

De nuevo con todos vosotros, esta vez con el nº 11 de la Revista ISURUS, cada comienzo de año, mi incertidumbre, ¿podré encontrar a científicos que quieran y puedan realizar un artículo para esta modesta revista? ... pues sí, siempre tengo la gran suerte de encontrar a buenos amigos que pese a sus obligaciones y trabajo, están dispuestos a escribir un fantástico artículo para esta revista.

Todos los años desde este apartado digo lo mismo, gracias a todos los articulistas por querer participar en la Revista ISURUS, pero es que es verdad y cada año tengo que decir lo mismo, gracias y mil gracias amigos.

En la primavera de este año 2018, hemos vuelto a enviar toda la documentación requerida por la *Conselleria de Cultura de la Generalitat Valenciana* para la declaración oficial de Colección Museográfica Permanente de nuestra exposición, esperamos y deseamos que cuando salga editado este número podamos darnos la enhorabuena.

Han sido muchos los años luchando por esta declaración, muchos trabajo, mucho papeleo, mucho de nuestro tiempo invertido, así que creemos que nos lo hemos ganado, ojalá al final tenga recompensa.

Ángel Carbonell Zamora – Presidente de La Asociación Paleontológica Alcoyana *Isurus*

ISURUS es una publicación anual para la divulgación científica sobre paleontología y otras ciencias relacionadas.

ISURUS nº 11 año 11

Ángel Carbonell Zamora
Vicente Giner Cerdán

Presidente de la Asociación Paleontológica Alcoyana
Vicepresidente

Equipo editorial y de redacción: Francisco Javier Bellod Calabuig,
Ángel Carbonell Zamora, Vicente Giner Cerdán.

Maquetación y composición: Francisco Javier Bellod Calabuig, Ángel Carbonell Zamora,
Vicente Giner Cerdán.

Portada: Ángel Carbonell Zamora

Edita: Asociación Paleontológica Alcoyana "ISURUS"

Imprime: Artes Gráficas Alcoy

ISSN: 1888-9441

Depósito legal: A-883-2008

Copyright © 2018 Asociación Paleontológica Alcoyana "ISURUS"

SUMARIO

EDITORIAL.....	2
LOS FORAMINÍFEROS DEL MIOCENO DE LA SERRA DE MARIOLA (ALICANTE, SE ESPAÑA): UN PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO DE INTERÉS CIENTÍFICO Y POTENCIAL DIVULGATIVO de Hugo CORBÍ y Antonio BELDA ANTOLÍ.....	4
LUCAS MALLADA de Gabriel GARCÍA RIPOLL y Ángel CARBONELL ZAMORA.....	13
Vs EN MATERIALES MARGOSOS EN ZONA DE ALCOY: ANÁLISIS DEL EFECTO DE INESTABILIDAD DE LADERAS EN LA Vs de Cintia CANTÓ ESTEVE.....	14
ANÁLISIS DE UNA ESTRUCTURA DE CRECIMIENTO ASOCIADA A LA FALLA DE CREVILLENTE de Andrea SEMPERE CORADA.....	26
APLICACIONES DEL PARALOID-B72 COMO CONSOLIDANTE EN PREPARACIONES PALEONTOLÓGICAS de Jose Antonio VILLENA GÓMEZ y Anna GARCÍA FORNER.....	38
YACIMIENTO PALEONTOLÓGICO DE TAIMA-TAIMA. “UNA VENTANA A LA ÚLTIMA EDAD DE HIELO EN LA COSTA CARIBEÑA” Jorge Domingo CARRILLO BRICEÑO.....	52
MUSEO COMARCAL DE MOLINA DE ARAGÓN de María VIORRETA MEDINA, Lorena ABAD GARCÍA y Juan Manuel MONASTERIO.....	60
LOS FÓSILES MARINOS DEL TRIÁSICO DE ALICANTE: UNA PUESTA AL DÍA. de Ana MÁRQUEZ-ALIAGA.....	64
NOTICIARIO DE ACTIVIDADES 2017 - 2018 ASOCIACIÓN PALEONTOLÓGICA ALCOYANA “ISURUS” de Ángel CARBONELL ZAMORA.....	76

LOS FORAMINÍFEROS DEL MIOCENO DE LA SERRA DE MARIOLA (ALICANTE, SE ESPAÑA): UN PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO DE INTERÉS CIENTÍFICO Y POTENCIAL DIVULGATIVO

Hugo CORBÍ y Antonio BELDA ANTOLÍ

Dpto. Ciencias de la Tierra y Medioambiente. Universidad de Alicante. Ctra. San Vicente S/N (03690), e-mail: hugo.corbi@ua.es

RESUMEN: los foraminíferos son organismos unicelulares con caparazón calcáreo y que resultan útiles en estudios de datación de rocas y permiten conocer características ambientales. Las muestras corresponden a margas del Mioceno procedentes de la Serra de Mariola y que posteriormente se han levigado para su análisis. Los resultados muestran un elevado porcentaje de foraminíferos planctónicos ($\geq 75\%$), lo cual indica que se corresponde con un ambiente profundo de la plataforma externa. Este trabajo proporciona información didáctica y divulgativa para comprender mejor el proceso de formación de esta sierra.

RESUM: els foraminífers són organismes unicelulars amb closca calcària i que resulten útils en estudis de datació de roques i permeten conèixer característiques ambientals. Les mostres corresponen a margues del Miocè procedents de la Serra de Mariola i que posteriorment s'han tamisat per a la seva anàlisi. Els resultats mostren un elevat percentatge de foraminífers planctònics ($\geq 75\%$), la qual cosa indica que correspon amb un ambient profund de la plataforma externa. Aquest treball proporciona informació didàctica i divulgativa per comprendre millor el procés de formació d'aquesta serra.

ABSTRACT: the foraminifera are unicellular organisms with a calcareous shell that they are useful in rock dating studies and they allow to know environmental characteristics. The samples correspond to marl sediments from the Miocene, they collected in the Serra Mariola. Samples have been washed for their later analysis. The results show a high percentage of planktonic foraminifera ($\geq 75\%$), which indicates that it corresponds to a deep environment of the external platform. This work provides didactic and informative data to understand the formation process of this area.

Palabras clave: bioindicadores, foraminíferos, Mioceno, Serra Mariola

Paraules clau: bioindicadors, foraminífers, Miocè, Serra Mariola

Keywords: bioindicators, foraminifera, Miocene, Serra Mariola

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de las microfacies, a través del uso de técnicas microscópicas, es del máximo interés para la interpretación paleoambiental y bioestratigráfica del ambiente deposicional donde se formaron los sedimentos. Los análisis micropaleontológicos son un complemento esencial a la información aportada por los estudios de lito- y bio-facies observables a simple vista, sean estratigráficos (características de los conjuntos de rocas estratificadas), sedimentológicos (procesos sedimentarios y estructuras sedimentarias) o paleoecológicos (asociación fósil registrada). Por tanto, el estudio de los componentes, tanto bióticos como

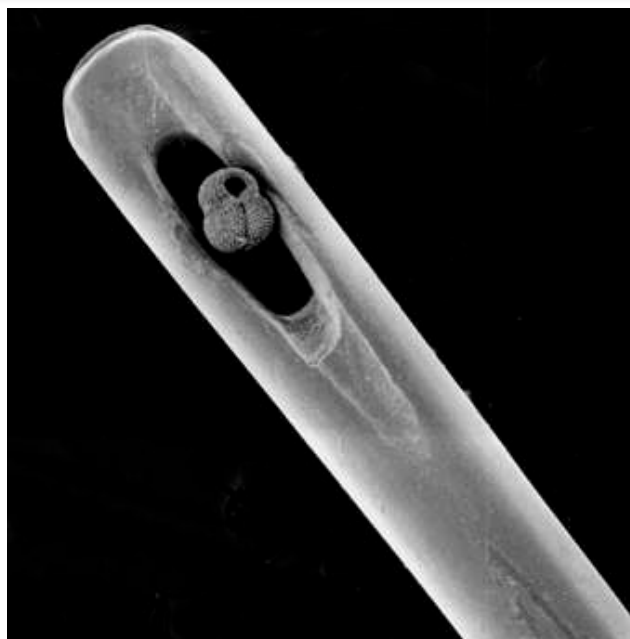


Fig. 1: un foraminífero planctónico en la parte final de una aguja

abióticos, que forman los sedimentos y rocas sedimentarias posibilita de modo fácil y directo la obtención de información sobre el medio de depósito tal como el origen de los aportes, el grado de transporte o la hidrodinámica, batimetría, productividad, temperatura o salinidad de las aguas (Corbí, 2010; Corbí et al., 2012).

En la Serra de Mariola, ubicada al norte de la provincia de Alicante y sur de la provincia de Valencia, se han realizado numerosos estudios, especialmente sobre fauna y plantas medicinales (Belda y Bellod, 2006; Serra et al., 2012; Benavent et al., 2015; Belda et al., 2017). En cambio, hay relativamente pocos estudios geológicos y paleontológicos, en los que se aborden cuestiones puramente geológicas, relacionadas con la cartografía geológica (IGME, 2007), registro paleontológico de mamíferos (por ejemplo, Montoya et al., 2006; Roig, 2013), geomorfología (Ordoñez et al., 2016) y bioestratigrafía (Castro et al., 2014; Mansino et al., 2017).

El propósito principal de este trabajo es ilustrar las características micropaleontológicas, en particular las asociaciones de foraminíferos, de un afloramiento representativo del Mioceno de la Serra de Mariola. El trabajo aquí presentado pone de manifiesto, no solo el interés geocientífico de los afloramientos de esta edad representados en la Sierra de Mariola, sino también su alto potencial interés divulgativo para un mejor y más interdisciplinario conocimiento del medio. Además, los microfósiles registrados, obtenidos a partir de técnicas sencillas como el levigado, pueden constituir también un elemento básico en la divulgación del patrimonio geológico y paleontológico de la Serra de Mariola.

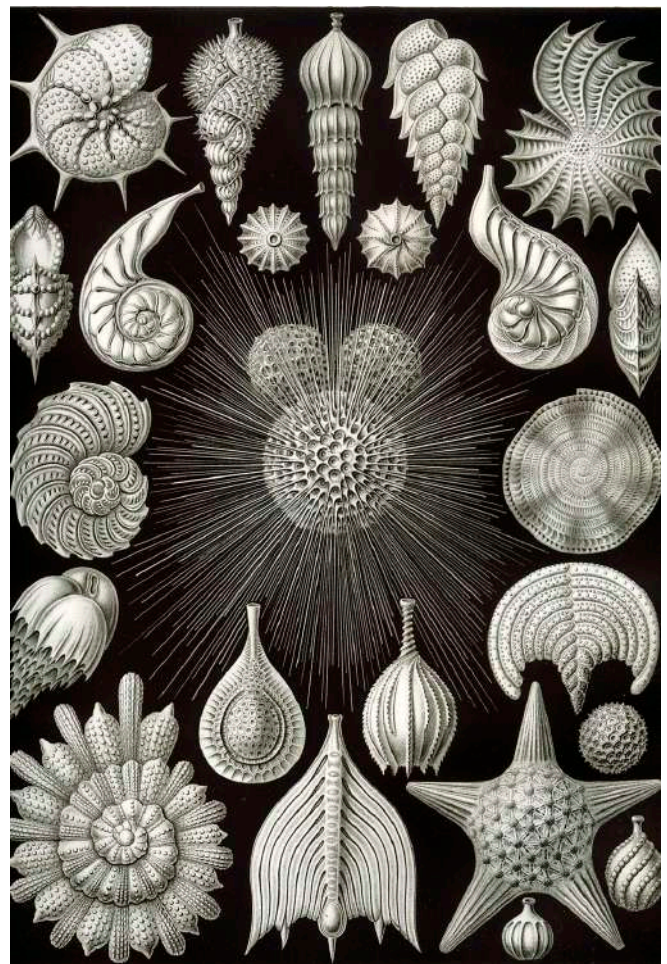


Fig. 2: ilustraciones de foraminíferos realizadas en trabajos taxonómicos del siglo XIX (*Kunstformen der Natur* (1904), plate 2: *Thalamphora*).

2. ¿QUÉ ES UN FORAMINÍFERO?

Los foraminíferos son protistas unicelulares con caparazón calcáreo que aparecen en el Cámbrico y se desarrollan hasta la actualidad. De hecho, hay más de 10000 especies reconocidas, aunque una gran parte ya se han extinguido (sólo las encontramos en el registro fósil). Con multitud de aplicaciones, principalmente bioestratigráficas y paleoecológicas, se consideran como uno de los más importantes grupos de microfósiles debido a su abundancia en los sedimentos marinos y a su gran diversidad de especies. Pueden vivir tanto en el fondo marino, foraminíferos bentónicos, como flotando en la columna de agua, foraminíferos planctónicos (Corbí, 2010; Corbí et al., 2012). Estos organismos, habitualmente denominados “forams” o apodados también

“living sands”, fosilizan fácilmente debido a que la mayoría de ellos poseen un caparazón calcáreo. Aunque algunos ejemplares pueden medir más de 10 centímetros, generalmente son del tamaño de un grano de arena, de ahí que su campo de estudio sea la micropaleontología, que estudia los fósiles de tamaño microscópico.

3. ¿CÓMO VIVEN LOS FORAMINÍFEROS?

El esqueleto mineral que conforma la concha se encuentra dividido en cámaras que se van añadiendo durante el crecimiento del organismo. Estas cámaras se encuentran interconectadas por poros, denominados forámenes, característica que da nombre al grupo. Habitualmente, la concha está compuesta por carbonato cálcico segregado cristalino (calcita o aragonito), o por partículas recolectadas (granos de arena) por el propio organismo en el ambiente que lo rodea. A través de las aperturas de la concha se desarrolla una red de pseudópodos que se ramifican y conectan entre sí, conformando una red compleja, parecida a una tela de araña, que sirve para captar alimento y, en algunas especies bentónicas, para la locomoción. Su modo de vida abarca tanto especies que se encuentran en simbiosis con algas, como otras que se alimentan de partículas orgánicas, bacterias, diatomeas o incluso pequeños animales como copépodos.

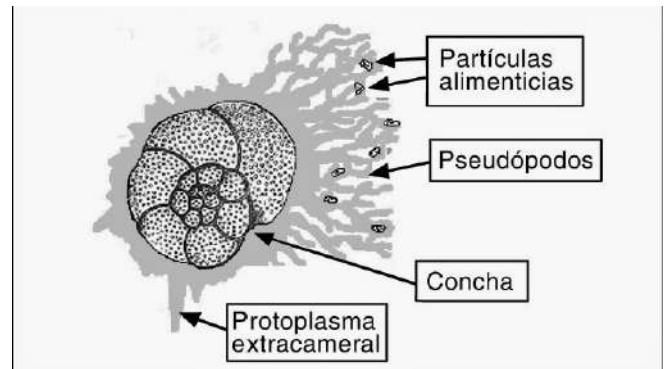


Fig. 4: dibujo idealizado de las partes de un foraminífero (extraído de Calonge et al., 2001).



Fig. 5: caparazones de foraminíferos extraídos de la arena de la playa de Ngapali (Myanmar) (fuente: Microphotographie personnelle: http://www.arenophile.fr/Pages_IMG/P991d.html)

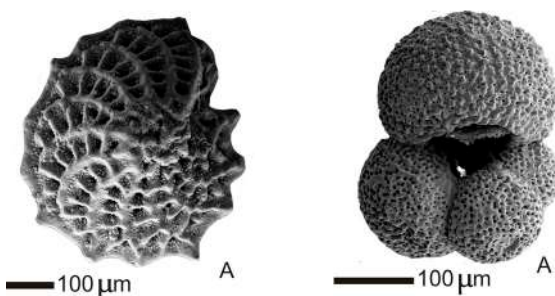


Fig.3: ejemplos de foraminíferos bentónicos y planctónicos. Izquierda: *Globigerina* (planctónico). Derecha: *Elphidium* (bentónico) (modificado de Corbí, 2010).



Fig. 6: foraminíferos bentónicos y planctónicos en muestras micropaleontológicas del registro Messiniense de la Cuenca del Bajo Segura (Sureste de la Península Ibérica). Fotografía cortesía de Jesús Soria.

4. ¿QUÉ NOS CUENTAN LOS FORAMINÍFEROS?

A pesar de su reducido tamaño, estos microfósiles son una importante fuente de información en estudios paleontológicos, estratigráficos y sedimentológicos. En particular, los foraminíferos son especialmente útiles en estudios de datación bioestratigráfica (determinar la edad de las rocas) y reconstrucción paleoambiental (conocer las características ambientales como temperatura, oxigenación, salinidad, etc.). El hecho de que puedan encontrarse miles de ejemplares en una pequeña muestra de sedimento, hace que estos grupos de organismos posean numerosas aplicaciones en investigación de Ciencias de la Tierra. Entre éstas aplicaciones destacan, por su relevancia, las siguientes:

- a) Estudio del clima, en particular los cambios climáticos recientes durante el Cuaternario.
- b) Indicadores de contaminación en medios marinos actuales.
- c) Dataciones bioestratigráficas en materiales antiguos.
- d) Reconstrucción de paleoambientes complementando la información estratigráfica y sedimentológica.

Además, este grupo fósil presenta también un alto potencial didáctico tanto en enseñanzas medias, como universitarias como lo atestiguan varios trabajos presentados en la revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (Arenillas et al., 2000, Calonge et al., 2001, Corbí et al., 2012).

Recientemente los foraminíferos planctónicos del Neógeno han sido empleados como herramientas bioestratigráficas y paleoambientales que han permitido precisar las implicaciones cronoestratigráficas y paleogeográficas de la Crisis de Salinidad del Messiniense, uno de los eventos más singulares e importantes de la historia geológica del Mediterráneo (Corbí, 2010; Corbí et al., 2016; Corbí y Soria, 2016; Corbí, 2017).

5. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y CONTEXTO GEOLÓGICO

La Serra de Mariola es una formación montañosa situada al sureste de la Península Ibérica, concretamente en la Comunidad Valenciana. Este espacio natural comprende parte de las comarcas de *l'Alcoià*, *la Vall d'Albaida* y *el Comtat*, abarcando una superficie aproximada de 17.000 hectáreas, lo que lo convierte en uno de los parques naturales más extensos de la Comunidad Valenciana. El contexto geológico general se caracteriza por ser predominio de zonas montañosas elevadas, de suelos escarpados, de roca caliza y valles impermeables (Belda y Bellod, 2006). En particular, las muestras se han recogido en la zona conocida como "El Baradello Gelat", que corresponde con una urbanización en el término municipal de Alcoy.

Desde el punto de vista geológico, este parque natural, incluido dentro de las Cordilleras Béticas, está formado por un gran anticlinal en su extremo más oriental, que corresponde con la unidad denominada Prebético Externo. Sin embargo, al oeste de Alcoy, son visibles depósitos Paleógenos, de carácter costero e incluso lagunar, que caracterizan al Prebético Interno (Gualda, 1988).

En cuanto a la litología, las rocas más antiguas que afloran en la actualidad en la Serra de Mariola son yesos y arcillas rojas del **Triásico** (230 millones de años). En esta zona aparecen afloramientos de carácter diapírico, muy tectonizados e interestratificados entre las margas del Mioceno. La litoestratigrafía es la clásica de arcillas verdes y rojas, yesos coloreados y niveles dolomíticos de tonalidad oscura. Por otra parte, las rocas que se depositaron durante el **Jurásico** (205 millones de años) se localizan en la zona conocida como la Lloma, cerca de Muro. En este periodo se pueden encontrar algunas especies fósiles como: *Olcostephanus alcoyensis*, *Anchispirocyclina lusitanica* y *Clyclipeina jurasica*. Durante el **Cretácico Inferior** (144 millones de años) se formaron la mayor parte de rocas que hoy en día podemos encontrar en la Serra de Mariola. Además, se pueden

encontrar fósiles de Ammonites del género *Phylloceras* correspondientes al **Cretácico Superior** (99 millones de años). Durante el **Eoceno Superior** (42 millones de años) se produjo un acercamiento entre las placas Africana y Euroasiática que generó el movimiento de los sedimentos acumulados anteriormente en la cuenca empezándose a formar el citado anticlinal. Posteriormente, el plegamiento se intensifica y genera el levantamiento de la sierra. Finalmente, la Sierra de Mariola queda emergida durante el transcurso del **Mioceno** (11 millones de años). En este periodo se originan grandes depósitos de calizas, dolomías y margas, que ocupan las depresiones originadas por la formación del anticlinal. El mar abandona totalmente la sierra por la vertiente sur, al final del Mioceno. En el **Plioceno** (5 millones de años) podemos encontrar depósitos de arcillas rojas con conglomerados. Finalmente, es en el **Cuaternario** (2,6 millones de años) cuando la sierra sufre una serie de reajustes tectónicos, de los cuales los más importantes son los provocados por las rocas triásicas subyacentes. En este periodo geológico se encuentran las formaciones travertínicas del *Salt*. Los depósitos cuaternarios se encuentran encajados en depresiones ocupadas por sedimentos neógenos, que en ocasiones

presentan conos de deyección y depósitos de ladera (Colla Ecologista La Carrasca, 1998; Conselleria de Territori i Habitatge, 2004; Grupo de Trabajo Geoalicante, 2015).

