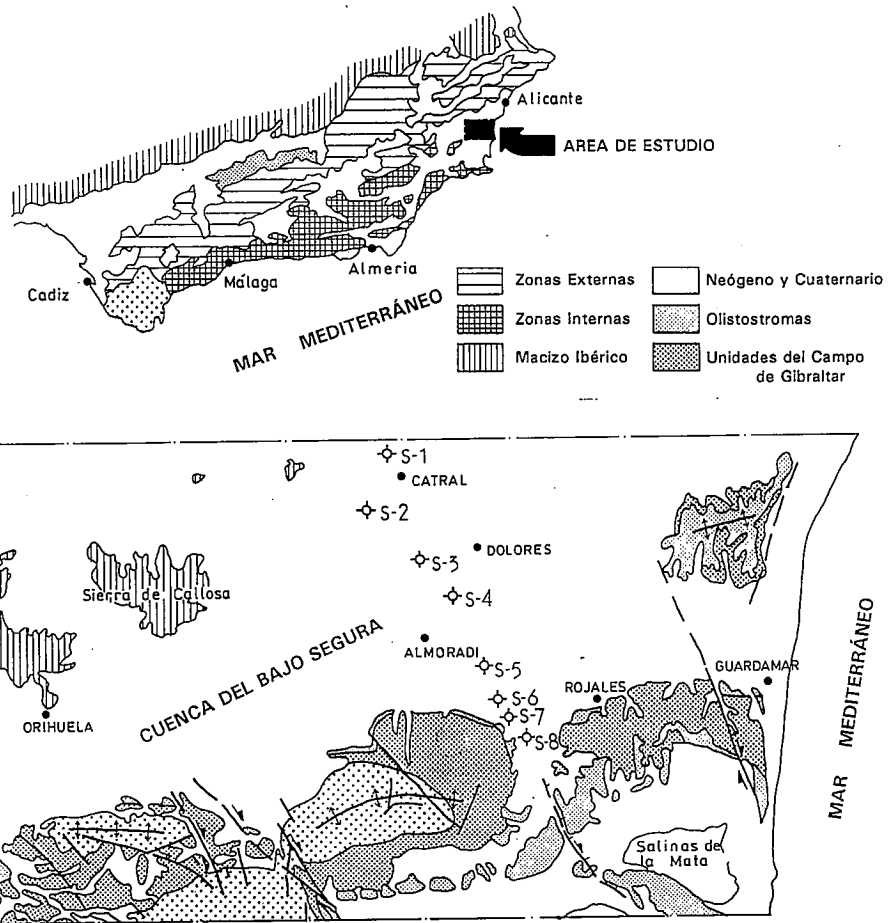


Fig.1.- Contexto geológico general y localización de los sondeos.

Fig. 1.- Geological setting and Localization of boreholes.