6. MATERIALES Y METODOLOGÍA

El muestreo de la serie estratigráfica se realiza extrayendo aproximadamente 1 kg de sedimento para cada una de las muestras (n=8). La técnica para analizar las muestras es la denominada como levigado. Dicho proceso se realiza siguiendo el protocolo establecido por Corbí et al., 2014, donde, en primer lugar, se disgrega la muestra (200 grs aprox.) en un frasco con agua con una disolución de H_2O_2 (110 volúmenes) y polifosfato sódico ($NaPO_3$) n. Se deja a remojo durante 24 horas hasta que la muestra queda completamente disgregada. A continuación, se realiza un tamizado con agua con tamices de 0,5 y 0,125 mm. El residuo obtenido se somete al lavado con ultrasonidos para eliminar la fracción de arcilla que se adhiere a los microfósiles. Una vez limpio se seca en estufa a 70 °C y se envasan en viales rotulados con sus siglas. Finalmente, se analizan las muestras con la lupa binocular para identificar las diferentes especies.



Fig. 7: diferentes imágenes que ilustran el proceso del levigado, técnica micropaleontológica empleada en este trabajo para la obtención de microfósiles.

7. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La caracterización general de las muestras analizadas refleja una elevada cantidad de microfósiles, principalmente foraminíferos. Respecto del total de muestra recogida el porcentaje de foraminíferos planctónicos es muy elevado (más del 75%), lo cual indica que se trata de muestras micropaleontológicas típicas de ambiente marino profundo. La elevada relación entre bioclastos y clastos inorgánicos, junto con la elevada presencia de foraminíferos planctónicos anteriormente mencionada, apunta a que se trata de sedimentos que corresponden con aguas profundas (“*deep marine*”). Posiblemente las muestras analizadas se depositaron en rango de profundidad que corresponde a un ambiente de plataforma externa - talud (200-600 metros). También de forma puntual en algunas muestras se en-

cuentran algunos ostrácodos y espículas de esponja. Desde el punto de vista tafonómico, muchos de los foraminíferos se encuentran recristalizados, lo cual impide la determinación taxonómica en algunos casos.

A continuación, se enumeran los principales géneros y las diferentes especies identificados durante el trabajo de laboratorio. Entre los foraminíferos planctónicos destacan los géneros de *Globigerinoides*, *Globorotalia* (no carenadas), *Globorotalia* carenadas pertenecientes al grupo *menardi*, *Globigerinellas*, *Neoglobocadrina* y las especies *Globigerina bulloides* y *Orbulina universa*. Por su parte, dentro de los foraminíferos bentónicos se han determinado: *Cibicides*, *Gyroidina*, *Bulimina*, *Bolivina*, *Uvigerina*, *Siphonina*; y las especies *Pullenia bulloides* y *Melonis pompilioides*, además de otros foraminíferos uniseriados.

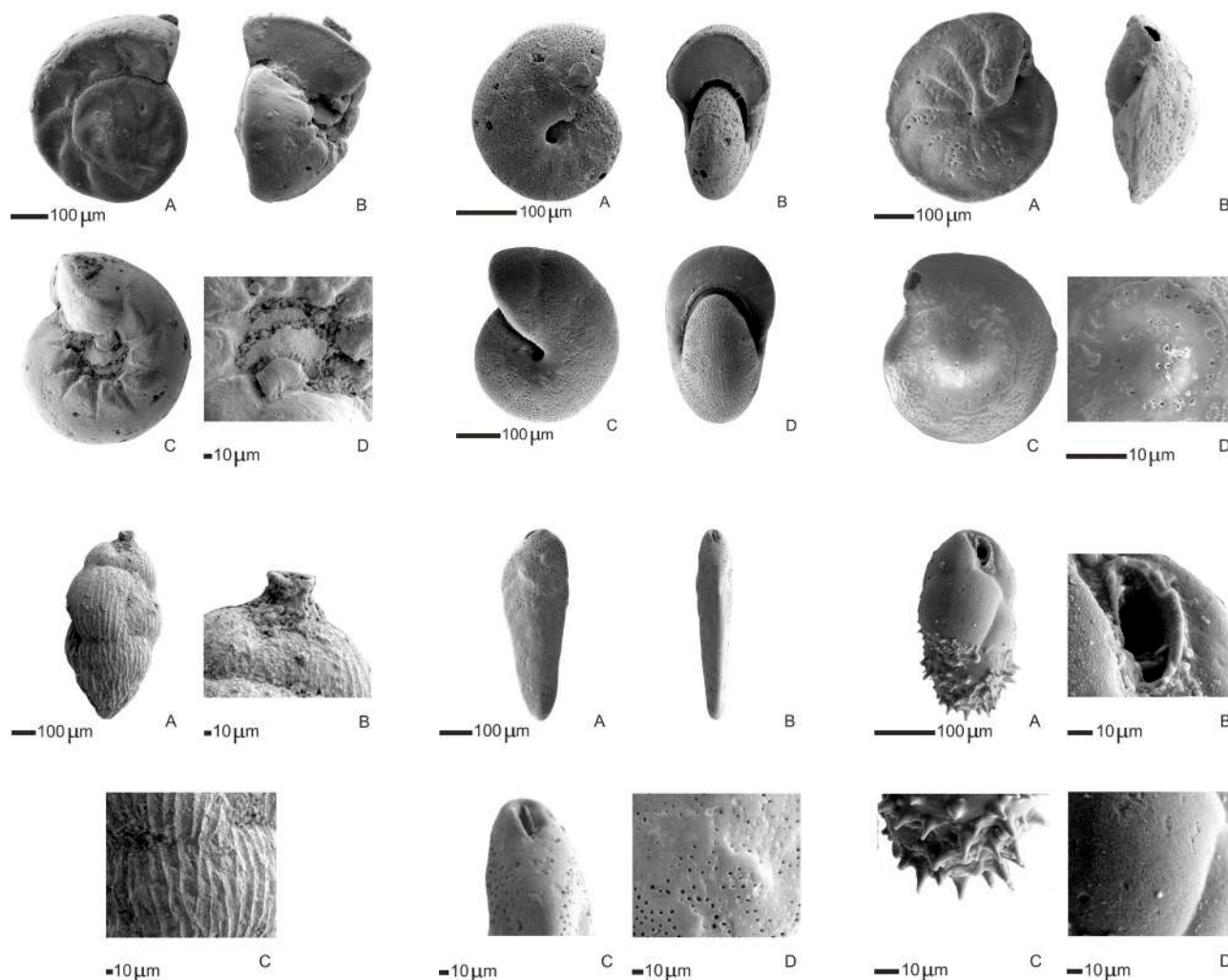


Fig. 8: algunos de los géneros de foraminíferos bentónicos determinados en las muestras. De izquierda a derecha, y de arriba a abajo: *Gyroidinoides*, *Melonis*, *Cibicides*, *Uvigerina*, *Bolivina* y *Bulimina* (imágenes extraídas de Corbí, 2010).

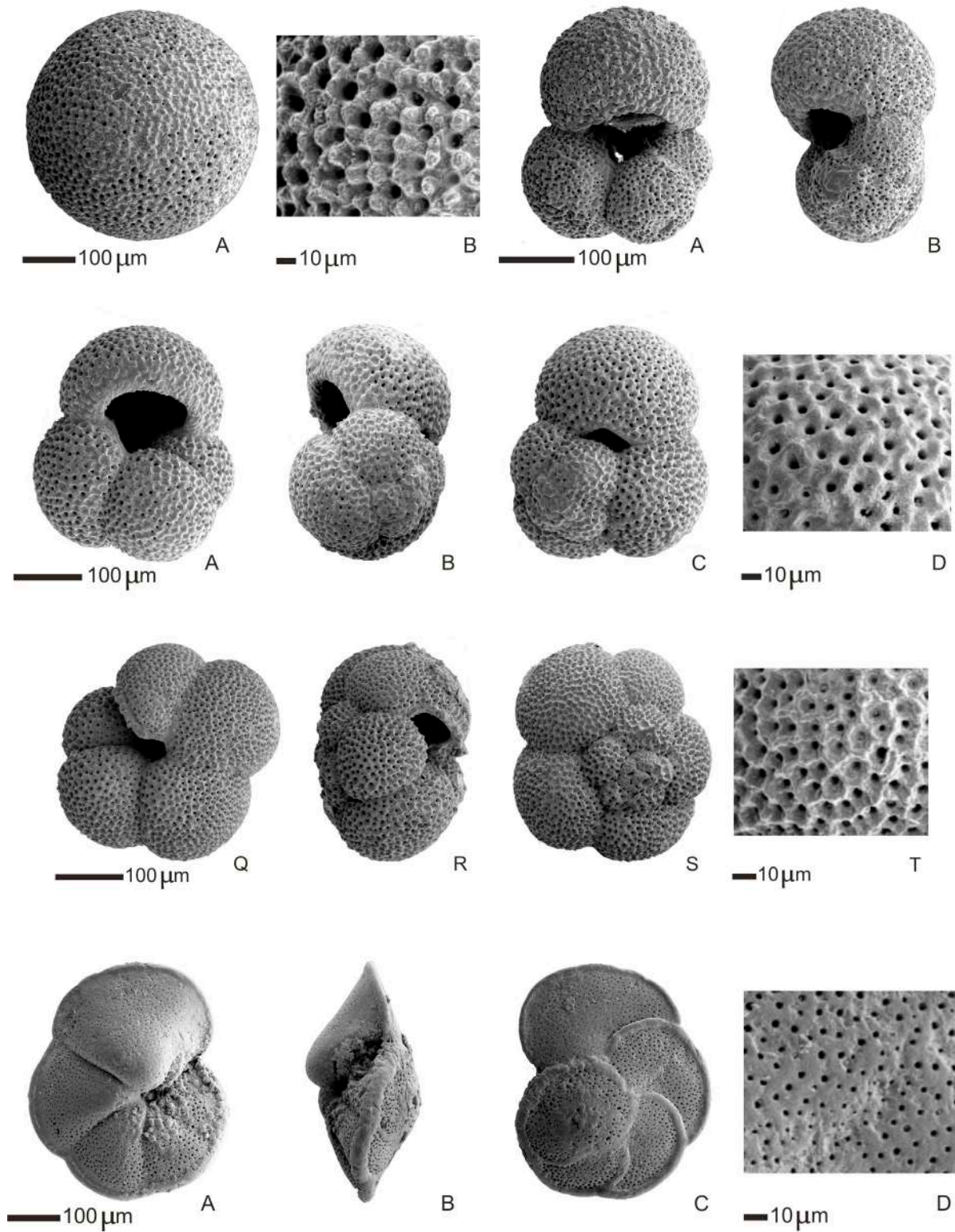


Fig. 9: géneros de foraminíferos planctónicos determinados en las muestras. De izquierda a derecha, y de arriba a abajo: *Orbulina*, *Globigerina*, *Globigerinoides*, *Neogloboquadrina* y *Globorotalia* (imágenes extraídas de Corbí, 2010).

8. CONSIDERACIONES FINALES

La Serra de Mariola además de su riqueza faunística y vegetal presente ha demostrado, tras el análisis presentado en este trabajo, ser también muy rica en cuanto a su registro microfósil. Los datos que ha proporcionado el presente estudio permiten especificar el ambiente sedimentario registrado en un afloramiento del Mioceno, además de proporcionar información de gran valor didáctico y divulgativo para comprender un poco mejor el proceso de formación de esta sierra. La información obtenida es de gran interés debido a la ausencia de datos previos en los afloramientos muestreados y que pueden resultar interesantes para científicos y el público en general. De este modo, se contribuye a conocer un poco mejor este espacio natural protegido.

9. BIBLIOGRAFÍA

Arenillas, I., Alegret, L., Arz, J. A. y Molina, E. (2000). El uso didáctico de los foraminíferos en la enseñanza de Ciencias de la Tierra: su distribución paleo-ceanográfica en el tránsito Cretácico-Terciario. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 8(2): 108-118.

Belda, A. y Bellod, F.J. (2006). Plantas medicinales de la Sierra de Mariola. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante. 294 pp.

Belda, A., Belenguer, R., Zaragoza, B. y Ferri, V. (2017). Presència del gat domèstic, *Felis silvestris catus* (Schreber, 1775), i del gat serval, *Felis silvestris*, en un espai natural protegit: el cas del Parc Natural Serra de Mariola (sud-est espanyol). *Arxius de Miscel·lània Zoològica* 1: 253-263.

Benavent, J. E., Serra, L. i Conca, A. (2015). Nuevos datos sobre algunos taxones eurosiberianos presentes en las montañas diánicas. *Flora Montiberica*, 61: 136-147.

Calonge, A., Caus, E. y García, J. (2001). Los foraminíferos: presente y pasado. *Enseñanza de la Ciencias de la Tierra*, 9 (2): 145-150.

Caracuel, J.E., Corbí, H., Pina, A. y Soria, J.M. (2004). Geología en la costa: técnicas de análisis de sedimentos e interpretación de ambientes sedimentarios. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 12(1): 77-82.

Castro, J.M., Jiménez de Cisneros, C., De Gea, G., Ruiz-Ortiz, P. A., Quijano, M. L., Caballero, E. y Pancost, R. D. 2014. La formación Almadich en la Sierra de Mariola: caracterización litológica, bioestratigráfica, geoquímica y mineralógica (Aptiense Inferior, Cordillera Bética, Alicante). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 27(1): 127-136.

Colla Ecologista La Carrasca (1998). La Sierra de Mariola. Gerencia de Medi Ambient. Alcoi. 45 pp.

Conselleria de Territori i Habitatge (2001). Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de la Sierra de Mariola (PORN).

Corbí, H. (2010). Los foraminíferos de la Cuenca Neógena del bajo Segura (Sureste de España): Bioestratigrafía y cambios ambientales en relación con la crisis de salinidad del Mediterráneo. Tesis doctoral, Universidad de Alicante, 280 pp.

Corbí, H. (2010). Los foraminíferos de la cuenca Neógena del Bajo Segura (Sureste de España): bioestratigrafía y cambios paleoambientales en relación con la crisis de salinidad del mediterráneo. Tesis doctoral. Universidad de Alicante. 280 pp.

Corbí, H. y Soria, J.M. (2012). Guía ilustrada de los géneros de foraminíferos planctónicos del Mioceno Superior y Plioceno: Ejemplos de la Cuenca Del Ba-jo Segura (Sureste De España). *Cidaris*, 31: 31-38.

•

- Corbí, H., Giannetti, A., Baeza, J.F. i Belda, A. (2014). Pràctiques de Micropa-leontologia I. Materials de suport a la docència en valencià. Secretariat de Promoció del Valencià. Universitat d'Alacant. 32 pp.
- Corbí, H., Giannetti, A., Baeza-Carratalá, J. F. y Falces-Delgado, S. (2012). Los microfósiles y la Crisis de Salinidad del Mediterráneo como recurso didáctico en Ciencias de la Tierra. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 20 (3): 249-261.
- Corbí, H., Soria, J.M., Lancis, C., Giannetti, A., Tent-Manclús, J.E., Dinarès-Turell, J. (2016). Sedimentological and paleoenvironmental scenario before, during, and after the Messinian Salinity Crisis: The San Miguel de Salinas composite section (western Mediterranean). Marine Geology, 379: 246-266.
- Corbí, H. y Soria, J.M. (2016). El registro sedimentario de la Cuenca del Bajo Segura (SE España) a través del análisis de correspondencia: implicaciones paleoambientales. Estudios Geológicos, 73 (2): e071.
- Corbí, H. (2017). El registro sedimentario de la Cuenca del Bajo Segura (SE España) a través del análisis de correspondencia: implicaciones paleoambientales. Estudios Geológicos 73(2): e071.
- Grupo de Trabajo Gealicante. 2015. Geología 2015: Font Roja y El Salt-Canalons (Alcoy). Universidad de Alicante. Departamento de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente. 44 pp.
- Gualda, C.E. (1988). La Sierra de Mariola. Secretariado de Publicaciones Uni-versidad de Alicante. 319 pp.
- IGME. (2007). Actualización y mejora del conocimiento Hidrogeológico y funcionamiento de los Acuíferos de Alicante. Editan: Ministerio de Ciencia y Tecnología y Diputación de Alicante. 113 pp.
- Mansino, I. Fierro, A. Tosal, P. Montoya, F.J. Ruiz-Sánchez. (2017). Mi-cromammal biostratigraphy of the Alcoi Basin (eastern Spain): remarks on the Pliocene record of the Iberian Peninsula. Geologica Acta, 15(2): 121-134.
- Montoya, P., Ginsburg, L., Alberdi, M.T., Van Der Made, J., Morales, J. y Soria, M.D. (2006). Fossil large mammals from the early Pliocene locality of Alcoy (Spain) and their importance in biostratigraphy. Geodiversitas, 28 (1):137-173.
- Ordóñez, S., Cuevas, J., Benavente, D. y García-del-Cura, M. A. (2016). Architecture of Pleistocene fluvial tufa systems associated with waterfalls: El Salt (Alcoy, Spain). GEOGACETA, 59: 7-10.
- Roig, M.E. (2013). Actualización del registro faunístico de la Mola d'Agres y la Solana del Castell. Museu de Prehistòria de València. Animals i Arqueologia Hui: 285-304.
- Serra, Ll.; Oltra, J. E.; Conca, A.; Soler, J.X. y Nebot, J.R. (2012). Catálogo de la flora del Parque Natural de la Sierra de Mariola (Alicante-Valencia). Flora Montiberica, 51: 97-125.

www.paleoisurus.com

asociacion@paleoisurus.com



LUCAS MALLADA

por Gabriel GARCÍA RIPOLL

Ángel CARBONELL ZAMORA

Miembros de la Asociación Paleontológica Alcoyana "ISURUS"

Oscense, a los siete años se traslada con su familia a Zaragoza. Allí acabó el bachillerato en 1859 con calificaciones más bien discretas. Lucas empieza la carrera de Ingeniería de Minas, que acabó en 1866 tras repetir un curso. Hizo sus prácticas en las minas de mercurio de Almadén y en abril de 1867 va a Oviedo, donde permanecerá dos años enseñando en la escuela de capataces de Langreo e inspeccionando las minas carboníferas de allí. Luego pasa un año recorriendo las sierras de Teruel en busca de nuevas minas y evaluando las ya abiertas. En 1870 es escogido para formar parte de la comisión encargada de la realización del *Mapa geológico de España*, publicado en 1889. Le tocaron a él las provincias de Toledo, Cáceres, Córdoba, Huesca, Navarra, Jaén, Tarragona, León, Navarra, Palencia y la supervisión general. Esta magna obra le hará viajar por todo el país. En 1878 contrae matrimonio con Concepción Domingo y Roca, de la que tendrá dos hijas. Entre 1880 y 1890 publica gran cantidad de artículos sobre temas científicos, económicos, políticos y sociales.



En 1880 es nombrado catedrático de paleontología en la Escuela de Minas; resumió sus conocimientos en *Catálogo de las especies fósiles encontradas en España y Sinopsis de las especies fósiles*. Es propuesto para ministro y alcalde de Madrid, pero rechaza esos honores, si bien cree conveniente informar de sus ideas al rey en sus famosas *Cartas aragonesas dedicadas a Su Majestad*. Su obra *Los males de la patria y la futura revolución española* (1890). En 1897 publicó el artículo *La futura revolución española*, en Revista Contemporánea. En 1903 muere su mujer. Se jubila en 1910, muere el 7 de febrero de 1921 y se le entierra discretamente, como había deseado en su testamento. Recibió las grandes cruces de Isabel la Católica y Alfonso XII.

Vs EN MATERIALES MARGOSOS EN ZONA DE ALCOI: ANÁLISIS DEL EFECTO DE INESTABILIDAD DE LADERAS EN LA Vs

Cintia CANTÓ ESTEVE

cce9@alu.ua.es

RESUM: en l'actualitat per a la caracterització de les propietats mecàniques de les roques existeixen una gran varietat de tècniques. La determinació de la velocitat de cisalla (V_s) als primers 30 m de profunditat, pot ser molt interessant, ja que tenen moltes aplicacions, com per exemple quin serà el comportament d'aquests materials davant un moviment sísmic.