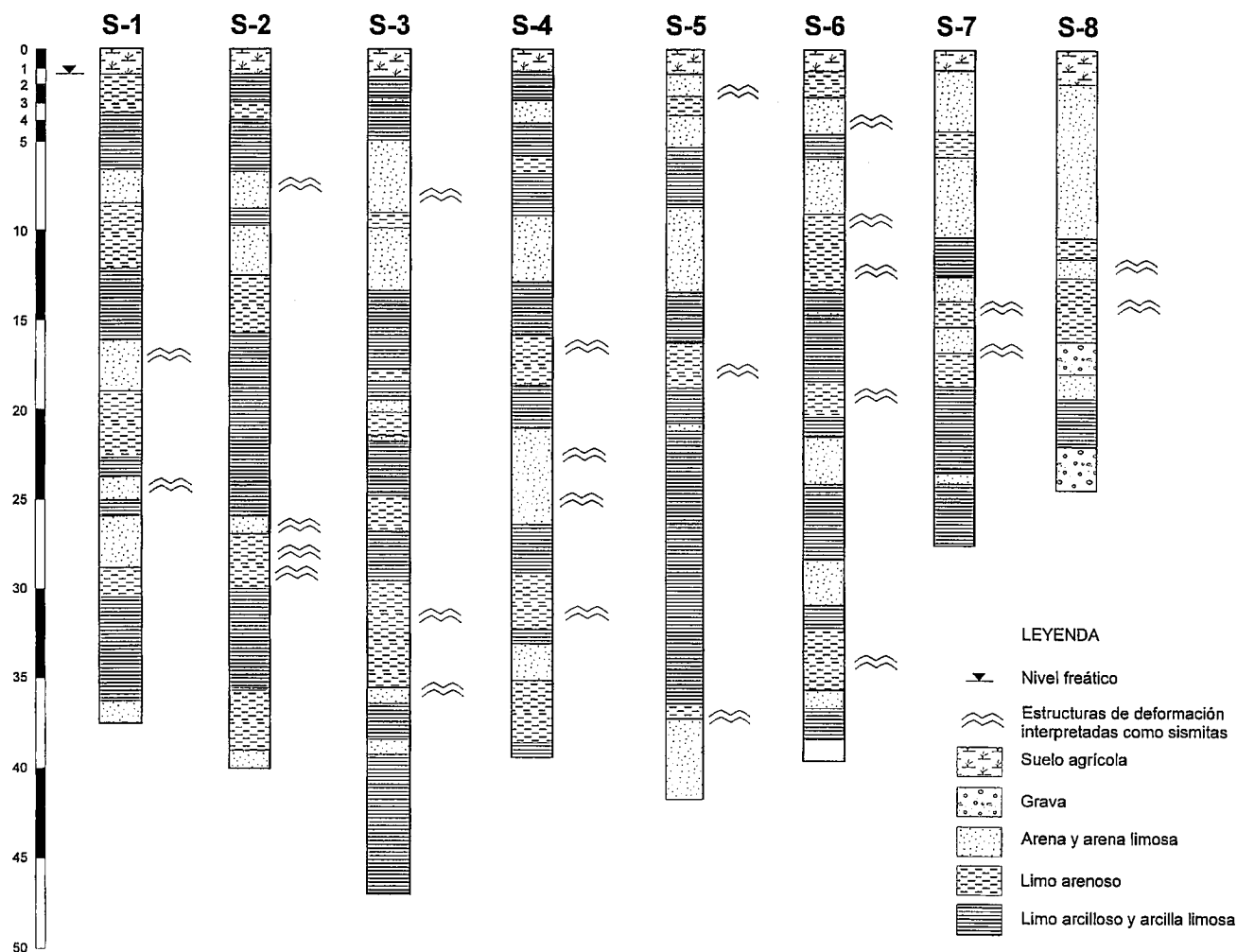


Fig. 2.- Litología de los sedimentos del Cuaternario reciente de la cuenca del Bajo Segura obtenida a partir de los testigos de sondeo. Localización de las deformaciones interpretadas como sismitas.

Fig. 2.- Logs of late Quaternary sediments from the Low Segura basin, obtained from the drilling cores. Situation of deformation structures, interpreted as seismites, is shown along columns.

**Localización y contexto geológico**

Se han estudiado ocho sondeos de 40 m de profundidad media, distribuidos en una alineación transversal al eje de la Cuenca del Bajo Segura (Figs. 1 y 2). Los materiales cortados pertenecen a la unidad estratigráfica más reciente que rellena la Cuenca, constituida fundamentalmente por sedimentos arenosos, limosos y arcillosos de edad Holoceno y Pleistoceno superior. La Cuenca del Bajo Segura está situada en el extremo oriental de la Cordillera Bética, en el límite entre las Zonas Externas y las Zonas Internas. Durante el Neógeno y Cuaternario ha registrado una intensa actividad tectónica, que se manifiesta por la aparición de numerosas estructuras de deformación en el registro sedimentario. Entre las estructuras sismogénicas del área de estudio destacan el accidente del Bajo Segura (NNE-SSW) y el sistema de San Miguel de Salinas (NW-SE) (Montenat, 1990).

**Resultados**

Han sido reconocidos tres tipos de estructuras de deformación que pueden interpretarse como sismitas:

*Microfallas*: pequeñas fracturas normales y verticales de salto milimétrico que configuran una densa red, formando sistemas conjugados y sellados por niveles suprayacentes (Fig. 3a). Aparecen en sedimentos con alternancia de limos y limos arenosos. Varios autores han interpretado este tipo de estructuras en relación con sacudidas sísmicas (Seilacher, 1969; Plaziat *et al.*, 1990; Vachard *et al.*, 1987; Montenat, 1993, etc.).

*Laminación distorsionada*: deformaciones de morfología irregular que alteran intensamente la laminación primaria del sedimento, y que están selladas a techo y muro por niveles no deformados (Fig.3b). Se han reconocido en sedimentos limo-arenosos. Algunos casos de lamina-

ción distorsionada se identifican con estructuras tipo *convolute*, en especial cuando la deformación se incrementa hacia el techo y no se definen vergencias en ningún sentido. Estas estructuras se relacionan genéticamente con procesos de licuefacción y fluidificación (Lowe, 1975), desencadenados en la mayoría de las ocasiones por terremotos de gran magnitud.

*Diques o Pilares (Pillars)*: estructuras de escape de sedimento limo-arenoso licuefactado-fluidificado que corta la laminación original de los niveles suprayacentes. Es posible observarlos en varios estadios de evolución, desde el inicial caracterizado por una intrusión incipiente, hasta el de máximo desarrollo, en el que cortan por completo el nivel arenoso superior. Asociados a estos diques aparecen ejemplos de laminación distorsionada o *convolutes* (Fig. 3c), que llegan incluso a desarrollar morfologías en "champifión". Este tipo de estructuras son bastante frecuentes entre las sismitas (Hempton &

Dewey, 1983).

Con el propósito de comprobar la susceptibilidad a la licuefacción sísmica de los sedimentos en los que han sido descritas estas deformaciones, se han realizado los siguientes análisis:

(1) Determinación del tamaño de grano: los análisis granulométricos (más de 120 con un intervalo de muestreo de 2 m a lo largo de los diferentes sondeos) muestran tres clases granulométricas principales, una de las cuales presenta una alta susceptibilidad a la licuefacción sísmica (arena y arena limosa). La clase intermedia (limo arenoso) también puede desarrollar procesos de licuefacción (Fig. 4).

(2) Saturación acuosa original: a partir del análisis de las facies se deduce que los sedimentos deformados se depositaron en ambientes de marisma y de llanura de inundación fluvial. Los frecuentes indicios de hidromorfía indican un estado saturado de los sedimentos, bajo un nivel freático superficial o subsuperficial.

(3) Estado de consolidación del sedi-

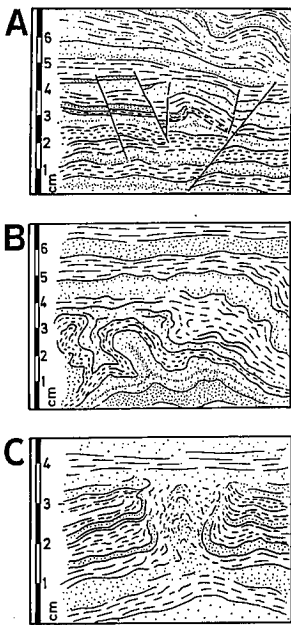


Fig. 3.- Estructuras de deformación interpretadas como sismitas.

Fig. 3.- Deformation structures interpreted as seismites.

mento: los más de 50 ensayos de penetración dinámica (SPT) realizados muestran unos valores muy bajos de N (número de golpes), frecuentemente menores que 15 en los 20 primeros m de ensayo, lo que indica un estado poco o nada consolidado del sedimento (Fig. 5).

**Discusión**

Entre todas las estructuras de deformación estudiadas han sido reconocidas algunas debidas a la propia perforación del sondeo, otras debidas a bioturbación, fenómenos tixotrópicos en niveles arcillosos y también otras que en nuestra opinión son debidas al efecto de sacudidas sísmicas (microfallas, micropliegues, estructuras de escape...). La interpretación de estas estructuras sedimentarias de deformación como sismitas se ha basado en los siguientes criterios:

- (1) las estructuras de deformación se encuentran limitadas a techo y a muro por horizontes no deformados.
- (2) los sondeos se han realizado en un área tectónicamente activa puesta

de manifiesto por otros criterios geológicos (Montenat, 1977; López Casado *et al.*, 1987). Existen referencias históricas de licuefacción durante el terremoto de Torrevieja de 1829 (López Mariñas, 1976).

(3) alta susceptibilidad a la licuefacción sísmica de los sedimentos deformados, debido a que presentan las siguientes propiedades mecánicas:

- sedimentos no consolidados
- estado original del sedimento saturado

- granulometría limo-arenosa

(4) presencia de sismitas idénticas a las aquí descritas en ambientes sedimentarios similares (Sims, 1975; Hempton & Dewey, 1983; Plaziat *et al.*, 1990, etc.).