El present treball s'ha portat a terme en diferents zones pròximes a la ciutat d'Alcoi, Alacant. Són zones caracteritzades per presentar solses rotacionals en margues del Tap originats per terratrèmols en el passat. Amb aquest treball es pretén obtindre la V_s tant dins com fora del terreny solsit i comparar els resultats.

La tècnica més adequada per a l'obtenció de les dades és el mètode ReMi, desenvolupada per Louie (2001) en la Universitat de Nevada, ja que necessitava realitzar una avaluació del risc sísmic de forma ràpida i econòmica sense haver de perforar el subsòl. Aquesta tècnica està basada en la sísmica de refracció amb la diferència que la font d'energia mecànica és el soroll ambiental, també denominat microtremor. S'ha comprovat que les masses de terreny alterades de forma natural o antròpica al perdre part de la seua cohesió, es produeix una ralentització de les ones respecte als registres en profunditat o de terrenys estables.

RESUMEN: en la actualidad para la caracterización de las propiedades mecánicas de las rocas existen una gran variedad de técnicas. La determinación de la velocidad de cizalla (V_s) en los primeros 30 m de profundidad, puede ser muy interesante ya que tiene muchas aplicaciones, como por ejemplo cuál será el comportamiento de estos materiales frente a un movimiento sísmico.

Este trabajo se ha llevado a cabo en distintas zonas próximas a la ciudad de Alcoi, Alicante. Estas zonas se caracterizan por presentar deslizamientos rotacionales en margas del Tap originados por terremotos en el pasado. Lo que se pretende es la obtención de la V_s tanto dentro como fuera de los deslizamientos y comparar los resultados.

La técnica más adecuada para la obtención de los datos es la metodología ReMi, desarrollada por Louie (2001) en la Universidad de Nevada motivado por la necesidad de realizar una rápida y económica evaluación del riesgo sísmico en distintas áreas sin necesidad de realizar perforaciones del subsuelo. Esta técnica se basa en la sísmica de refracción con la diferencia de que la fuente de energía mecánica es el ruido ambiental, también llamado microtremor.

Se ha comprobado que las masas de terreno removilizadas de manera natural o antrópica, al perder parte de cohesión, se produce una ralentización de las ondas respecto a los registros en profundidad o de masa estable

ABSTRACT: nowadays there are a lot of types of methods to typify the mechanical properties of rocks. Establish shallow shear velocity it is useful for different applications, for example it is possible to know how rocks will react to an earthquake.

This project it was made in different areas near to Alcoi, Alicante. In this areas we can see a lot of rotational landslides in Tap marls that were made in the past by earthquakes. With this project we want to know V_s in landslides and stable grounds and compare it.

ReMi method was developed by Louie (2001) at Nevada University because of doing an hazard sismic evaluation in different areas without drilling. ReMi is based in seismic refraction which record shallow shear velocity according to depth from microtremor.

Modified ground by humans or nature had lost cohesion. It is verified by lower shear velocities than stable ground.

PARAULES CLAU: ReMi; Solsida; Sísmica; Ones; V_s

PALABRAS CLAVE: ReMi; Deslizamiento; Sísmica; Ondas; V_s

KEY WORDS: ReMi; Landslide; Seismic survey; Wave; V_s

1. INTRODUCCIÓN

Los terremotos producen múltiples daños a la sociedad, algunos de ellos están relacionados con la vibración o sacudida que ocurre en el terreno, dañando viviendas e infraestructuras. Pero, por otro lado, los daños producidos también se pueden generar a partir de fenómenos sismo-inducidos como son la licuefacción, las fracturas en el terreno o las inestabilidades de ladera, los cuales son consecuencia de la sacudida generada por los terremotos.

En concreto, las inestabilidades de ladera inducidas por terremotos causan una gran cantidad de pérdidas económicas y sociales (Bird y Bommer, 2004). Además de las pérdidas humanas causadas por los terremotos, las muertes producidas por las inestabilidades de ladera representan, aproximadamente, un 5% del total (Marano et al., 2009). Los estudios de Keefer (1984), fueron de los primeros en los que se estudiaba las inestabilidades inducidas por terremotos, junto con estudios posteriores (Rodríguez et al., 1999; Delgado et al., 2011a, b), han constatado que dichas inestabilidades son muy frecuentes y se pueden producir una gran cantidad de inestabilidades (desde centenares a decenas de miles) casi al mismo tiempo en amplias áreas geográficas.

A partir del estudio de Keefer (1984), las inestabilidades de ladera sismo-inducidas se suelen clasificar en tres grandes categorías: de tipo desorganizado, flujos o inestabilidades de masas saturadas en agua y las inestabilidades coherentes.

De todas ellas cabe destacar la importancia de las inestabilidades coherentes ya que se caracterizan por desplazar masas de grandes dimensiones, las cuales pueden llegar a ser mayores a 1 Hm^3 de volumen. En este tipo de inestabilidades la masa se desplaza en conjunto por la acción sísmica y, a grandes rasgos, mantiene su estructura interna, aunque cabe la posibilidad de que pueda romperse en distintos bloques. Delgado et al. (2011b) a partir de una revisión bibliográfica a nivel mundial de inestabilidades sismo-inducidas, señala que cuando tienen lugar estos grandes deslizamientos en relación con terremotos, lo

que suele ocurrir en realidad es la reactivación de inestabilidades que ya existían con anterioridad al sismo. Esto hace que las inestabilidades pre-existentes en una región sean potenciales deslizamientos si se produjeran terremotos con suficiente energía.

En este trabajo el objeto de estudio ha sido la modelización de la velocidad de propagación de las ondas S en terrenos estables y deslizados, ya que de ellas depende la reactivación de los deslizamientos durante un sismo.

2. MARCO TEÓRICO

Las inestabilidades sismoinducidas suelen ocurrir por la amplificación de ondas dentro de la masa deslizada (fig. 1) la cual consiste en que cuando la perturbación llega a la ladera donde existe un deslizamiento, esta penetra en la masa deslizada y cuando alcanza el límite superficial terreno-atmósfera, dicha perturbación se refleja dirigiéndose hacia el interior del terreno. Al alcanzar la base del deslizamiento, las ondas sufren fenómenos complejos de reflexión y refracción. La atmósfera actúa como un espejo frente a la perturbación ya que la onda no se propaga a través de ella. Cuando hay una gran diferencia de impedancias entre el terreno estable y la masa deslizada, la mayor parte de la energía se refleja y una pequeña parte se refracta (fig. 2). Si la diferencia entre las impedancias es pequeña, la proporción de ondas que se refractan y se propagan a través del terreno estable es ma-

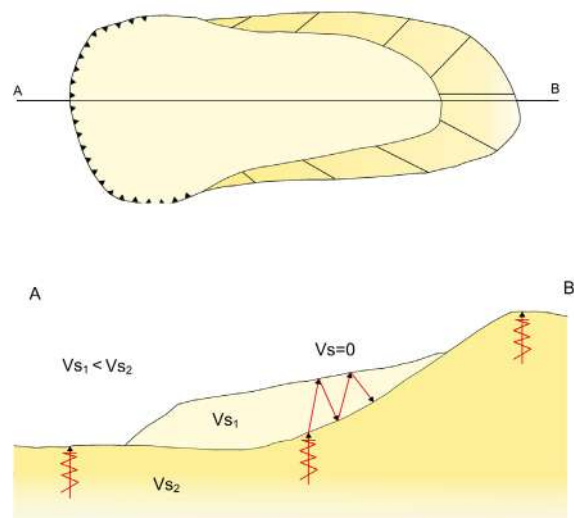


Fig. 1: amplificación de ondas en masa deslizada pre-existente al sismo.

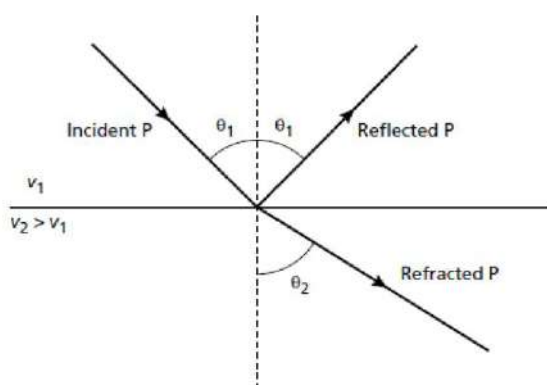


Fig. 2: onda P reflejada y refractada asociados con la incidencia oblicua de la onda P en la interfaz de contraste de impedancia acústica. Tomado de Kearey et al. (2002)

yor. En la mayoría de los problemas en relación con la respuesta sísmica del terreno, la velocidad de interés es la velocidad de propagación de las ondas de cizalla u ondas S (V_s). La gran diferencia entre impedancias provoca que la onda quede “atrapada” dentro de la masa deslizada y que además pueda sufrir fenómenos de interferencia compleja, provocando una amplificación de la sacudida sísmica, esto es que la onda experimenta un aumento de la amplitud y el tiempo de duración de la vibración en el terreno y puede causar un nuevo desplazamiento de la masa, reactivando el movimiento del deslizamiento.

Por ello la importancia de conocer cuál es la velocidad de propagación de las ondas S en las masas deslizadas y las diferencias existentes entre estos valores y el terreno estable. En principio, estas diferencias de velocidades deberían ser inexistentes en las masas deslizadas de tipo “coherente”, ya que las modificaciones a las que se ha sometido su estructura interna son prácticamente nulas. Sin embargo, en la práctica siempre existe una cierta alteración de dicha estructura, por lo que la velocidad deberá ser menor a la esperada. Cuanto mayor sea la diferencia, mayor importancia adquirirán los fenómenos de amplificación de ondas en ellas.

La impedancia acústica de un medio es igual al producto de su densidad por la velocidad de propagación de ondas. En la mayoría de los problemas relacionados con la respuesta sísmica del terreno, la velocidad de interés es

la velocidad de propagación de las ondas de cizalla u ondas S (V_s). Es por ello por lo que este trabajo se centra en conocer la magnitud del contraste de la velocidad de propagación de las ondas S. Para ello se ha modelizado la V_s de deslizamientos conocidos en la cuenca neógena de Alcoi, aplicando una técnica geofísica muy usada en ingeniería sísmica, llamada ReMi.

3. METODOLOGÍA

La prospección sísmica trata el análisis de la propagación de las ondas elásticas a través del subsuelo. Para su análisis existen distintos métodos sísmicos, los cuales se basan en la introducción de la energía mecánica en el subsuelo usando una fuente activa o pasiva y el registro de los datos mediante dispositivos superficiales. Dichos métodos se usan en una gran variedad de investigaciones y a distintas escalas, desde la evaluación no destructiva de una obra civil hasta el uso de la sísmica global (terremotos) para la investigación de la estructura interna terrestre. El comportamiento de las ondas sísmicas varía dependiendo del material por el que se propaguen ya que están relacionadas con las propiedades físicas del material que atraviesan y son independientes de la frecuencia de las ondas.

Para modelizar la V_s se ha usado la técnica de refracción de microtemores (ReMi), la cual se basa en el registro del ruido superficial con la misma instrumentación que se usa en la sísmica de refracción con algunas diferencias en el procedimiento de adquisición de datos. La sísmica de refracción (fig. 3) es un método de fuente activa que se fundamenta en el estudio de las ondas P a través del registro del tiempo de recorrido de estas ondas mediante la refracción que sufren. Esto sirve para el reconocimiento de la estructura y las propiedades mecánicas del subsuelo. En cambio, con el método ReMi, se obtiene un modelo de la velocidad de propagación de las ondas S ya que se fundamenta en el análisis del ruido sísmico ambiental, los llamados microtemores y, por lo tanto, a diferencia de la sísmica de refracción, en este caso no es necesaria una

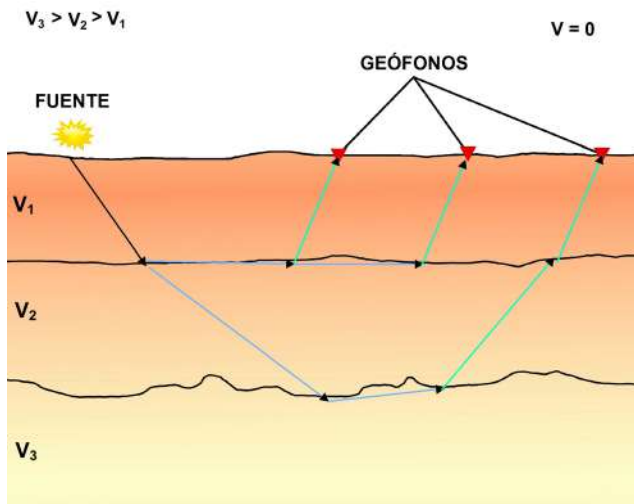


Fig. 3: esquema explicativo método sísmico de refracción. Las ondas refractadas llegan a otras capas del subsuelo que se encuentran a mayor profundidad.

fuentes activas de ondas. Esta modelización nos puede indicar con más o menos precisión cuál es el espesor de las capas y la velocidad de propagación de las ondas S en ellas.

En la campaña geofísica de toma de datos se establecieron doce estaciones de medida, tres por cada deslizamiento estudiado. En cada estación de medida se usaron doce (el mínimo necesario) o dieciocho geófonos. Esta variación depende de la longitud del terreno disponible, aunque cuantos más geófonos se usen la resolución de la profundidad que alcanzarán los registros en la vertical será mayor. La separación de los geófonos depende también de la longitud disponible, pero siempre debe ser la misma. Los geófonos se han dispuesto con una separación de 3 m en todos los casos, excepto en el perfil 8, los cuales se dispusieron con una separación de 2 m.

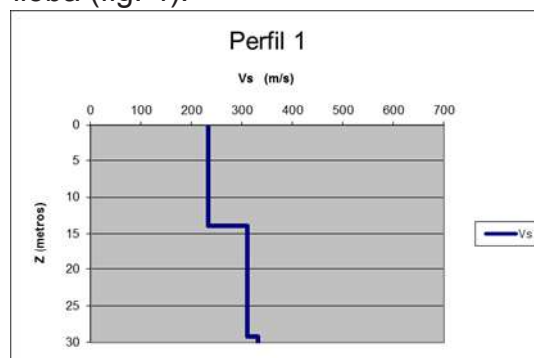
Para el registro de los datos se usó el software Ras24, el cual también nos permite comprobar el estado de los geófonos antes de realizar la adquisición de datos, ya que la disposición incorrecta de los geófonos en el suelo puede hacer que queden inutilizados y darnos perfiles que no se ajusten a la realidad. Los geófonos deben estar hincados al suelo con la mayor verticalidad posible (la desviación sobre la vertical no puede ser mayor a 15°). En el caso de que un geófono no funcione, se debe sustituir por otro distinto y volver a verificar su funcionamiento. También hay que

configurar los parámetros con los que se va a realizar el registro. En el estudio se han hecho cuatro perfiles por cada estación de medida, cada uno con distintas amplificaciones (12 dB, 24 dB, 36 dB y 48 dB), y así asegurar la obtención de un buen registro. La frecuencia de muestreo establecida, que es el tiempo que transcurre entre registros, ha sido de 4 ms durante 32 s por perfil. Cada uno de los registros genera un archivo con el que se trabajará posteriormente para poder llevar a cabo la modelización de la Vs.

Después de la campaña de prospección geofísica, se hizo un trabajo de gabinete donde se llevó a cabo el procesamiento de los datos tomados para su posterior interpretación. Para ello se ha usado SeisOpt ReMi software package (Optim, 2003). Este software está dividido en dos módulos, el SeisOpt ReMi Vspect y ReMi Disper. El primer módulo se usa para convertir los datos obtenidos en el campo a un espectro de energía, pasando de un registro de tiempo-profundidad a slowness-frecuencia. Con el módulo ReMi Disper, elaboraremos el modelo de la velocidad de propagación de las ondas respecto a la profundidad a partir de los archivos generados en el primer módulo. Así se obtendrán por cada perfil un archivo con las variaciones de la velocidad respecto a la profundidad y con estos datos elaborar gráficas velocidad-profundidad (gráfica 1).

4. CONTEXTO GEOGRÁFICO Y GEOLOGÍA

Las inestabilidades estudiadas se encuentran en la zona de las comarcas de l'Alcoià –Comtat, las cuales se encuentran al norte de la provincia de Alicante, concretamente en los términos municipales de Alcoi, Millena y Benilloba (fig. 4).



Gráfica 1: gráfico de distribución de velocidades perfil 1.



Fig. 4: situación de las áreas de estudio marcadas en rojo. Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000. (MTN 25, hoja 821. CNIG)

El deslizamiento estudiado dentro del término municipal de Alcoi se encuentra en la zona del Molinar (fig. 5), corresponde a un barranco por donde pasa el río con el mismo nombre, situado en el extremo SE de la ciudad.

Deslizamiento en el Barranc de la Perera, situado al W del estribo S de la serra d'Almudaina, la zona estudiada pertenece al término municipal de Millena (fig. 6).

Por último, el deslizamiento de Benilloba se encuentra en el relieve que hay al sur del pueblo, lindando con el río Penàguila (fig. 7). El estudio se ha llevado a cabo en la cuenca Neógena de Alcoi, la cual se encuentra dentro del dominio Prebético del N de la provincia de Alicante, forma parte de las llamadas Cuen-

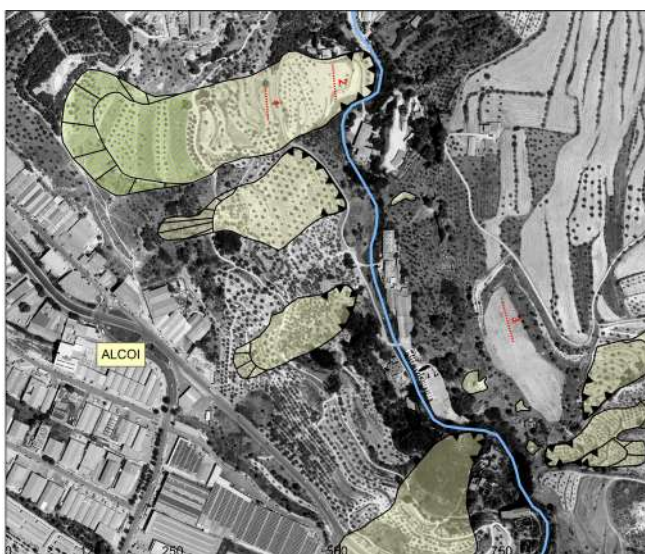


Fig. 5: en amarillo, deslizamientos detectados en la zona del riu Molinar. Los puntos en rojo corresponden a las estaciones de medida 1, 2 y 3

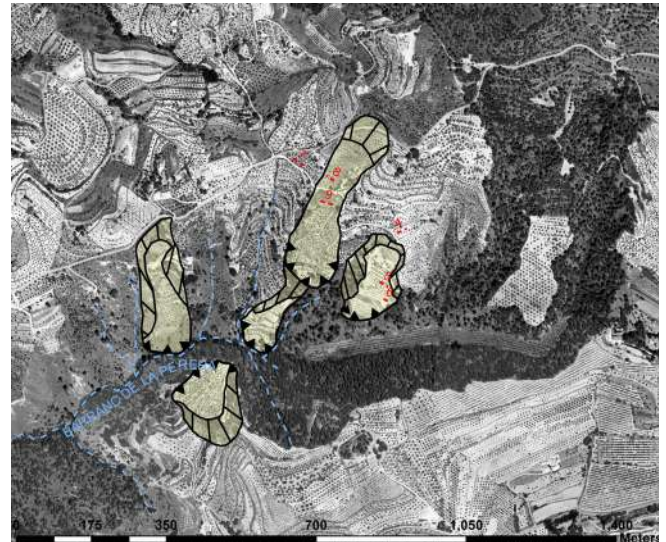


Fig. 6: en amarillo, deslizamientos detectados en el barranc de la Perera. Los puntos en rojo corresponden a las estaciones de medida 4, 5, 6

cas Neógenas sinorogénicas. En el Mioceno Inferior y Medio se generaron estas cuencas muy estrechas y alargadas orientadas según la "dirección bética". Formaban parte del Estrecho Nordbético el cual comunicaba el Atlántico con el Mediterráneo lo que provocó el depósito de materiales marinos de plataforma y pelágicos hasta el Mioceno Superior, cuando tuvo lugar una desconexión en la cuenca y que los depósitos pasaran a ser continentales. (Estévez et al., 2004). Los materiales marinos que se depositaron

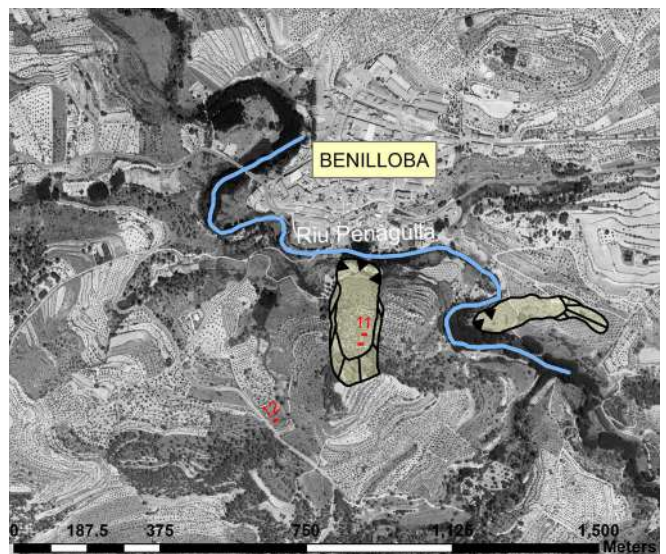


Fig. 7: deslizamientos detectados en el barranc de la Perera. Los puntos en rojo corresponden a las estaciones de medida 10, 11 y 12.

en ese momento son los materiales margosos donde se han realizado estos estudios. Estas margas son conocidas como facies Tap, constituida por margas blancas silíceas ricas en foraminíferos planctónicos y nanoplancton (Lancis, 1998). Se encuentran dos tipos, el Tap 1 y el Tap 2, las diferencias entre ellos es fundamentalmente en la caracterización micropaleontológica ya que a simple vista son muy semejantes. El Tap 1 está datado en Aquitaniense y Serravalliense Inferior y el Tap 2 pertenece va de Serravalliense Medio a Tortoniense Inferior (IGME, 2007)

En cuanto a lo que se refiere a tectónica, los materiales estudiados no han sufrido casi deformación ya que se tratan rellenos de una cuenca reciente muy poco tectonizada aunque la tectónica general de la zona se caracteriza por una sucesión de pliegues. Cabe destacar que existen un par de fallas activas cercanas a las diferentes áreas de estudio. Una de ellas es la de Benassau (QAFI) situada al SE de Benilloba la cual tiene una orientación NE-SW. Al W de las ciudades de Alcoi y Cocentaina existe la falla Alcoi – Cocentaina también con orientación NE – SW (QAFI). Al N de esta se encuentra la falla Muro de Alcoi (QAFI) con morfología curvada y orientación N-S.