(5) reproducción experimental de las mismas estructuras en laboratorio (Kuenen, 1958).

A pesar de lo expuesto, consideramos que la identificación de sismitas a partir de sondeos presenta algunas limitaciones. La principal de ellas se debe al escaso dominio de observación que impide reconocer estructuras de mediano o gran tamaño, así como su desarrollo lateral.

**Conclusiones**

En el Cuaternario reciente de la Cuenca del Bajo Segura han sido reconocidos varios niveles de sismitas. Estas se atribuyen a terremotos de magnitud superior o igual a 5 (Seed & Idriss, 1982), que desencadenan procesos de licuefacción y fluidificación del sedimento. Entre los diferentes tipos de estructuras de deformación observados destacan: microfallas, distorsiones de la laminación (*convolutas*) y estructuras de escape.

**Agradecimientos**

Este trabajo ha sido financiado por la C.I.C.Y.T. con el proyecto AMB92-0531. Queremos dar las gracias a C.O.P.U.T. e I.T.C. por su colaboración. Nuestro especial agradecimiento a José Delgado por sus sugerencias y comentarios valiosos que han ayudado a mejorar el presente trabajo, y a Lucién Macone por su laboriosa ayuda en las tareas de laboratorio.

**TAMAÑO DE GRANO (mm)**

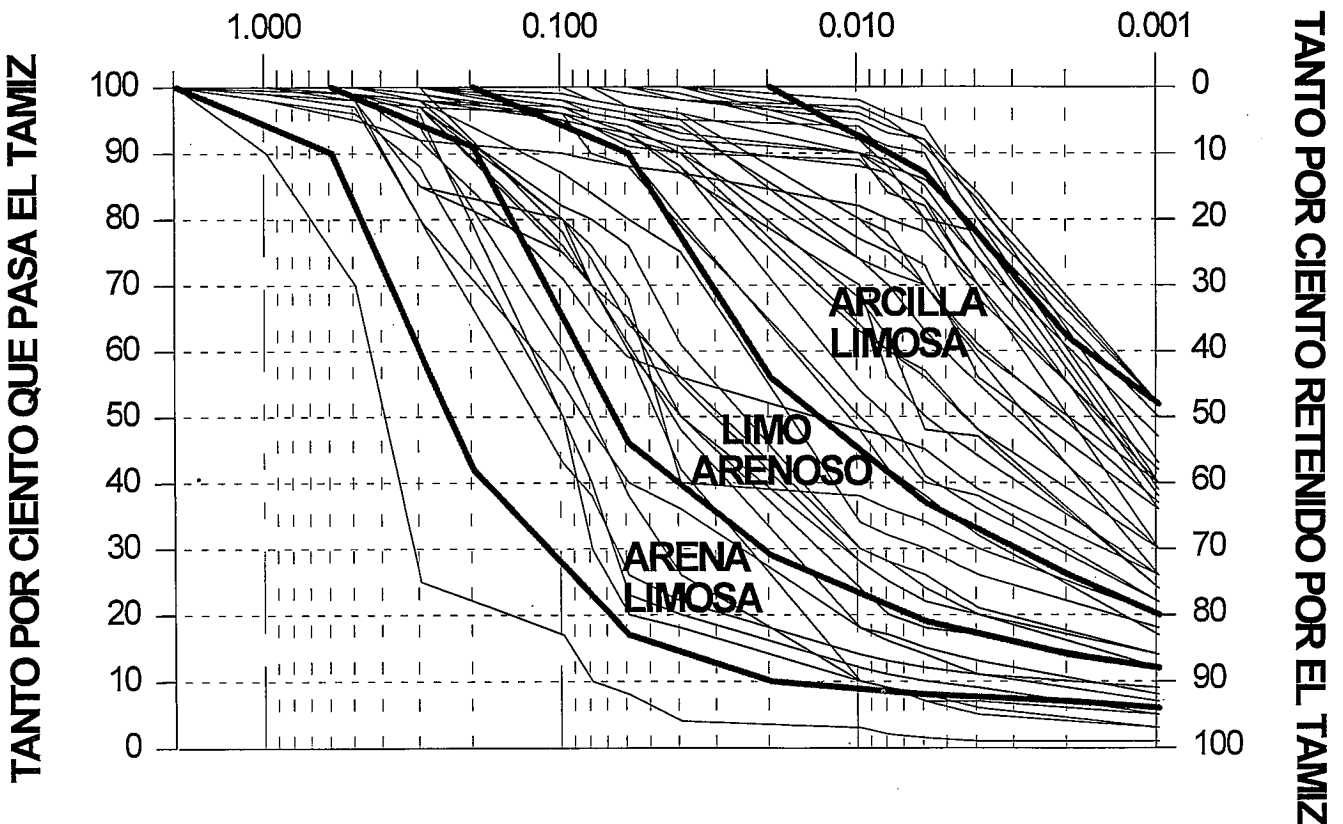


Fig. 4.- Curvas granulométricas.

Fig. 4.- Granulometric curves.

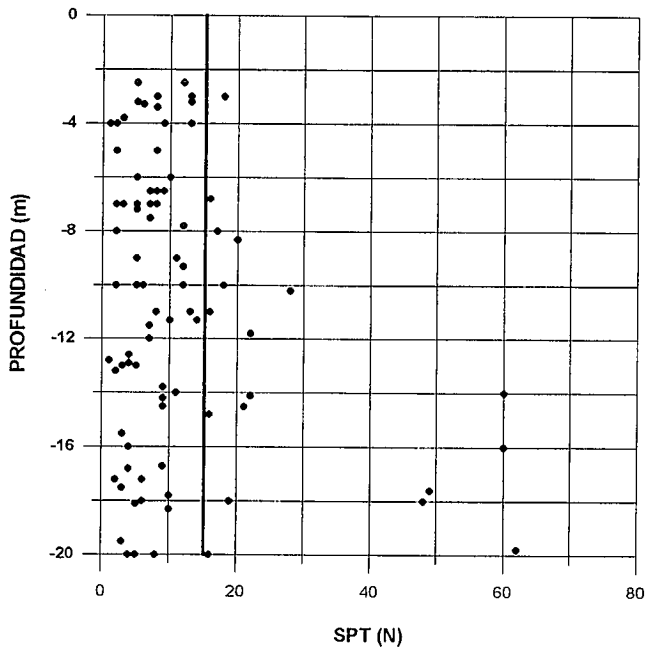


Fig. 5.- Ensayos de penetración dinámica (SPT).