5. RESULTADOS

A partir de las gráficas de velocidad – profundidad (gráfica 1) de cada perfil, hemos obtenido los siguientes resultados:

5.1. El Molinar

Perfil 1: Realizado dentro del deslizamiento principal del Molinar (fig. 5), en una posición más o menos central. La superficie del terreno se encuentra más o menos consolidada. Durante la campaña de geofísica se pudieron reconocer bancales dedicados al cultivo de olivos y almendros, sin señales de arado que pudiera alterar la capa más superficial del terreno. La interpretación de las medidas ofrece una capa superficial que llega hasta los 14m de profundidad, donde se encuentra la base del deslizamiento, y se ha registrado una velocidad de cizalla de 232.9 m/s. La capa sub-

yacente posee una velocidad de cizalla mayor de 321 m/s.

Perfil 2: Perfil realizado dentro del mismo deslizamiento que el perfil anterior (fig. 5), pero en una posición más próxima al pie del deslizamiento. Este terreno ha sido utilizado para el cultivo de árboles frutales, además de presentar una gran cantidad de hierbas. Por ello encontramos una primera capa de unos 3.7 m. de espesor con una velocidad muy baja, de 124.8 m/s. A continuación encontramos la capa del deslizamiento, que posee una velocidad de 236.49 m/s. A 15 m de profundidad, a base del deslizamiento, encontramos una capa con una velocidad de 339.43 m/s.

Perfil 3: Registro obtenido en un terreno cercano al deslizamiento de los perfiles anteriores, pero en el que el terreno es estable (no hay deslizamiento). Esta zona ha sido usada para cultivo, aunque en la actualidad parece estar abandonado y por ello el material se encuentra endurecido. Como en el anterior perfil, se ha registrado una capa de 4m con una velocidad de 246.62 m/s, debida a la agricultura. La capa subyacente de este mismo material tiene una velocidad de cizalla de 295.16 m/s.

5.2. Barranc de la Perera

Perfil 4: Perfil tomado en las proximidades de uno de los deslizamientos estudiados en un terreno de cultivo el cual estaba arado recientemente, ya que el suelo se encontraba muy poco suelto y poco o nada consolidado. Es por ello que la capa más superficial de 3.4 m de espesor de estas margas posee una velocidad de 201.22 m/s, la velocidad de cizalla de la capa subyacente de 16 m de espesor es de 282.84 m/s y en profundidad aumenta a los 346.89 m/s.

Perfil 5: Registros tomados dentro del deslizamiento situado al sur del punto anterior. El suelo se encuentra más o menos consolidado, la capa más superficial de 4 m de espesor que corresponde a la masa deslizada, tiene una velocidad de cizalla de 180.99 m/s. Las capas subyacentes de 8 y 10 m de espesor tienen velocidades de 368.55 m/s y 310.31 m/s respectivamente.

Perfil 6: La estación de medida se encuentra

en el mismo deslizamiento que el perfil anterior, en un bancal inferior. La capa más superficial que se ha registrado tiene 2 m de espesor, debido a que se trata de una zona que ha sido labrada, con una velocidad de cizalla de 98.15 m/s. En la capa subyacente, de 3 m de espesor, la velocidad es de 145.57 m/s y que atribuyo al deslizamiento. Finalmente, la velocidad en capa inferior, por debajo del deslizamiento, es de 524.96 m/s.

Perfil 7: La estación de medida se encuentra fuera del deslizamiento, en un campo de cultivo próximo a él. Como el suelo se encuentra removido la velocidad medida es de 155.69 m/s en una capa que alcanza hasta los 2 m de profundidad. La siguiente capa, el deslizamiento, de unos 20 m de espesor, se caracteriza por una velocidad de 325.45 m/s y en profundidad alcanza los 643.5 m/s.

Perfil 8: La posición de la estación de medida se encuentra dentro del deslizamiento en el que la velocidad registrada es de 102.60 m/s hasta la base del deslizamiento, que se encuentra a 5m de profundidad donde la velocidad pasa a 486.72 m/s.

Perfil 9: Los registros también se han realizado dentro del deslizamiento anterior en una zona que presenta cultivos y por lo que se ha registrado una pequeña capa de apenas 1m de espesor con una velocidad de 144.77 m/s, la velocidad medida en la siguiente capa es de 154.60 m/s la cual termina en la base del deslizamiento que se encuentra a 5 m de profundidad. La velocidad en la base es de 411.22 m/s.

5.3. Benilloba

Perfil 10: Estación de medida situada dentro del deslizamiento, en un terreno arado, por lo que el suelo no se encontraba muy consolidado, la velocidad medida es de 178.31 m/s alcanzando los 2.6 m de profundidad. La capa siguiente tiene 8 m de espesor, el cual llega a los 10m de profundidad donde se localiza la base del deslizamiento y la velocidad es de 304.85 m/s. A partir de los 10 m de profundidad la velocidad medida es de 497.26 m/s.

Perfil 11: El ensayo se ha realizado dentro del deslizamiento, en otro campo labrado unos

metros alejado del anterior. La capa más superficial de 1.6 m de espesor ha registrado una velocidad de 134.95 m/s. La siguiente capa alcanza los 5 m de profundidad con un registro de 172.13 m/s, la velocidad registrada a partir de la base del deslizamiento es de 395.19 m/s.

Perfil 12: Este último perfil se ha medido en las inmediaciones del anterior deslizamiento pero fuera de él, en un campo de cultivo el cual el suelo no tiene una elevada cohesión. En la primera capa de apenas 1.5 m de espesor se ha registrado una velocidad de 113.3 m/s y la velocidad de la capa subyacente es de 220.89 m/s.

6. DISCUSIÓN

Las distribuciones de velocidades en las diferentes medidas realizadas siguen un patrón significativo y se explica por las propiedades mecánicas del material en cuestión, ya que a pesar de ser el mismo material en todos los casos, se pueden apreciar diferencias significativas en las velocidades de cizalla. Para ver la distribución de las velocidades de forma clara y establecer los límites de las distintas capas se han creado unas gráficas de velocidad – profundidad a partir de los datos extraídos en el trabajo de gabinete y de estas se han creado distintos histogramas (fig. 8).

Como ya se ha mencionado anteriormente, gran parte de las medidas se han realizado en campos de cultivo, algunos abandonados y otros con reciente actividad. Es por ello que en muchos de los perfiles se ha detectado pequeñas capas superficiales de alteración, que en algunos casos superan los 4 m de profundidad, donde se han registrado las velocidades más bajas como se puede ver en la figura 8 en el primer histograma, que corresponde al suelo de labor. El promedio de las velocidades es de 155 m/s, donde la velocidad máxima registrada es de 247 m/s y la velocidad mínima es de 98 m/s. Esto es debido a que la actividad agrícola sumada a la presencia de árboles, que con sus raíces también contribuyen a la alteración del terreno, hacen que el material no se encuentre tan compactado y por ello las velocidades sean más bajas. Además la velo-

cidad más alta registrada dentro de los suelos de labor, coincide con la estación de medida 3 situada en un bancal de cultivo abandonado, el cual el suelo se encuentra endurecido.

En cuanto a los materiales que han sido desplazados por los distintos deslizamientos estudiados (segundo histograma fig. 8), presentan una velocidad media de 191 m/s, la velocidad máxima registrada ha sido de 305 m/s y la mínima de 103 m/s. Aunque la velocidad media sea mayor que la que se ha registrado en el suelo de labor, es un 49% más baja que la velocidad en la base de los deslizamientos. Es por ello por lo que se entiende que la masa deslizada pierde cohesión y por tanto no posee las mismas propiedades mecánicas que el terreno estable.

Las velocidades registradas en la base de los deslizamientos y en profundidad no difieren mucho entre sí, como podemos observar en los dos últimos histogramas de la figura 8. El promedio de las velocidades en la base del deslizamiento es de 372 m/s y en profundidad es de 343 m/s, solo un 7.8% menor. Los datos nos confirman que se trata de un material más competente que el del deslizamiento, por tanto, su cohesión también será mayor y las propiedades mecánicas serán distintas que las de la masa deslizada, aunque se trate del mismo material margoso.

En los resultados obtenidos cabe destacar que los materiales que forman parte de los deslizamientos estudiados se caracterizan por poseer velocidades menores que el terreno estable que hay bajo ellos. El contraste de velocidades varía de un caso a otro, con una diferencia promedio de casi el 50%. Este contraste hace previsible que, en caso de terremoto, en varias de estas inestabilidades se podrían desarrollar fenómenos de amplificación sísmica. Será necesario realizar futuros estudios para evaluar cómo sería la severidad de la amplificación y si puede llegar (o no) a causar la reactivación de los deslizamientos.

7. CONCLUSIÓN

La investigación del comportamiento de la propagación de las ondas sísmicas a través

del subsuelo tiene una gran diversidad de aplicaciones. El método ReMi es una técnica basada en la sismica de refracción con la que se mide la distribución de la velocidad de cizalla en función de la profundidad a partir de una fuente de energía mecánica pasiva, el ruido sísmico ambiental también llamado microtremor. Fue desarrollada por Louie (2001)

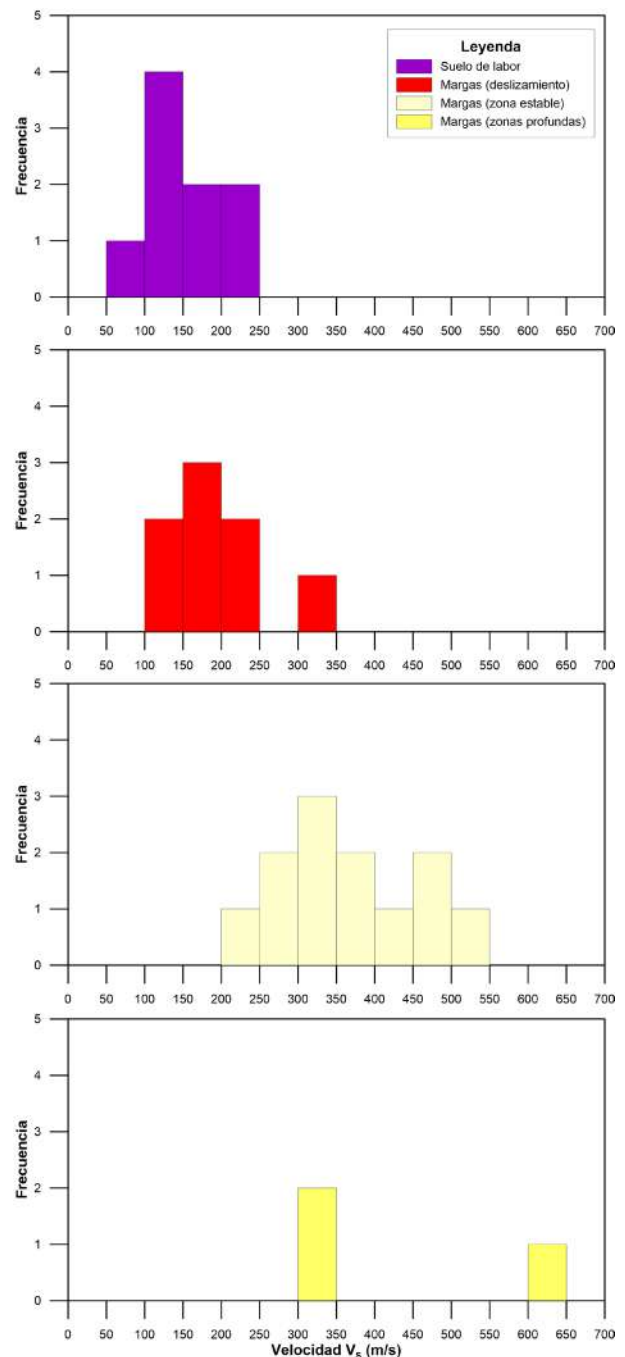


Fig. 8: histogramas de velocidad - frecuencia de los registros, cada uno representa cada tipo de material que se ha diferenciado. Las categorías incluyen aquellos valores mayores al extremo menor y los valores de igual valor que el extremo mayor.

al tener la necesidad de realizar una rápida y económica evaluación del riesgo sísmico en distintas áreas sin necesidad de realizar perforaciones del subsuelo.

Las ventajas que tiene este método es que se puede llevar a cabo con un equipo de sísmica de refracción, no es un método invasivo y es posible realizar los ensayos en una gran variedad de lugares. La modelización de la V_s es muy útil en la ingeniería civil a la hora de conocer las distintas propiedades mecánicas del subsuelo, así como la respuesta inmediata de dicho material frente a un posible terremoto (Borcherdt y Glassmoyer, 1992; Anderson et al. 1996)

En este trabajo se ha comprobado cómo puede variar la V_s en un mismo material con distintas propiedades mecánicas. Los suelos removilizados por la actividad agrícola y la presencia de vegetación, crea una capa superficial con menor consolidación haciendo que la velocidad de propagación de las ondas sea baja. También se ha comprobado que la existencia de deslizamientos contribuye a que los materiales pierdan su cohesión y por tanto sus propiedades mecánicas varíen en comparación con su estado anterior al deslizamiento, ya que se ha constatado que las velocidades de propagación de las ondas son un 49% menor en las masas deslizadas respecto a los terrenos estables.

8. BIBLIOGRAFÍA

Anderson, J. G., Lee, Y., Zeng, Y. y Day, S. (1996) Control of strong motion by the upper 30 meters: Bulletin of the Seismological Society of America, 86: 1749-1759

Andrieux, J.; Fontboté, J.M. y Mattauer, M. (1971). Sur un modèle explicatif de l'Arc de Gibraltar. Earth and Planetary Science Letters, 12: 191-198

Bird, J.F., Bommer, J. (2004). Earthquake losses due to ground failure. Engineering Geology, 75: 147-179.

Bolt, B.A. (1982) Inside the Earth, Freeman.

191 pp

Borcherdt, R. D., y Glassmoyer, G. (1992) On the characteristics of local geology and their influence on ground motions generated by the Loma Prieta earthquake in the San Francisco Bay region, California. Bulletin of the Seismological Society of America, 82: 603-641.

Clayton, R. W., y McMechan, G. A. (1981) Inversion of refraction data by wavefield continuation: Geophysics, 46: 860-868

Delgado, J., Peláez, J.A., Tomás, R., García-Tortosa, F., Alfaro, P., López Casado, C. (2011a). Seismically-induced landslides in the Betic Cordillera (S Spain). Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 31: 1203-1211.

Delgado, J., Garrido, J., López Casado, C., Martino, S., Peláez, J.A. (2011b). On the far field occurrence of seismically induced landslides. Engineering Geology, 123: 204-213.

Estévez, A., Vera, J. A., Alfaro, P., Andreu, J. M., Tent-Manclús, J. E., y Yébenes, A. (2004) Alicante en la cordillera Bética en: Geología de Alicante Alfaro, P., Andreu, J. M., Estévez, A., Tent-Manclús, J. E. y Yébenes, A. pp 39-50

Estévez, A., Yébenes, A., Alfaro, P., Pina, J. A., Andreu Rodes, J. M. (2008) Itinerarios geológicos por la provincia de Alicante, Publicaciones Universidad de Alicante. 318 pp

Everett, M. E. (2013) Near-Surface Applied Geophysics, Cambridge. 403 pp

Fallot, P. (1948). Les Cordillères bétiques. Estudios Geológicos, 4: 259-279

Fuis, G., Mooney, W., Healy, J., McMechan, G. y Lutter, W. (1984) A seismic refraction survey of the Imperial Valley Region, California: Journal of Geophysical Research, 89: 1165-1190

Horike, M. (1985) Inversion of phase velocity of long-period microtremors to the S-wave-velocity structure down to the basement in urbanized areas, Journal of Physics of the Earth,

33: 59-96.

IGME (2007) Actualización y mejora del conocimiento hidrogeológico y funcionamiento de los acuíferos de Alicante. Tomo 1 Memoria. Caracterización hidrogeológica de la U.H. 08.40 (Sierra Mariola), 118 pp.

Julivert, M., Fontboté, J.M., Ribeiro, A. y Conde, L.E.N. (1977). Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares, escala 1:1.000.000., I.G.M.E.

Kearey, P., Brooks, M. y Hill, I. (2002) An Introduction to Geophysical Exploration, Blackwell Scientific. 281 pp

Keefer, D.K. (1984). Landslides caused by earthquakes. Bulletin of the Geological Society of America, 95: 406-421.

Lancis, C. (1998) El nanoplancton calcáreo de las cuencas neógenas orientales de la Cordillera Bética. Tesis doctoral Universidad de Alicante, España, 423 pp.

Louie, J. N. (2001) Faster, better: Shear wave velocity to 100 meters depth from refraction

microtremor arrays. Bulletin of the Seismological Society of America, 91: 347-36.4

Marano, K.D., Wald, D.J., Allen, T.I. (2009). Global earthquake casualties due to secondary effects: a quantitative analysis for improving rapid loss analyses. Natural Hazards, 52: 319-328.

Martín-Algarra, A. (1987) Evolución geológica alpina del contacto entre las Zonas Internas y las Zonas Externas de la Cordillera Bética. Tesis doctoral Universidad de Granada, España, 1171 pp.

Pierson d'Autrey, L. (1987). Sédimentation et structuration synsédimentaire dans le basin néogène d'Alcoy (Cordillères bétiques externes orientales, Espagne). Tesis, Universidad de Paris-Sud, Francia, 314 pp.

<http://info.igme.es/qafi> Base de Datos de Fallas Activas en el Cuaternario de Iberia (QAFI)

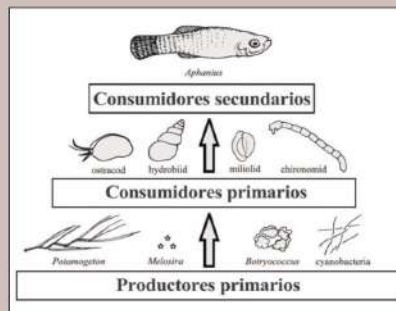
Thorson, J. R., and Claerbout, J. F. (1985) Velocity-stack and slant-stack stochastic inversion. Geophysics, 50: 2727-2741.