Fig. 5.- Results of the dynamic penetration tests (SPT)

Referencias

Anand, A. & Jain, A.K. (1987) *Tectonophysics*, 133, 105-120.  
 Guiraud, M. & Plaziat, J. C. (1993) *Tectonophysics*, 225, 493-522.  
 Hempton, M. R. & Dewey, J. F. (1983) *Tectonophysics*, 98, T7-T14.  
 Kuenen (1958) *Trans. geol. Soc. Glasgow*, 23, 1-28.  
 López-Casado, C., Estévez, A.; Pina, J. A. y Sanz de Galdeano, C. (1987) *Mediterránea, Ser. Est. Geol.*, N° 6, 5-39.  
 López-Mariñas, J. M. (1976) El sismo del 21 de marzo de 1829, Madrid.  
 Lowe, D. R. (1975) *Sedimentology*, 23, 285-308.  
 Montenat, C. (1977) *Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, 69, 345 p.  
 Montenat, C. (1990) *Doc. et Trav.*

IGAL, n° 12-13, 313-368.  
 Montenat, C. (1993) *Geochronique*, 46, 15-17.  
 Obermeier, S. F., Martin, J. R., Frankel, A. D., Youd, T. L., Munson, P. J., Munson, C. A. & Pond, E. C. (1993) *U. S. Geol. Survey Prof. Paper*, 1536, 27 p.  
 Plaziat, J. C., Purser, B. H. & Philobos, E. (1990) *Bull. Soc. géol. France*, (8), t. VI, n° 3, pp. 419-434.  
 Seed, H. B. & Idriss, I. M. (1982) *Earthquake Engineering Research Institute*, Berkeley, California, U.S.A.  
 Seilacher, A. (1969) *Sedimentology*, 13, 155-159.  
 Sims, J. D. (1975) *Tectonophysics*, 29, 141-152.  
 Vachard, D., Barrier, P., Montenat, C. et Ott d'Estevou, P. (1987) *Doc. et Trav. IGAL*, 11, 127-141.