**unión
alcoyana
seguros**

Aphanius bicorbensis

GAUDANT, 2010



Esquema de la cadena trófica del 'paleolago' salino de Bicorp

Aphanius bicorbensis es un pececillo fósil de pequeño tamaño, entre 20 y 25 mm. La altura máxima de su cuerpo equivalía al 25% de su longitud. Su columna vertebral estaba compuesta por 25 o 26 vértebras, 14 o 15 de las cuales eran postabdominales. La aleta dorsal se situaba en la mitad posterior del cuerpo y tenía 9 o 10 radios. La aleta anal era opuesta a la aleta dorsal y ligeramente más trasera, con 12 o 13 radios. Las aletas pélvicas eran pequeñas y se localizaban cerca de la aleta anal. El cuerpo estaba cubierto de escamas redondeadas, delgadas y lisas. La mayor parte de sus dientes eran tricúspides, pero también tenían algunos unicúspides.

Yacimiento: Barranco Moreno, Bicorb (Valencia)

FILUM: Chordata

CLASE: Actinopterygii

ORDEN: Cyprinodontiformes

FAMILIA: Cyprinodontidae

SUBFAMILIA: Aphaninae

GÉNERO: *Aphanius* NARDO, 1827



Detalle del Barranco Moreno

La especie fue definida por Jean Gaudant, especialista en peces fósiles del Museo Nacional de Historia Natural de París, en un trabajo publicado en 2010 en colaboración con el español Enrique Peñalver, del Instituto Geológico y Minero de España, en la revista *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. Los ejemplares que sirvieron para la creación de la especie, que se conservan en el Museo de Geología de la Universidad de Valencia, fueron recolectados en los sedimentos depositados en un antiguo lago que existió en el Mioceno superior (hace unos 10 millones de años) en las proximidades de Bicorb (Valencia), localidad a la que está dedicado el nombre específico.

Ese lago estaría en aquella época situado cerca de la costa del Mediterráneo y sus aguas eran poco profundas y, al menos periódicamente, bastante salinas, como lo prueba la existencia de otros organismos típicos de esos medios (algunos gasterópodos y determinados grupos de protozoos) y la presencia de sedimentos evaporíticos. Por otra parte, las aguas del lago estarían estratificadas, dando lugar a un fondo empobrecido en oxígeno, lo que habría permitido a fosilización de estos peces y otros organismos como plantas acuáticas, insectos, gasterópodos, plumas de aves, etc. Junto a esos fósiles se han hallado también coprolitos (restos de heces fecales fosilizadas) que, por su tamaño, deberían corresponder a los pequeños peces de la especie *Aphanius bicorbensis*.

El estudio del contenido de esos coprolitos ha permitido conocer que esos peces eran depredadores que se alimentaban fundamentalmente de larvas de mosquitos quironómidos y de foraminíferos miliólidos (un grupo de protozoos con una concha externa carbonatada), que eran abundantes en el lago. Peñalver y Gaudant han podido reconstruir la cadena alimentaria del lago y establecen un primer escalón de productores primarios (que incluiría distintas especies de algas y plantas acuáticas), un escalón de consumidores primarios (organismos que se alimentarían directamente de las algas y plantas, tales como las larvas de mosquitos quironómidos, pequeños gasterópodos, protozoos miliólidos, rustáceos ostrácodos, etc.), un escalón de consumidores de segundo nivel (los peces de la especie *Aphanius bicorbensis*, que depredarían sobre los consumidores de primer nivel) y, finalmente, un hipotético escalón de consumidores de tercer nivel (aves que se alimentarían de los peces).

LAS ESPECIES DE APHANIUS, EN GRAVE PELIGRO DE EXTINCIÓN.

Aphanius bicorbensis es un pariente cercano de dos especies de pececillos que todavía habitan en los humedales cercanos a las costas españolas. Una de ellas es el "fartet" (*Aphanius iberus*), que vive en el litoral mediterráneo, desde Els Aiguamolls del Alt Empordà hasta la Albufera de Adra (Almería), pasando por el Delta del Ebro, la Albufera de Valencia, el Marjal de Pegu-Oliva o los humedales en torno al Mar Menor. La otra especie es el "salinet" (*Aphanius baeticus*) que vive en arroyos y lagunas de Huelva, Sevilla y Cádiz. Ambas especies se encuentran en peligro crítico de extinción. En las comunidades de Cataluña, Valencia, Murcia y Andalucía se están llevando a cabo proyectos específicos de protección y recuperación de estas especies y desde hace algunos años se está trabajando para aumentar sus poblaciones, así como para recuperar sus hábitats. Los problemas principales para la supervivencia de estas especies están asociados a la desaparición o contaminación de los humedales que habitan, además de la introducción de un pez de similares características como es la gambusia, una especie procedente de América del Norte que se introdujo en Europa desde 1921 para combatir los mosquitos transmisores del paludismo.

Publicadas en el periódico Ciudad. Autor: José Antonio Buera

Trochus noveldanum

Calzada & Iñesta, 1998

Yacimiento: Sierra de Beties.
Novelda (Alicante)

FILUM: Mollusca.

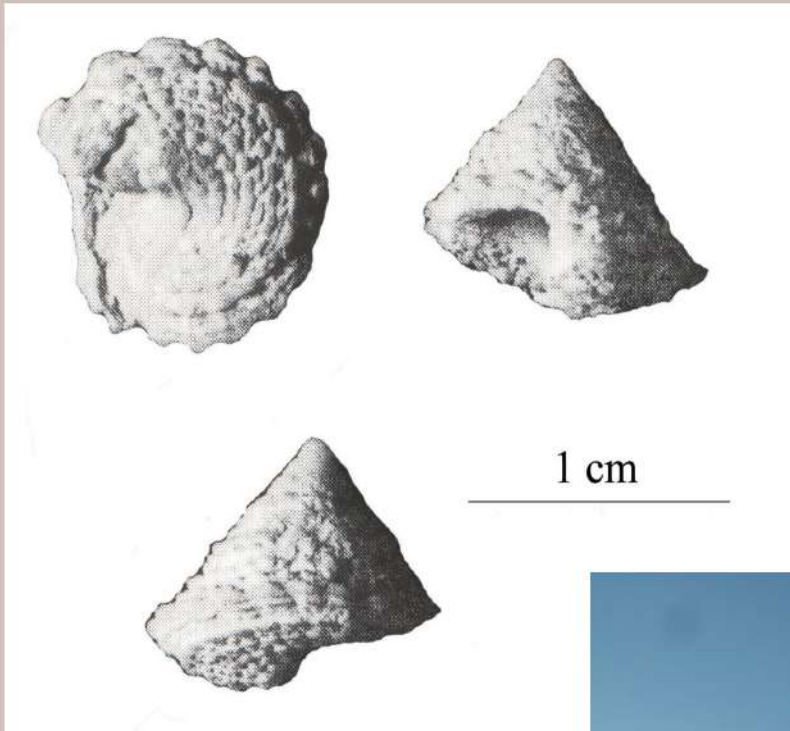
CLASE: Gastropoda. SUBCLASE: Prosobranchia.

SUPERORDEN: Archaeogastropoda. ORDEN: Vetigastropoda. FAMILIA: Trochidae.

SUBFAMILIA: Trochinae.

GÉNERO: Trochus LINNÉ, 1758

Mioceno inferior/ Aquitaniense (20-23 millones de años)



Protoconcha formada por un botón cupuliforme y una vuelta lisa. Teloconcha de tamaño pequeño a medio, poco más ancha que alta. Espira cónica, tectiforme y algo pagodiforme, muy bien turriculada. El perfil de las primeras vueltas es más agudo que el de las siguientes. El ángulo apical mide unos 76°. Hay 5 o 6 vueltas de perfil recto o algo cóncavo, más anchas que altas. Ornamentación: En las primeras vueltas dos cordones espirales granulados y otro cordón en la periferia abapical con gránulos más estacados. En las últimas aparecen tres cordones iguales y granulados y el cordón periférico forma una carena festoneada de gránulos espinosos y arrosariados o de salientes redondeados. En la última vuelta los gránulos del penúltimo cordón antes de la periferia son subespinosos y huecos abiertos adapturalmente. Están cruzados por líneas de crecimiento prosoclinas e inclinadas según un ángulo de unos 60°. Se esboza pues, una disposición reticulada. Base convexa recubierta por 6 u 8 cordones espirales, granulados casi de igual importancia, entre los que se pueden intercalar otros menores. Destacan las líneas de crecimiento oblicuas. Sin ombligo. Hay una callosidad parietal. Peristoma discontinuo. Labio externo en diferente plano que la columnilla. Abertura cuadrangular. Columnilla oblicua y que se une con el labio parietal según un ángulo de unos 120°. Hay un pequeño diente en la parte más abapical de la columnilla, formando el conjunto una fosita.

El holotipo e guarda en la Secció de Paleontologia del Museu Històric Municipal de Novelda. Procede de la Sierra de Beties, (municipio de Novelda). Su nombre es toponimo de Novelda.

El género *Trochus* sigue existiendo en la actualidad, estando representado por numerosas especies que viven en los arrecifes coralinos del Índico y Pacífico, llegando a alcanzar grandes tamaños (hasta nos 16 cm de diámetro). Otros representantes de la familia Trochidae están presentes en todos los mares, desde áreas tropicales hasta las frías aguas árticas. Varios géneros de esa familia (como *Gibbula*) son comunes en los mares europeos, donde viven en aguas someras, en fondos rocosos y arenosos, donde se alimentan de algas y pequeños restos orgánicos.



La Sierra de Beties

La sierra de Beties es un pequeño macizo de unos 12 Km² de extensión y de una altura máxima de 709 m, situado al noreste de Novelda. Su litología es esencialmente calcárea (caliza y margas) y su estratigrafía es relativamente monótona, componiéndose de una alternancia de calizas más o menos arenosas y niveles margosos. Es un bloque monoclinial, de posible origen alóctono, por apoyarse sobre materiales riásicos. Por su parte Sur dibuja un amplio anticlinal y por su parte Norte muestra una estructura de bloque monoclinial con diversos buzamientos al Norte. Los niveles más septentrionales en el mapa del IGME (1978) se incluyen en el Tortoniense.

ANÁLISIS DE UNA ESTRUCTURA DE CRECIMIENTO ASOCIADA A LA FALLA DE CREVILLENTE

Andrea SEMPERE CORADA

Graduada en Geología UA
asempere82@gmail.com

RESUM: en el término municipal de Albaterra aflora el sector Abanilla-Alicante de la falla de Crevillente. Al S de este sector, se realiza un análisis geométrico 3D de una estructura de crecimiento asociada a dicha falla. Para llevar a cabo este estudio ha sido necesario el uso de distintas herramientas informáticas, destinados a la elaboración de un modelo geológico 3D, como son el software PhotoScan®, el sistema de información geográfica ArcGis Desktop® y el software Move®. Una vez creado el modelo geométrico de la estructura, se han analizado las geometrías tridimensionales de los cuerpos sedimentarios. Estos, presentan una geometría en cuña que se abre oblicuamente con respecto a la traza de la falla, es decir se abren tanto perpendicularmente a la misma (lo esperable) como en dirección. Para intentar explicar esta geometría se propone la hipótesis de que pueda ser debida a variaciones de la tasa de deformación de la falla de Crevillente a lo largo de su dirección.

RESUMEN: Según la mayoría de autores, los parántropos son un grupo de homínidos complejo compuesto por diferentes especies del género *Paranthropus* (*Paranthropus aethiopicus* y *Paranthropus boisei*, en el este africano, y *Paranthropus robustus*, en el sur), que vivió en el Pleistoceno inferior, con una cronología que iría desde 2,8 a 1,4 Ma. Este grupo se caracterizaría por la presencia de una serie de rasgos que conforman una morfología facial típica: un complejo masticatorio especializado, con una marcada megadontia poscanina, mandíbulas robustas, cara plana y masiva y cresta sagital (en los machos). La interpretación de este grupo como monofilético vendría determinada por la inclusión de todos estos homínidos en un mismo género y la compartición de todos ellos de un antepasado común. Sin embargo, la inclusión en este grupo de otras formas homínidas podría dar prevalencia a una interpretación polifilética de su evolución.

SUMMARY: this study presents a 3D geometric analysis of a growth sequence related to the Crevillente Fault. This growth sequence outcrops south of Abanilla-Alicante sector of this fault, in the village of Albaterra. In this research different softwares has been used in order to build a 3D geological model, such us PhotoScan®, ArcGis Desktop® and the software Move®. The geometric model of the structure permitted the 3D analysis of sedimentary bodies. The most important result of this analysis is that the sedimentary bodies have a wedge-shape geometry opening obliquely to the fault trace, i.e., perpendicular to the trace (the expected) but also along strike. To explain this geometry, I postulate that it may be due to along strike variations of deformation rate of the Crevillente Fault.

Paraules clau: "Model geomètric 3D; seqüència de creixement; Falla de Crevillent (sector Abanilla-Alacant)".

Palabras clave: "Modelo geométrico 3D; secuencia de crecimiento; Falla de Crevillente (sector Abanilla-Alicante)".

Keywords: "3D geometric model; Growth strata; Crevillente Fault (Abanilla-Alicante sector)".

1. INTRODUCCIÓN

La Cuenca del Bajo Segura, situada al sur de la provincia de Alicante, está limitada por dos fallas responsables de la actividad sísmica de la región, la falla del Bajo Segura situada en el borde meridional y la falla de Crevillente (sector Abanilla-Alicante) localizada en su borde septentrional. En esta cuenca se ha registrado la mayor actividad sísmica de toda la provincia y es una de las zonas sísmicamente más activas de la Península Ibérica durante el período histórico e instrumental (Giner y Molina, 2001).

Para la realización de este trabajo se ha construido un modelo fotogramétrico a partir de fotos tomadas por un dron, procesadas con el Programa PhotoScan©. Este modelo se utilizó para realizar la cartografía geológica de la zona de estudio. Posteriormente, se creó el modelo geométrico 3D de la estructura geológica con el programa Move©, a partir del Sistema de Información Geográfica obtenido con

la herramienta ArcGis Desktop©. Previamente, se realizó un levantamiento una columna estratigráfica, una que sintetiza todas las unidades litoestratigráficas definidas. Con todos estos datos se elabora un análisis estructural de la Falla de Crevillente, en el que se ha caracterizado la geometría de una secuencia de crecimiento asociada a dicha falla. Para ello ha resultado especialmente útil el modelo geométrico 3D, en el que se distingue de manera sencilla la disposición de las unidades litoestratigráficas reconocidas en la zona. Este estudio, ha llevado a proponer una caracterización de la evolución cinemática de la falla de Crevillente, teniendo en cuenta la tasa de deformación de la misma y cómo ésta varía a lo largo del el espacio.

2. LOCALIZACIÓN

2.1. Contexto geográfico

La zona objeto de estudio de este trabajo de fin de grado, se encuentra al sureste de la Península Ibérica, en la Vega del Bajo Segura, la

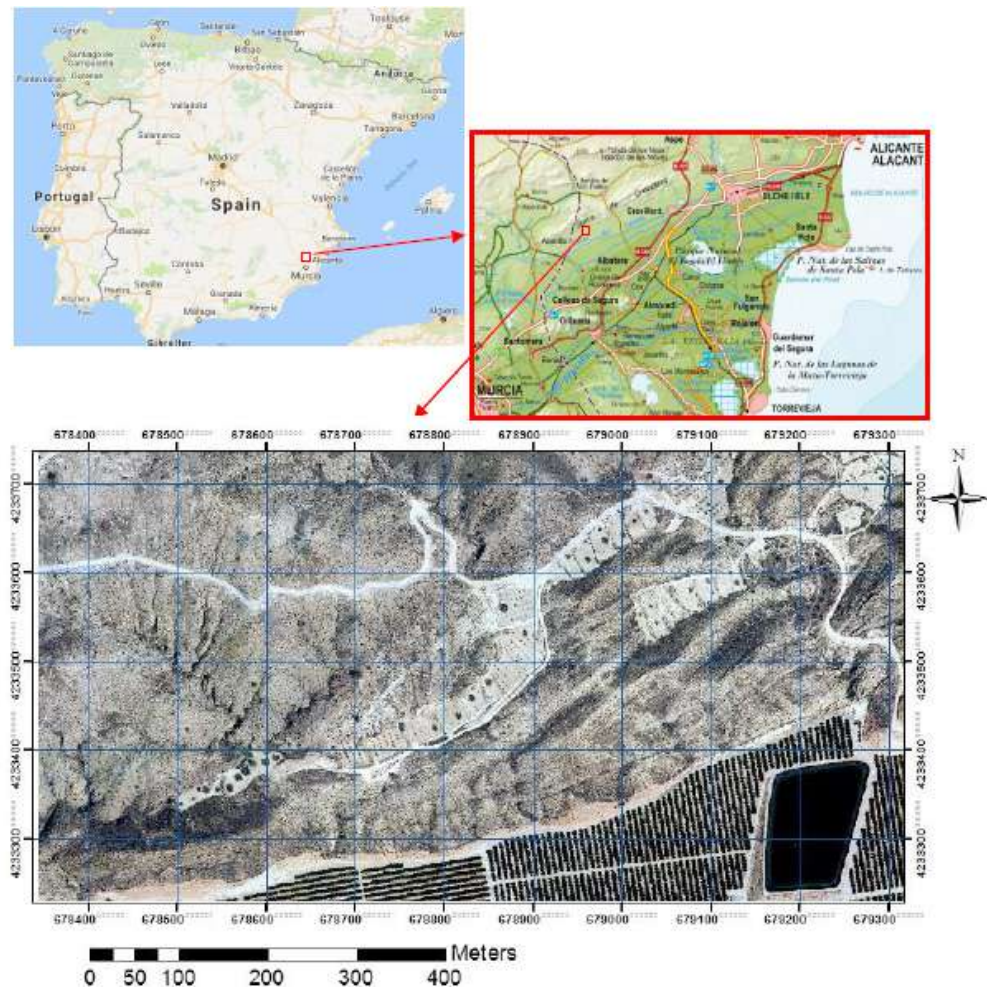


Fig. 1: ortoimagen del PNOA de la zona de estudio y mapa de situación general.

comarca más al sur de la Provincia de Alicante. El área se sitúa al este del municipio de Abanilla, al norte de los pueblos de La Murada y Albatera, al suroeste del Hondón de los Frailes y al oeste de Crevillente. Dicha extensión tiene la forma geométrica de un triángulo, cuyas coordenadas UTM son 30S 678345.68 m E 4233250.28 m N correspondiente a la esqui-

na izquierda, 30 S 678997.40 m E 4233744.92 m N siendo la esquina derecha superior y 30 S 679277.54 m E 4233430.96 m N la esquina derecha inferior (Fig.1).

2.2. Contexto tectónico

El origen de la Cordillera Bética tuvo lugar en el Mioceno Inferior, resultado de la colisión

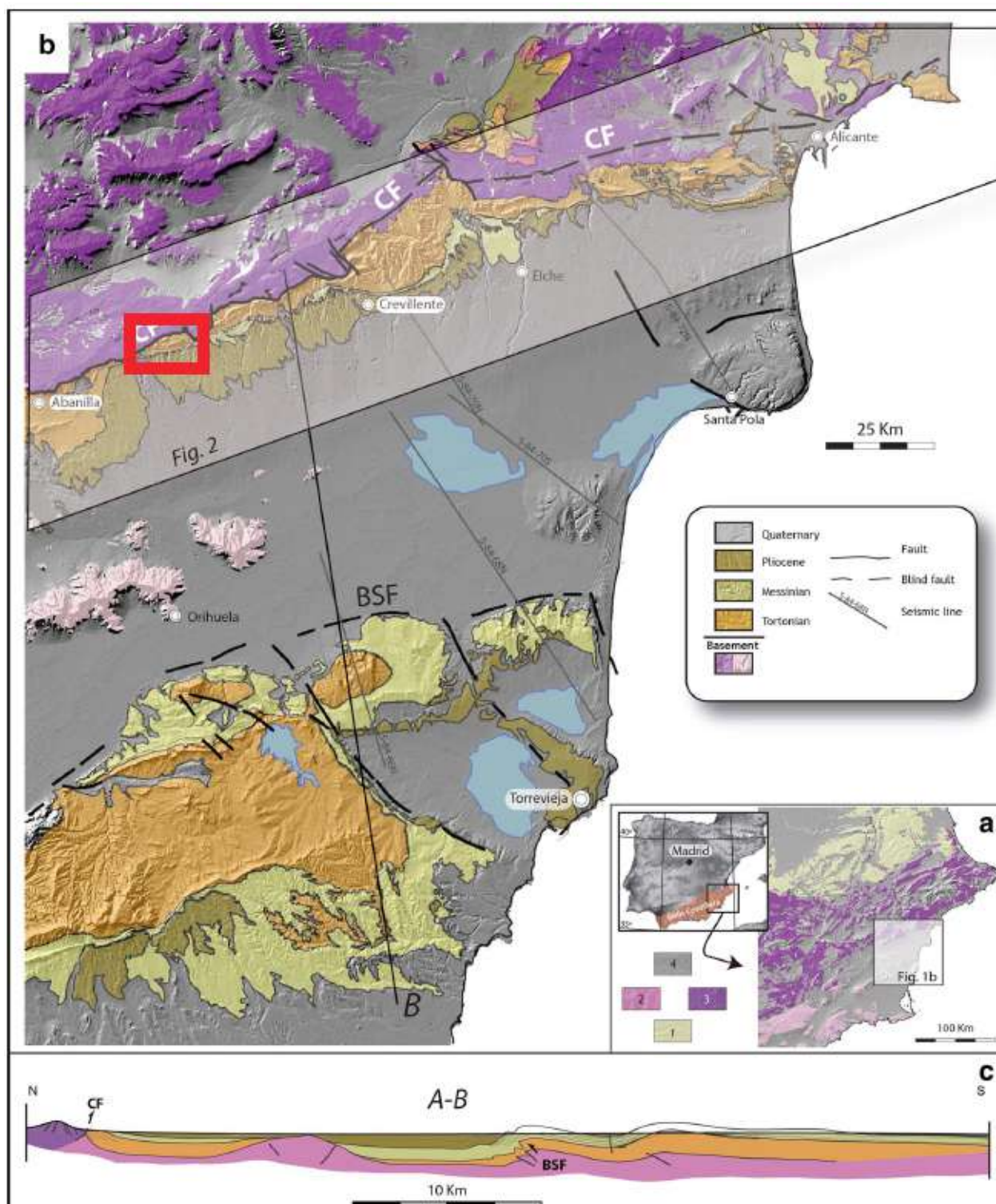


Fig. 2: a) Esquema geológico de la Cordillera Bética. 1 Antepaís Ibérico, 2 Zonas Externas, 3 Zonas Internas, 4 Cuencas terciarias y depósitos del Cuaternario. b) Mapa geológico de la cuenca del Bajo Segura. Las líneas grises indican la posición de las líneas sísmicas disponibles. CF Falla de Crevillente (sector Abanilla-Alicante), el recuadro rojo delimita la zona estudiada en este trabajo, BSF Falla del Bajo Segura. c) Sección transversal de la Cuenca del Bajo Segura, que muestra la estructura general de la misma (modificado de Martín-Rojas et al., 2015).

continental oblicua de la microplaca mesomediterránea y la Placa Ibérica (Martín-Algarra and Vera 2004, y referencias en su interior). Después de la colisión, el régimen tectónico pasó a estar caracterizado por un esfuerzo tectónico resultante de la convergencia con dirección Norte-Sur de las placas Nubia y Euroasiática, generando una compresión NNW-SSE en el Serravalliense superior (Montenat et al. 1990; Alfaro 1995). Esto a su vez dio lugar al desarrollo de estructuras de carácter compresivo, como fallas inversas y de salto en dirección, junto con pliegues asociados (p.ej., Weijermars et al. 1985; Galindo-Zaldívar et al. 2003; Sanz de Galdeano y Alfaro 2004). En la Cuenca del Bajo Segura, la deformación producida posteriormente a la colisión continental se ha concentrado en sus límites norte y sur, coincidiendo con la falla de Crevillente (Martín-Rojas et al. 2014a, b) y la zona de falla del Bajo Segura, respectivamente.

El área de estudio, corresponde a una parte del sector Abanilla-Alicante de la falla de Crevillente (Fig.2). La falla de Crevillente presenta una cinemática oblicua, con una componente principal inversa, y afecta tanto al basamento Meso-Cenozoico como al relleno Terciario y Cuaternario de la cuenca del Bajo Segura (Fig.2). Además la falla es responsable del desarrollo de pliegues de propagación en los materiales que van desde el Mioceno superior hasta el Pleistoceno (Montenat, 1997). La falla de Crevillente, es una estructura clave en la evolución reciente de la Cordillera Bética, ya que, constituye el contacto entre las Zonas Externas y las Zonas Internas en este sector, representando por tanto, el antiguo límite entre las dos placas continentales que colisionaron para formar la cordillera.

3. METODOLOGÍA

Previamente al trabajo de campo, se realizó una fase preparatoria de gabinete, la cual consistió en la elaboración de un modelo fotogramétrico 3D de alta resolución generado a partir de 1220 fotografías aéreas tomadas desde un dron. Estas, se procesaron mediante el software PhotoScan®. Este programa es

una solución avanzada para los modelos 3D basados en imágenes, cuyo objetivo es crear contenido de calidad profesional 3D a partir de imágenes fijas.

Una vez terminado el modelo, sirvió de base para elaborar un modelo de elevación del terreno (MDT) y una ortoimagen, la cual se utilizó de base para llevar a cabo la cartografía geológica en el campo. Dicha cartografía se realizó sobre un soporte digital, en concreto se usó la aplicación Field Move®.

El trabajo de campo comenzó con un análisis estratigráfico de la zona de estudio, que se inició con una definición de las distintas unidades litoestratigráficas presentes, a las que se les asignó un siglado numérico. Acto seguido, se describieron y midieron los niveles constituyentes de cada unidad litoestratigráfica. Con todo ello se levantó una columna estratigráfica, para posteriormente analizar y procesar los datos.

El trabajo continuó con la realización de la cartografía geológica y la toma de datos estructurales. A medida que se fue barriendo terreno, se trazaron los contactos entre los conjuntos de materiales y se realizó una detallada toma de datos de dirección y buzamiento de los planos de estratificación, con una separación de cinco metros aproximadamente.

En cuanto al trabajo de gabinete, se generó un sistema de información geográfico a partir de la cartografía realizada en el campo. Para ello, se utilizó el software ArcGis®. Para trabajar con este programa, es necesario crear distintos shapefiles con propiedades diferentes, por ejemplo: Un shapefile que abarque todas las polilíneas que se dibujen, otro shapefile para los polígonos, en el que se representaban las áreas de los conjuntos de litologías cartografiados y finalmente, un último shapefile de puntos, para que incluyera todos los símbolos estructurales de dirección y buzamiento de los planos medidos en campo. Cuando se terminó la digitalización de la cartografía, se procedió a introducir el trabajo realizado en el software Move®, a partir del cual, se elaboró un modelo geológico 3D. En este, se introdujo el shapefile de polilíneas junto con el modelo fotogramétrico realizado con el software Pho

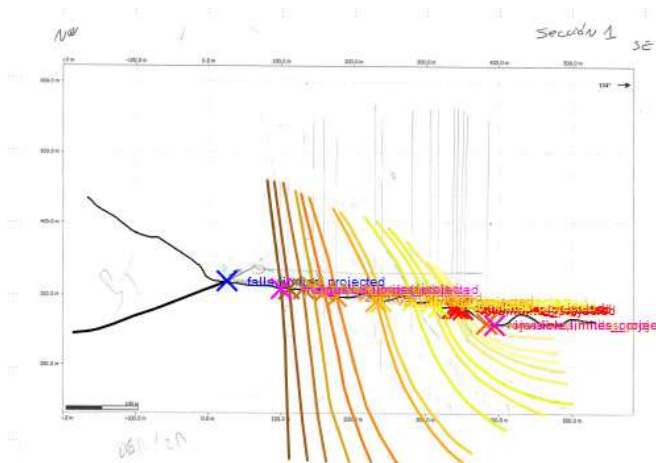


Fig. 4: sección del corte geológico 2, digitalizado con Move© y con la imagen de este escaneada. Las líneas de tonalidades marrones hasta amarillas, corresponden a los conjuntos de litologías diferenciados. La línea negra, la falla.

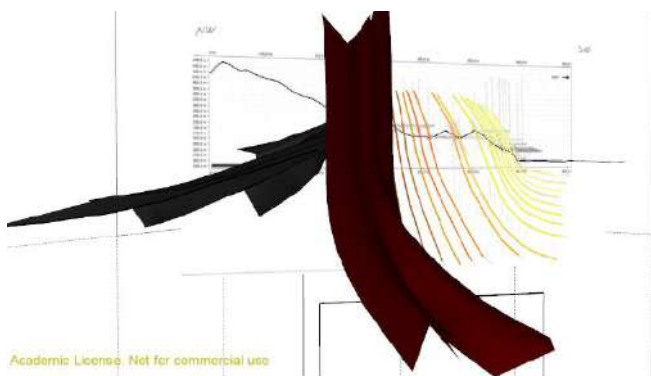


Fig. 5: sección del corte geológico 2, con la imagen de este escaneada. Se han creado las superficies que darán lugar al modelo 3D. La negra, corresponde a la falla, y la marrón al primer conjunto diferenciado. Digitalizado con Move©.

toScan©.

Con estos dos objetos, se obtuvieron quince perfiles, en los que aparecían los puntos de intersección de los contactos pertenecientes al shapefile de polilíneas con la topografía, que fueron la base para la realización de quince cortes geológicos, utilizando las medidas estructurales tomadas en campo. Cuando se obtuvieron los perfiles topográficos, se imprimieron, manteniendo la escala, con el propósito de delinear la traza de los contactos de estos conjuntos de estratos. Cuando se tuvieron todos y cada uno de los cortes geológi-

cos terminados y revisados, se inició la reconstrucción del modelo 3D con Move©. Para ello, se escanearon los cortes geológicos y se insertaron en el proyecto como imágenes. Consecutivamente, se procedió a digitalizar los cortes geológicos, para esto se seleccionó la opción de vista de sección y, dentro de cada una de estas, se dibujó el corte geológico correspondiente (Fig.3).

Una vez, trazados los contactos en cada una de las secciones, se crearon superficies correspondientes al techo y al muro de cada unidad litoestratigráfica definida (Fig.4). Llegados a este punto, ya se hubo elaborado el modelo geométrico 3D que se pretendía.

Seguidamente, se dispuso a digitalizar la columna estratigráfica. En este caso, se recurrió al programa CorelDraw©.

Se elaboró una columna estratigráfica, en la que se ven reflejadas todas las unidades litoestratigráficas.

4. RESULTADOS

A continuación se exponen los principales resultados obtenidos en este trabajo. La mayor parte de los mismos se centra en la descripción estratigráfica y en la descripción de la geometría 3D.

4.1. Descripción estratigráfica

Las litologías aflorantes de la zona de estudio se han agrupado en conjuntos, fácilmente identificables en el campo por presentar un relieve distintivo. Esto significa que siguiendo el orden estratigráfico, los conjuntos se han definido desde el muro de un material que posee poco relieve, hasta el techo del material sucesivo que da lugar a una cresta marcada. A estos conjuntos de estratos se les ha asignado el carácter informal de unidades litoestratigráficas, definidas, de acuerdo con la Guía Estratigráfica Internacional (GEI, 1980), como conjunto de estratos que constituyen una unidad, por estar compuesto predominantemente por un cierto tipo litológico o de una combinación de tipos litológicos, o por poseer otras características litológicas importantes en común, que sirvan para agrupar los estratos.

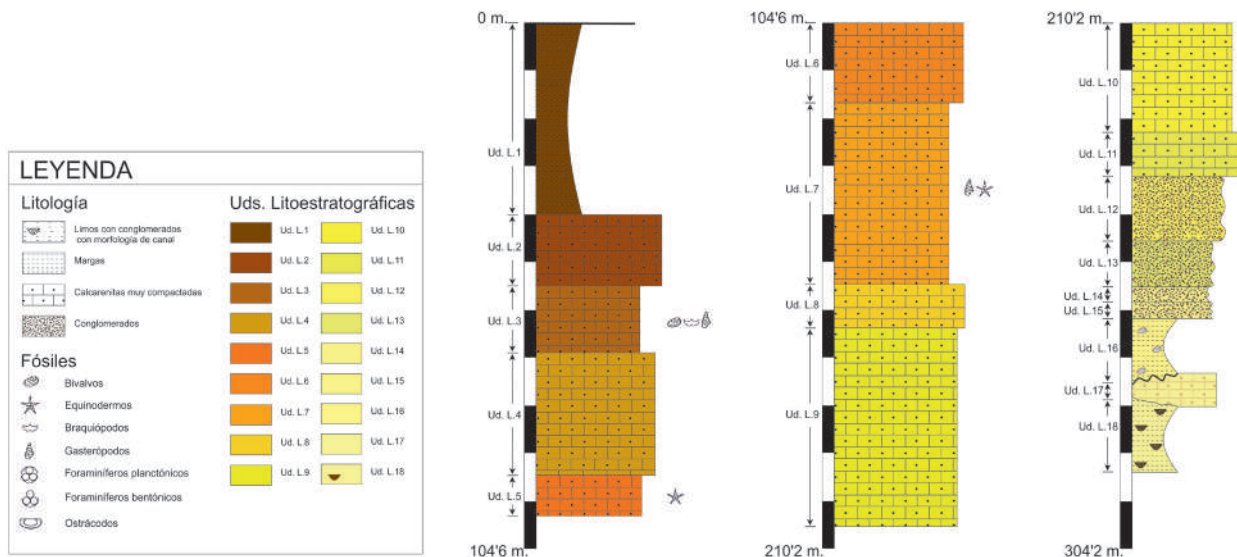


Fig.6: columna estratigráfica de la zona de estudio.

La organización general estratigráfica de la zona estudiada queda recogido en la columna de la figura 6. La disposición cartográfica de estas unidades se observa en la imagen obtenida en el mapa elaborado a partir del sistema de información geográfica elaborado que aparece en la figura 7.

Las litologías descritas en la zona de trabajo, se agrupan en 3 grandes conjuntos generales: Formación Galería de los Suizos, Unidad litológica de las Calcarenitas de Las Ventanas, y la Unidad IV.

En la zona de estudio, la Formación Galería de los Suizos (Montenat, 1977) consiste en 40 metros de margas, que corresponde a la unidad litoestratigráfica 1 (Fig.6), de edad Tortoniense, (Lancis Saéz et al. 2010). Se trata de unas margas marinas amarillentas verdosas (Fig.7) con foraminíferos planctónicos y bentónicos.

El siguiente conjunto aflorante corresponde a la unidad litológica de las Calcarenitas de las Ventanas (Tent-Manclús, 2006; Lancis Saéz et al., 2010), cuya edad es del Tortoniense su-

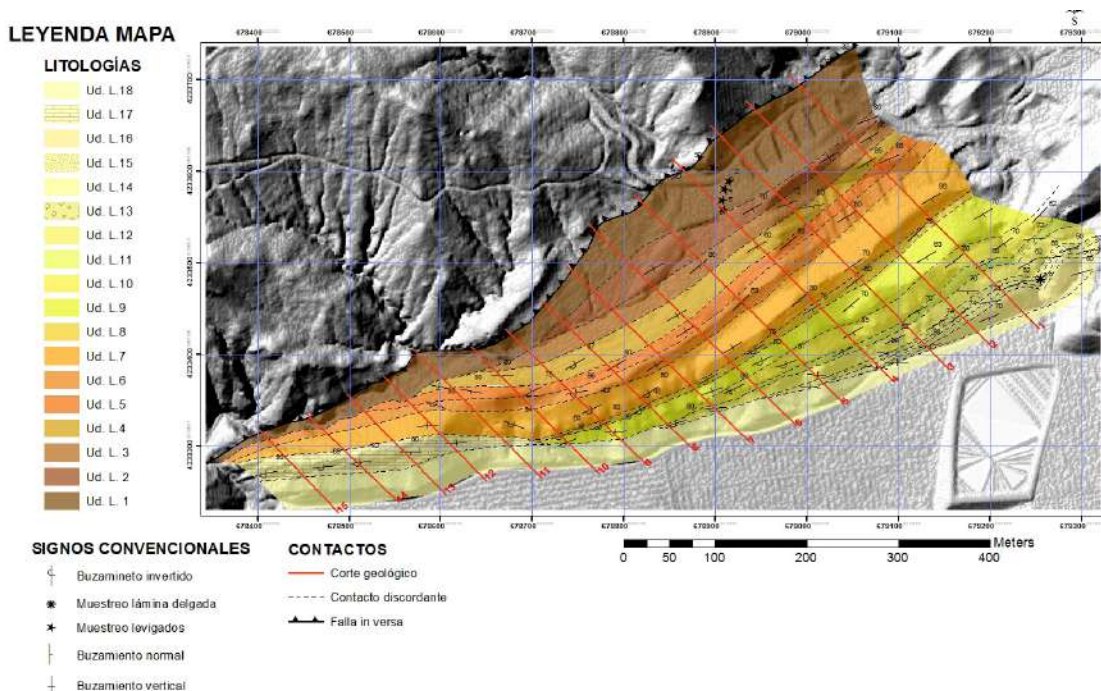


Fig. 7: mapa de la zona de estudio. Se muestran sólo una parte de las medidas estructurales tomadas, para facilitar la lectura del mapa.

terior (Fig.6). El análisis realizado para este estudio ha puesto de manifiesto que, en esta zona, esta unidad litológica está formada por dos miembros: el inferior está compuesto por una alternancia de material blando (margas y calcarenitas poco cementadas de tamaño arena), y litologías más resistentes (calcarenitas muy cementadas), con abundancia fósil de gasterópodos y equinodermos. El miembro superior se compone de una alternancia de conglomerados rojizos y blanquecinos con intercalaciones de calcarenitas deleznable y margas, con ejemplares de ostreidos de gran tamaño, algunos hasta 50 cm. Esta abarca de la Ud. L. 2 a la 16. (Fig.6).

Sobre la Unidad Litológica de las Calizas de Las Ventanas aparece el tercer y último conjunto litológico reconocido en este trabajo. Este conjunto se definió informalmente por Martin-Rojas et al. (2015) como unidad IV; estos autores afirman que se compone de conglomerados rojizos y blanquecinos intercalados con calcarenitas y margas y que tiene una edad Tortoniense-Messiniense inferior. El análisis realizado para el presente trabajo ha puesto de manifiesto que, en la zona de estudio, esta unidad se compone de dos tramos: uno inferior formado por calcarenitas de tonos rojizo-anaranjados y un tramo superior de limos rojizos con cuerpos lenticulares de conglomerados. Estos dos tramos se han denominado unidades litoestratigráficas 17 y 18,

respectivamente (Fig.6).

4.2. Descripción de la geometría

En cuanto a la descripción general de la geometría de la zona estudiada, se trata de una secuencia de crecimiento la cual se acuña en dirección a la falla, hacia el NW, y también paralelamente a la misma, hacia el W. (Fig.8, Fig.9).

El análisis del modelo geométrico en 3D pone de manifiesto la existencia de variaciones en las orientaciones de las capas tanto en sección, como en dirección. Para describir estas variaciones en detalle se utilizará una serie de cortes seriados, cuya localización se observa en la Figura 10.

En la sección 1 (Fig.11), el buzamiento de las distintas unidades oscila entre vertical en la zona más próxima a la falla medidas de buzamiento oscilan entre capas casi verticales, en la zona más próxima a la falla, hasta unos 60° en el SE. En este corte se observan todas las unidades litoestratigráficas anteriormente definidas.

En una secuencia de crecimiento, cabe esperar que los buzamientos disminuyan en una sección a medida que nos alejamos de la falla y a medida que nos desplazamos a niveles más modernos (Riba, 1976). Sin embargo, en el corte geológico 8 (Fig.12), percibimos que los buzamientos no siguen este patrón, ya que, cerca de la falla las capas buzan entre

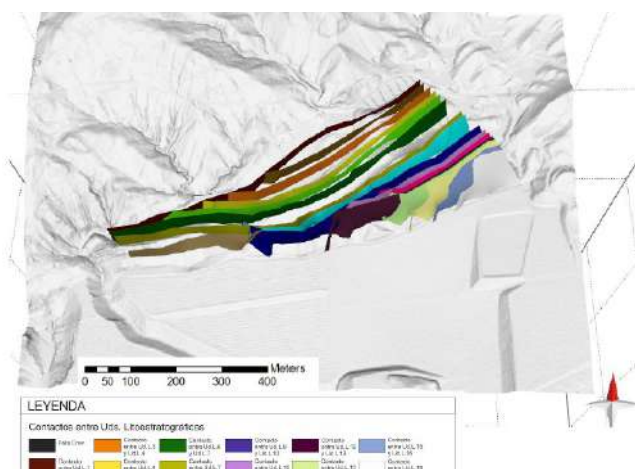


Fig. 8: vista general del modelo 3D. Se observa el acunamiento de capas hacia la Falla de Crevillente y hacia el W de la secuencia de crecimiento. Se ha activado la base topográfica, para una visión más clara de la estructura. El N está indicado por el aspa roja de la rosa de los vientos en la esquina inferior derecha.

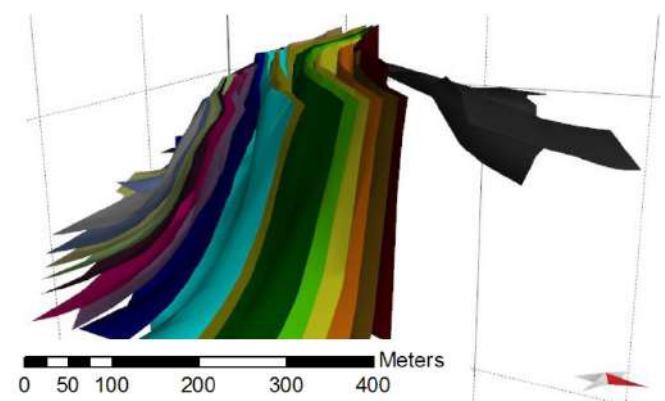


Fig. 9: vista en sección del modelo 3D. Se observa el acunamiento de capas hacia la Falla de Crevillente, representada por la superficie de color gris oscuro. El N está indicado por el aspa roja de la rosa de los vientos en la esquina inferior derecha.

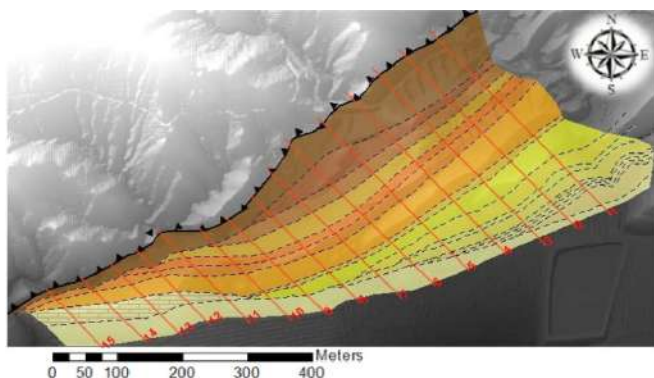


Fig. 10: localización de los distintos cortes geológicos realizados para construir el modelo 3D. Véase leyenda en la Fig.4.2.

80° y 90°, y en la parte más alejada de la falla se han medido buzamientos invertidos de hasta 35° al N. Otro dato a recalcar, es que si comparamos esta sección con la 1, vemos que faltan las unidades 10, 11, 13, 14, 15 y 16. Esto se debe al acuñaamiento de dichas unidades, tal y como puede observarse en las Fig.8, Fig.9 y Fig. 4.5.

En la sección 11(Fig.13), se observa que la deformación es menor que en sección 8, ya que, los buzamientos que encontramos alejados de la falla no están tan invertidos, oscilando entre 70° y 75° buzantes al norte. Desde el corte 8 hasta el 11, se han acuñado también las unidades litoestratigráficas 2,3, 8, 9 y la 12. Entre las secciones 10 y 11, a techo de la estructura de crecimiento se distingue la unidad litoestratigráfica 17, también en forma de cuña, cuyo ápice se sitúa al E de la estructura,

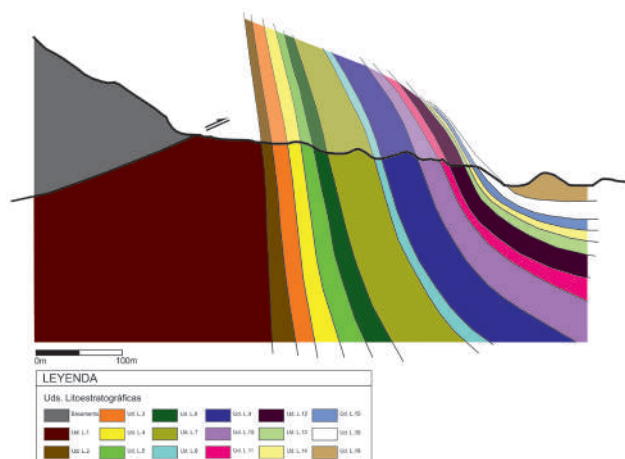


Fig. 11: corte geológico 1

y la parte más amplia se abre hacia el W-SW de la secuencia (Fig.10).

Por último, en la sección 15 (Fig.14), las capas aparecen verticales cerca de la falla y ligeramente hacia el SE, con buzamientos de 80° y 87° buzantes al N. A lo largo del espacio que comprenden estas dos secciones, se acuñan las unidades litoestratigráficas 4 y 5. También observamos que la potencia de la unidad litoestratigráfica 17 va incrementando desde la sección 11 a la 15, conformando la parte opuesta al ápice de la geometría en cuña de dicha unidad (Fig.10).

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Por lo respecta al análisis estructural 3D de la geometría presente en la zona de estudio, ésta corresponde al resultado de un período

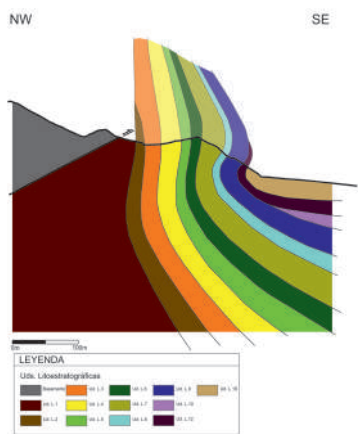


Fig. 12: corte geológico 8

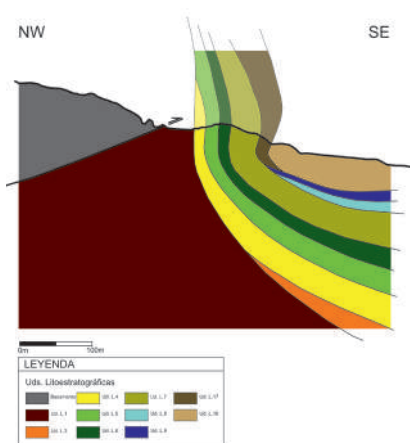


Fig. 13: corte geológico 11

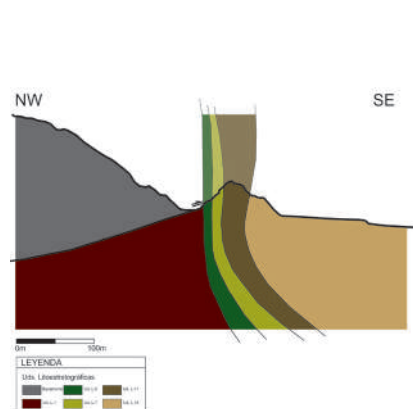


Fig. 14: corte geológico 15

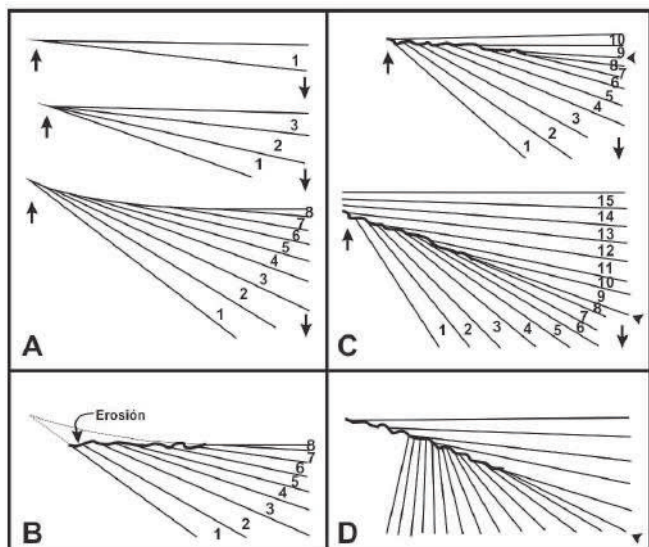


Fig. 15: esquema de evolución genética de una discordancia progresiva elaborada. (Modificado de Riba (1973 y 1976). A) Fase inicial de sedimentación en condiciones de diastrofismo acelerado con formación de capas en cuña que se abren hacia el interior de la cuenca formando un abanico de capas con solapamiento retractivo. B) Etapa de inversión tectónica con la erosión del ápice del abanico de capas. C) Etapa de sedimentación en condiciones de diastrofismo retardado con formación de un nuevo abanico, pero con solapamiento expansivo. D) Dispositivo geométrico final resultante.

de sedimentación sintectónica. El producto de la acción combinada de la deformación tectónica y la sedimentación originará una discordancia progresiva, es decir, una discordancia constituida por una acumulación vertical de cuñas sedimentarias todas ellas dirigidas hacia el flanco activo formando un abanico abierto hacia el centro de la cuenca (Riba, 1976). En el detalle, la geometría de estas cuñas depende de múltiples factores, pero principalmente de la relación existente entre la tasa de sedimentación y la tasa de deformación (Rafini y Mercier, 2002). En la figura 15 se presenta un ejemplo en el que se muestra como varía la geometría de estas cuñas manteniendo la tasa de sedimentación constante y variando la tasa de deformación (primero crece y luego disminuye). En este esquema se supone un borde de cuenca que se está levantando simultáneamente a la sedimentación, lo que condiciona que la forma de las unidades litoestratigráficas sea de cuñas que se abren hacia el interior de la cuenca y se cierran hacia el borde activo donde se localizará el límite entre erosión y depósito. En la fase inicial el

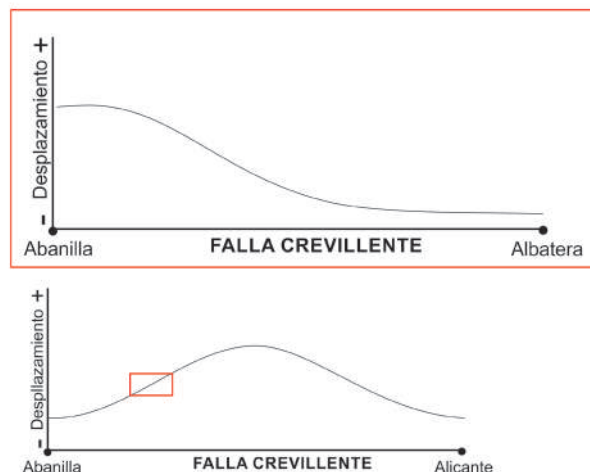


Fig. 16: A) Esquema de la variación general de la tasa de desplazamiento de la falla de Crevillente a lo largo de la misma. B) Detalle de la variación de la tasa de desplazamiento en el sector estudiado.

movimiento de levantamiento del relieve adyacente sería acelerado y la extensión de las cuñas disminuye con el tiempo (Fig.15, A). En un momento determinado, correspondiente al de la máxima deformación se produce la erosión de las partes más proximales de las cuñas (Fig.16, B). A partir de este momento, se entraría en un intervalo de tiempo de deformación decelerada en la que se depositan unidades en forma de cuña, pero tienden a cubrir el frente activo (Fig.15, C). En definitiva, podemos afirmar que, las geometrías de cuñas de las estructuras de crecimiento pueden ser interpretadas en términos de tasa de desplazamiento de las estructuras que las producen, de modo que los ápices de dichas cuñas marcan las zonas más próximas a la máxima deformación.

En cuanto a la geometría del área de estudio, su principal particularidad es que las cuñas no sólo se abren hacia la cuenca (como en el modelo clásico de Riba antes expuesto), sino que el análisis 3D ha puesto de manifiesto que se abren oblicuamente con respecto a la dirección de la falla (Fig.8 y Fig.9). Esto indica

que, por un lado, la zona comprendida al N de la falla de Crevillente se elevaba con respecto a la cuenca, pero además, se producían variaciones laterales de esta variación. Es decir, dado que las cuas observadas se abren hacia el E en la zona de estudio (Fig.8 y Fig.9), implicaría que, en la parte occidental, la falla de Crevillente presentaría una mayor tasa de deformación, la cual disminuiría progresivamente hacia el E.

De forma general, lo más habitual es que una falla presente una mayor tasa de desplazamiento en su zona central y ésta disminuya paulatinamente hacia sus bordes (Fig.16, A). Este patrón general se cumple en el caso de la falla de Crevillente, tal y como pusieron de manifiesto Martín-Rojas et al. (2015). Sin embargo, lo anteriormente expuesto implicaría que, al analizar con detalle la variación lateral de la tasa de desplazamiento, esta no es regular, ya que en la zona de estudio existiría un punto en el cual la tasa de deformación aumenta para luego disminuir (Fig. 5.1B). Esto podría ser debido a la existencia de estructuras transversales a la falla que implicaran cambios bruscos en la tasa de desplazamientos, como por ejemplo fallas de transferencia; para poder corroborar esta hipótesis sería necesario llevar a cabo estudios detallados de los materiales del basamento aflorantes al N de la falla de Crevillente con el objetivo de tratar de identificar las mencionadas fallas de transferencia.

6. CONCLUSIÓN

El Modelo geométrico en 3D obtenido, ha permitido observar y conocer la disposición de las unidades litoestratigráficas informalmente definidas. Se ha reconocido una secuencia de crecimiento asociada a la falla de Crevillente, o lo que es lo mismo, una discordancia progresiva con sedimentación simultánea a la deformación tectónica. El análisis detallado de la geometría de las cuñas de estratos en esta discordancia progresiva ha puesto de manifiesto la existencia de variaciones laterales en la tasa de desplazamiento de la falla de Crevillente, de tal modo que, en la zona

de estudio, dicha tasa presenta un máximo en la zona occidental, disminuyendo progresivamente hacia el este.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfaro, P. (1995). Neotectónica en la Cuenca del Bajo Segura (Cordillera Bética oriental). Tesis doctoral Universidad de Alicante, España, 217 pp.

Alonso-Chaves, F.M., Andreo, B., Arias, C., Azañón, J.M., Balanyá, J.C., Barón, A., Booth-Rea, G., Castro, J.M., Chacón, B., Company, M., Crespo-Blanc, A., Delgado, F., Díaz de Federico, A., Esteras, M., Estévez, A., Fernández, J., Fornós, J.J., Galindo-Zaldívar, J., García-Casco, A., García-Dueñas, V., García-Hernández, M., Garrido, C.J., de Gea, G.A., Gelabert, B., Gervilla, F., González-Lodeiro, F., Jabaloy, A., López-Garrido, A.C., Luján, M., Martín-Algarra, A., Martín-Chivelet, J., Martín-Martín, M., Molina, J.M., Morata, D., Nieto, J.M., Nieto, L.M., Obrador, A., O'Dogherty, L., Orozco, M., Pérez-López, A., Pomar, L., Puga, E., Ramos, E., Rey, J., Rivas, P., Rodríguez-Cañero, R., Ruiz-Cruz, M.D., Ruiz-Ortiz, P.A., Sàbat, F., Sánchez-Gómez, M., Sánchez-Navas, A., Sandoval, J., Sanz de Galdeano, C., Soto, J.I., Torres-Roldán, R.L., Vera, J.A., Vilas, L. (2004) "Cordillera Bética y Baleares". En: Vera, J.A. Eds, Geología de España. Madrid. SGE-IGME.

Galindo-Zaldívar. J., Gil, A. J., Borque, M.J., González-Lodeiro, F., Jabaloy, A., Marín-Lechado, C., Ruano, P., Sanz de Galdeano, C. (2003) Active faulting in the internal zones of the central Betic Cordilleras (SE, Spain). *Journal of Geodynamics* 36: 239-250.

GEI (1980) Guía Estratigráfica Internacional, Reverte, Barcelona, 205 pags, (Traducción al español de Hedberg, H.D. –editor- 1976: International stratigraphic guide. John Wiley & Sons, Herd, 1976).

Giner, J.J., Molina, S. (2001) Sismicidad y riesgo sísmico en la Comunidad Autónoma

- Valenciana. Editorial Club Universitario, Alicante, 106 pp.
- Lancis Sáez C., Tent Manclús J.E., Soria Mingorance J.M., Corbí Sevilla H.A., Dinarès Turrell J., Yébenes Simón A. (2010) Nannoplankton and planktonic foraminifera biostratigraphy of the eastern Betics during the Tortonian (SE Spain). *Rev Esp MicroPal* 42(3): 321–344.
- Martín-Algarra, A., Vera, J. A. (2004) La Cordillera Bética y las Baleares en el contexto del Mediterráneo Occidental. En: *Geología de España*, J. A. Vera, Ed. SGE-IGME, Madrid, 890 pp.
- Martin-Rojas, I., Alfaro, P., Estévez, A. (2014a) Caracterización estructural y actividad tectónica reciente de la Falla de Crevillente. In: Álvarez-Gomez, J.A., Martín González, F. (eds) *Una aproximación multidisciplinar al estudio de las fallas activas, los terremotos y el riesgo sísmico, Segunda reunión ibérica sobre fallas activas y paleosismología*, Lorca: 39-42.
- Martin-Rojas, I., Alfaro, P., Estévez, A. (2014b) Evolución tectónica del borde norte de la cuenca de Bajo Segura. Implicaciones en la evolución de la Falla de Crevillente (sector Abanilla-Alicante). *Cuaternario y Geomorfología*, Vol 28 (3-4): 85-94.
- Martín-Rojas, I., Alfaro, P., Estévez, A. (2015) 3D geometry of growth strata in a fault-propagation fold: insights into space-time evolution of the Crevillente Fault (Albanilla-Alicante sector), Betic Cordillera, Spain. *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, DOI 10.1007/s00531-015-1143-9.
- Montenat, Ch. (1977). Les bassins néogènes et quaternaires du Levant d'Alicante à Murcie (Cordillères Bétiques orientales, Espagne). *Stratigraphie, paléontologie et évolution dynamique*. Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon. 69: 345 p.
- Montenat, Ch. (1997). Carta geológica des formations néogènes et quaternaires dans les régions d'Alicante et de Murcia (Espagne), Echeelle 1/100.000. Coparex, Paris.
- Montenat, C., Ott d'Estevou, P., Coppier, G. (1990). Les bassins néogènes entre Alicante et Cartagena (Espagne). *Doc et Trav I.G.A.L.*, 12-13: 313-368.
- Rafini, S., Mercier, E. (2002) Forward modelling of foreland basins progressive unconformities. *Sed Geol* 146: 213-233.
- Riba, O. (1973) Las discordancias sintectónicas del Alto Cardener (Pirineo Catalán), ensayo de interpretación evolutiva. *Acta Geol Hisp.*, 8: 90-99.
- Riba, O. (1976) Syntectonic unconformities of the Alto Cardener, Spanish Pyrenees: a genetic interpretation. *Sediment. Geol.*, 15: 213-233.
- Sanz de Galdeano, C., Alfaro, P. (2004) Tectonic significance of the present relief of the Betic Cordillera. *Geomorph* 63, pp.178-190.
- Tent-Manclús, P. (2006). *Estructura y estratigrafía de las sierras de Crevillente, Abanilla y Algayat: su relación con la Falla de Crevillente*. Tesis doctoral Universidad de Alicante, España, 1008 pp.
- Weijermars, R., Roep, ThB., Van den Eeckhou!, B., Postma, G., Kliverlaan, K. (1985) Uplift history of a Betic fold nappe inferred from Neogene-Quaternary sedimentation and tectonics (in the Sierra Alhamilla and Almeria. Sorbas and Tabernas Basins of the Betic Cordilleras, SE Spain). *Geol Mijnow* 64: 397-441.

APLICACIONES DEL PARALOID-B72 COMO CONSOLIDANTE EN PREPARACIONES PALEONTOLÓGICAS

Jose Antonio VILLENA GÓMEZ¹
y Anna GARCÍA FORNER²

¹Museu de la Universitat de València d'Història Natural. C/Doctor Moliner nº 50, 46100 Burjassot (Valencia). Jose.villena@uv.es

²Museu de la Universitat de València d'Història Natural. C/Doctor Moliner nº 50, 46100 Burjassot (Valencia). Anna.garcia@uv.es

RESUM: la preparació paleontològica resulta ser complexa i variable pel que fa als tractaments, ferramentes i productes empleats. En el cas del procés de consolidació, els fòssils poden plantejar metodologies de treball diferents determinades per la naturalesa química de l'exemplar, el grau de preservació i pel destí final que tindrà el fòssil. S'ha empleat el consolidants Paraloid B-72® per les seues característiques fisicoquímiques, acords amb els objectius de preparació i conservació per a presentar les diferents tècniques conegudes de consolidació de tal forma que ens permetan establir criteris d'actuació en exemplars de semblants característiques.

RESUMEN: la preparación paleontológica resulta ser compleja y variable en lo que respecta a los tratamientos, herramientas y productos empleados. En el caso del proceso de consolidación, los fósiles pueden plantear metodologías de trabajo diferentes, determinadas éstas por la naturaleza química del ejemplar, el grado de preservación y por el destino final que tendrá el fósil.

Para presentar las diferentes técnicas conocidas en consolidación paleontológica, se ha empleado el consolidante Paraloid B-72® por sus características físico-químicas, acordes con los objetivos de preparación y conservación, de tal forma que nos permita establecer criterios de actuación en ejemplares de similares características.

SUMMARY: the paleontological preparation turns out to be complex and variable with regard to the treatments, tools and products used. In the case of the consolidation process, the fossils may propose different work methodologies determined by the chemical nature of the specimen, the degree of preservation and the final destination of the fossil. The Paraloid B-72® consolidants have been used for their physicochemical characteristics, in accordance with the preparation and conservation objectives to present the different known techniques of consolidation in such a way as to allow us to establish performance criteria in specimens of similar characteristics.

Paraules clau: consolidació, Paraloid B-72, preparació paleontològica

Palabras clave: consolidación, Paraloid B-72, preparación paleontológica

Keywords: consolidation, Paraloid B-72, paleontological preparation



Fig. 1: gránulos de Paraloid B-72.



Fig.2: grado de penetración de Paraloid B-72® al 2% de concentración (izquierda) y al 8% de concentración (derecha).

1. INTRODUCCIÓN

La decisión de llevar a cabo una intervención sobre un fósil es el resultado de un estudio previo del material, tras lo cual se realizan las actuaciones necesarias para dejarlo en condiciones de ser manipulado para su investigación o exposición pública, velando siempre por su conservación futura. Los criterios a seguir, siempre se basan en el principio de mínima intervención, es decir, acometer solo los tratamientos precisos, primando la conservación y el registro de la información obtenida tanto in situ como en el laboratorio. En paleontología hablamos de preparación como el proceso según el cual se aumenta la estabilidad química y estructural de un ejemplar fósil con el objetivo de mejorar sus condiciones de estudio, exposición o almacenaje, las cuales, nunca podrán ser las mismas que tuvo originalmente.

Antes de intervenir, se debe realizar una completa descripción y documentación de los elementos en los que se va a actuar, aunque las intervenciones más drásticas de conservación y preparación solo se deben aplicar en los casos más graves de deterioro del fósil que impliquen un riesgo real de fracturación o desintegración.

La preparación paleontológica debe estar muy organizada y previamente tendremos que estudiar el fósil, en ocasiones con técnicas analíticas, y en determinados casos realizar pruebas con algunas de las metodologías y productos antes de aplicarlas finalmente sobre el propio ejemplar. Por esta razón, será necesario realizar un informe de intervención paleontológica donde hacer constar los datos del ejemplar, la descripción físico-química del fósil y de su matriz si es el caso, el estado de preservación, el protocolo de actuación llevado a cabo para el ejemplar con el registro de los tratamientos, herramientas, productos empleados durante el proceso y por último la posible conservación preventiva y/o embalaje (Marín, 2007). Este informe se tendrá en cuenta para realizar futuras intervenciones sobre el mismo fósil o para reproducir el protocolo sobre otros ejemplares similares. Dado

que cada fósil puede resultar ser un caso concreto de una técnica de consolidación paleontológica, hemos seleccionado ejemplares que pueden constituir ejemplos representativos en la aplicación de cada una de las metodologías habituales.

Aunque históricamente se han utilizado resinas naturales y sintéticas con resultados no satisfactorios en cuanto al envejecimiento (Pasíes, 2014), es a partir de la segunda mitad del siglo XX cuando se empiezan a desarrollar diferentes polímeros sintéticos de naturaleza orgánica como resinas y emulsiones de acetato de polivinilo, resinas y emulsiones acrílicas o resinas de nitrato de celulosa, de las que hoy en día, se conocen perfectamente las características físico-químicas de las mismas, así como los efectos a largo plazo de su aplicación, gracias sobre todo, a las cámaras de envejecimiento acelerado y a la experiencia directa del uso de las mismas sobre ejemplares fósiles.

Paraloid B-72® es el nombre comercial de un copolímero acrílico formado por metacrilato de etilo y acrilato de metilo y químicamente es un éster acrílico con un ácido metacrílico que se comercializa en estado sólido como gránulos transparentes e incoloros con una pureza del 100%. Fue descubierto a mediados del siglo XX comenzándose a utilizar en las Bellas artes, Ciencias Naturales y en arqueología (Predebón, 2006), y hoy en día sus aplicaciones se extienden a la paleontología donde es considerado una de las resinas más estables, empleándose como consolidante, adhesivo y también como reintegrante volumétrico mezclado con diferentes cargas o pigmentos. En Norteamérica se comercializa con el nombre de Acriloid B-72.

Aunque en el mercado existen variaciones del Paraloid B-72® (B-82, B-48N y B-67) con características diferentes según la composición química de los polímeros y de las condiciones en que se polimerizaron, en las preparaciones paleontológicas, está ampliamente generalizado el empleo de Paraloid B-72® (Martín y Pozo 2016) frente al resto de variantes, por las mejores cualidades que presenta en la interacción con los restos fósiles. El Paraloid

B-72® pertenece a las resinas de Clase A, según las cuales, corresponden a polímeros con vidas útiles de entre 100 a 200 años (Feller, 1978). Paraloid B-72® es fabricado por la firma Rohm and Hass, una subsidiaria de Dow Chemical.

2. OBJETIVOS

El objetivo consistirá en presentar las diferentes metodologías de consolidación aplicadas en preparaciones paleontológicas atendiendo principalmente a las características físico químicas del ejemplar y su matriz, al tipo de preservación de los ejemplares y al uso final que éstos van a tener. Para complementar estas metodologías se presentarán ejemplos reales con materiales depositados en el Museu de la Universitat de València d'Història Natural y que pretenden servir de guía y de base en la consolidación de materiales fósiles de similares características.

3. CRITERIOS DE APLICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL CONSOLIDANTE PARALOID B-72® EN PREPARACIONES PALEONTOLÓGICAS

Las principales actuaciones en la preparación paleontológica son: la limpieza que puede ser física o química, la consolidación, la adhesión, la reintegración volumétrica y la cromática. En una preparación paleontológica no tienen por qué realizarse todos estos procesos, ni tan siquiera en un orden determinado. La preparación paleontológica no siempre es obligatoria y en muchas ocasiones el resto fósil deberá de permanecer intacto, y más aún, si es previsible realizar análisis cualitativos, registros fotográficos con estereomicroscopios, microscopios electrónicos u otros estudios que requieran que tanto la naturaleza como la estructura química y la superficie del resto permanezcan sin ningún tipo de sustancia orgánica que pudiera distorsionar o alterar la información que nos puede proporcionar el elemento paleontológico. En el caso de tener que realizar estudios o análisis sobre el fósil,

y ser necesaria una consolidación, se puede valorar el empleo de consolidantes de naturaleza inorgánica como el silicato de etilo Estel 1000® (Bisulca et al., 2009) o nanopartículas de hidróxido de calcio Nanorestore® (Natali et al. 2014) que tendrán una mayor homogeneidad y compatibilidad química con la naturaleza inorgánica del elemento paleontológico (Martín y Pozo 2016).

A pesar de no existir un consolidante ideal para todos los casos, sí se estiman cuáles tendrían que ser las propiedades ideales que éste debería tener, y en función de estas características, podemos elegir el consolidante que mejor se adapte a las necesidades del fósil que pretendemos consolidar. En el caso de Paraloid B-72®, se trata de un copolímero acrílico estable, es decir, a lo largo del tiempo no cambiará sus propiedades físicas y químicas. También es totalmente transparente y permanece así durante el transcurso de los años sin volverse de color amarillo u otro color, ya que de lo contrario enmascararía el color original del fósil. El Paraloid B-72® permanece inalterable en contacto con otras sustancias como ácidos o bases fuertes donde frecuentemente se emplea en limpiezas químicas protegiendo al fósil del ácido. La reversibilidad es uno de las propiedades más importantes que posee el Paraloid B-72®, puesto que puede ser eliminado prácticamente al 100% con el mismo solvente en el que se diluyó. También es empleado habitualmente como estrato intermedio entre el fósil y por ejemplo un adhesivo epoxídico lo que proporciona una fácil reversibilidad de éste tipo de compuestos. El Paraloid B-72® es soluble en diversos solventes orgánicos como la acetona, el etanol, White Spirit®, acetato de butilo, Xileno o Tolueno, pero es muy recomendable tener en cuenta los diferentes valores de toxicidad de los mismos. En este sentido, la concentración máxima tolerada (C.M.A), expresada como la cantidad de partes por millón en el aire en la que un operario puede ser expuesto durante 8 horas de la semana laboral, es más favorable para la acetona y el etanol (1000 C.M.A.), mientras que para White Spirit® (500 C.M.A.), acetato de butilo (200 C.M.A.) y para el Xile-

no y Tolueno (100 C.M.A.) las cantidades son más pequeñas y por tanto de mayor toxicidad. Para la manipulación de acetona son aconsejables guantes de caucho de butilo o en su defecto de látex, aunque estos últimos pueden ser permeables a la acetona transcurridos 10 minutos.

Un buen consolidante ha de poseer una penetración suficientemente profunda en el interior de los restos paleontológicos, propiedad muy importante, que está relacionada con la viscosidad (la más baja posible), la tensión superficial del consolidante (ha de ser lo más alta posible), la porosidad efectiva del material a consolidar, la temperatura y el tipo de solvente orgánico utilizado (Laborde, 1986).

El tiempo de evaporación del solvente también influye en la capacidad de penetración, la cual, conviene que sea lenta con el fin de evitar que el polímero sea arrastrado de nuevo hacia la superficie. Este efecto que se conoce como migración inversa, tiene lugar con disolventes como la acetona, de rápida evaporación. Para disminuir el efecto de migración se puede cubrir el ejemplar con láminas de polietileno, disminuir la temperatura ambiental o utilizar vitrinas o campanas donde introducimos el ejemplar consolidado en un ambiente saturado con el solvente usado en la disolución del Paraloid B-72®. Así mismo, también podemos usar para concentraciones muy diluidas el etanol (alcohol etílico de laboratorio), el cual es menos volátil que la acetona proporcionando una mayor penetración del consolidante aunque la solubilidad del Paraloid B-72® es mucho menor. La preparación de una concentración de consolidante ha de ser lo más precisa posible, por lo que además del empleo de balanzas de precisión y de vasos de precipitado graduados, un buen consolidante será aquel formado por un único componente presentado en estado sólido con el que conseguiremos un mayor control tanto de la pureza como de las cantidades cualitativas de consolidante y solvente que deberemos valorar. Las soluciones consolidantes y adhesivas de Paraloid B-72®, pueden prepararse combinando pesos (gramos) de polímero y

solvente o combinando el peso de un polímero (gr) y un volumen específico de solvente (ml). En cada caso, la concentración resultante se puede expresar como un porcentaje. Para la mayoría de los usos en paleontología la diferencia no es significativa. Lo importante es dejar claro en una etiqueta del envase, qué método y unidades se han utilizado (gr/ml o ml/ml). La forma recomendada de preparar soluciones es combinar proporciones de polímero y disolvente usando unidades de peso a volumen (Davidson y Brown 2012).

Porcentaje (%)	Paraloid B-72®(gr.)	Diluyente (ml.)	utilidad
2	2	98	consolidación en profundidad
3	3	97	consolidación en profundidad
5	5	95	consolidación en profundidad
10	10	90	consolidación superficial
12	12	88	consolidación superficial
30	30	70	adhesivo
40	40	60	adhesivo
45	45	55	reintegrante
50	50	50	reintegrante

Fig. 3: porcentajes habituales de Paraloid B-72® diluidos en acetona y empleados como consolidantes, adhesivo o reintegrante o en preparaciones paleontológicas.

La capacidad de transpiración es un factor que conviene tener en cuenta para evitar que se forme una capa totalmente impermeable que imposibilite que tanto la humedad, las sales o posibles gases producto de alteraciones de sulfuros (pirita, calcopirita, marcasita), queden atrapadas en el interior del resto provocando un colapso o disgregación de la estructura interna. En este sentido, convendrá tener en cuenta en las consolidaciones a nivel superficial, evitar la formación de una capa totalmente impermeable si tenemos evidencias de la presencia de compuestos volátiles o sales en los restos paleontológicos.

Ciertamente el coste económico del Paraloid B-72® puede ser significativo si se necesitan grandes cantidades, pero quizás cuando se trata de materiales patrimoniales únicos, las

características y efectividad del consolidante debe estar por encima de la elección de uno u otro consolidante por este motivo. Para un mismo consolidante puede haber diferencias considerables de precio que también puede depender de la cantidad de gramos adquiridos, así como del proveedor. Aun así, a la hora de preparar el consolidante, conviene preparar y ajustar la cantidad que vamos a necesitar para disolver en acetona y en el caso de que sobre, tendremos que etiquetarlo con los datos de la disolución obtenida, del disolvente empleado, la concentración, el volumen total preparado y la fecha de preparación, que pegaremos en un envase hermético y no soluble en acetona (envases de vidrio o de termoplásticos de polipropileno o polietileno), porque de lo contrario la acetona que es muy volátil tenderá a evaporarse provocando a lo largo del tiempo que el consolidante aumente su concentración en proporciones desconocidas y no controladas.



Fig.4: disoluciones de diferentes concentraciones de Paraloid B-72® con sus etiquetas identificativas a lápiz y tapadas con film de aluminio Mylar® para evitar la evaporación de la acetona y la disolución del plástico del interior de las tapas.

Por último, conviene saber cuál es la temperatura de transición vítrea (Tg), que se define como aquella en la que el polímero pasa de un estado sólido a uno gomoso y pegadizo. Para el Paraloid ésta temperatura es de unos 40°C por lo que en condiciones normales es bastante estable (Horie 2010). La temperatura de ablandamiento, es decir, la temperatura del polímero en el que se vuelve blando y elástico,

perdiendo en consecuencia su integridad y rigidez estructural, es de más de 70°C para el caso del Paraloid B-72®.



Fig. 5: efectos de la superación de la temperatura de ablandamiento en nitrato de celulosa usado como adhesivo hace 35 años sobre un resto fósil de mamífero. En la actualidad no se recomienda el uso de nitrato de celulosa como adhesivo definitivo (pegamento Imedio®).

Paraloid B-72® es un compuesto versátil, además de como consolidante puede usarse como protector superficial, disuelto en acetona como un eficaz adhesivo de lento fraguado y mezclado con cargas y/o pigmentos también puede emplearse como reintegrante volumétrico.



Fig. 6: adhesión del icnogénero *Gyrolithes* con Paraloid B-72® al 35% de concentración [gr./vol] (35gr. Paraloid B-72® en 65 ml. de acetona en volumen total de 100 ml.)

Aunque Paraloid B-72® es resistente a la humedad una vez fraguado, cuando se encuentra disuelto en acetona reacciona formando una emulsión blanca en contacto con el agua, precipitado que podemos eliminar fácilmente para la limpieza de envases. Es compatible con resinas vínicas y siliconas. Respecto a los riesgos del Paraloid B-72®, es combustible y su contacto prolongado sin medidas de seguridad (guantes, gafas de protección y mascarillas de gases) provoca irritaciones en piel, ojos, mucosas y vías respiratorias.

4. METODOLOGÍAS DE APLICACIÓN EN CONSOLIDACIONES PALEONTOLÓGICAS

En todos los casos de consolidación y previamente a la misma conviene realizar una limpieza física de forma ligera, con el objetivo de eliminar restos de polvo o partículas sueltas que pueden perjudicar en una penetración satisfactoria del consolidante.



Fig. 7: limpieza superficial del ejemplar con pera de goma.

Es conveniente, por tanto, limpiar con aire comprimido o con una pera de aire y en determinados casos con un leve cepillado los restos de partículas que puedan estar sueltas sobre el elemento paleontológico. Además, y en el caso de fósiles con evidente porosidad o fisuras, es posible, después de una limpieza física superficial, aplicar acetona para que esta limpie y extraiga tanto restos de hume-

dad como pequeñas partículas en el interior de poros, huecos o fisuras, aumentando así la porosidad efectiva del elemento (Haluska, 2015). A pesar de que existen otros solventes más penetrantes y menos volátiles que la acetona, estos resultan ser mucho más tóxicos o menos solubles, por lo que emplearemos la acetona como el solvente elegido para disolver el Paraloid B-72®. Conviene asegurarnos que el fósil no contiene evidencias de humedades y en tal caso será necesario eliminarla, puesto que reaccionará con el polímero creando un compuesto fibroso y blanquecino ya que el Paraloid B-72® en estado líquido es totalmente incompatible con el agua.



Fig. 8: precipitado blanco y elástico producido por la interacción entre agua y Paraloid B-72®.

En todos los casos de metodologías de consolidación es conveniente introducir el ejemplar recién consolidado en el interior de una campana de gases o urna cerrada, para conseguir un ambiente saturado de acetona (Laborde Marqueze, 1986)



Fig. 9: Ammonites introducido en urna saturada de acetona para evitar la migración inversa del consolidante.

Para cada una de las metodologías de consolidación se acompaña un ejemplo práctico resumido de una aplicación real.

4.1-Consolidación por inmersión

La inmersión completa de un ejemplar en disoluciones poco concentradas de Paraloid B-72® es en ocasiones la mejor forma de consolidación para conseguir una elevada penetración, pero no puede usarse en todos los ejemplares puesto que estos deben de tener una estructura interna lo suficientemente resistente para aguantar la presión ejercida por el fluido cuando penetra en los poros y fisuras que podría ocasionar un colapso de la estructura interna (Aberasturi, 2010). En general, la inmersión no se utiliza para restos poco porosos o para aquellos que tienen una superficie externa compacta, sino que frecuentemente se utiliza para restos de vertebrados, sobre todo del grupo de los dinosaurios y de los mamíferos, cuando estos presentan una gran superficie expuesta de hueso esponjoso o trabecular. Para obtener una mayor penetración y evitar el efecto de migración inversa, se emplean disoluciones poco concentradas generalmente inferiores al 5% dependiendo de cada caso particular. Así mismo, es conveniente utilizar una cámara de vacío o en su defecto una urna o campana con atmósfera saturada del mismo solvente empleado en la disolución del Paraloid B-72® después de sacar el ejemplar de la inmersión. Previamente conviene dejar los depósitos de acetona abiertos dentro de la urna, al menos 1 hora y los ejemplares al menos 24 horas.

4.1.1-Ejemplo de consolidación por inmersión de fragmento de hueso de dinosaurio con conservación de tejido óseo compacto y esponjoso. Destino: exposición en vitrinas

- 1-limpieza física superficial en seco con aire y cepillo.
- 2-limpieza con acetona y cepillo.
- 3-humectación de la superficie con acetona.
- 4-prueba de inmersión de tres fragmentos para comprobar resistencia al colapso y grado de porosidad y penetración del consolidante al 1%, 3% y 5% (pesarlo en balanza de pre-

cisión antes y después de la consolidación al cabo de una hora para ver si hay aumento de peso por la penetración del consolidante).

5-inmersión del resto a consolidar en disolución al 3% de Paraloid B-72® en acetona durante 24 horas.

6-extraer con pinzas metálicas el resto fósil del baño e introducirlo en campana con atmósfera saturada de acetona (48 horas a temperatura entre 18°C y 23°C).



Fig. 10: actuaciones sobre resto óseo de dinosaurio. Fragmento óseo con tejido compacto y esponjoso (A), limpieza con acetona (B), humectación a pincel con acetona (C), inmersión al resto Paraloid B-72® al 3% (D).

4.2-Consolidación por impregnación a pincel

Es el método más usual para piezas con alteraciones a nivel superficial. Se trata de una consolidación de escasa penetración en profundidad que dependiendo del grado de alteración del fósil emplearemos en concentraciones de hasta el 10% donde previamente será necesario realizar, en la medida de lo posible, pruebas con diferentes concentraciones de Paraloid B-72® para comprobar su efectividad.



Fig. 11: consolidación a pincel con estereomicroscopio de Knightia eocaena con Paraloid B-72® al 2%.

Esta técnica se utiliza en la mayoría de grupos fósiles siempre que aguanten el contacto con las cerdas del pincel. Conviene utilizar pinceles de cerdas sintéticas puesto que los naturales absorben durante más tiempo la disolución. El consolidante se aplica en la misma dirección para crear una capa homogénea en cuanto a espesor, teniendo en cuenta que la evaporación del solvente (acetona) es muy rápida. Para evitar esta elevada volatilidad, podemos humectar la superficie previamente con alcohol etílico que actúa como un tensoactivo reduciendo la tensión superficial del elemento fósil, facilitando así la penetración del consolidante. Los posibles restos o brillos excesivos del consolidante en superficie pueden eliminarse con acetona. Este tipo de consolidación puede aplicarse con diferentes grados de concentración en diferentes zonas de un mismo ejemplar si el fósil presenta diferentes grados de alteración. En ocasiones será conveniente consolidar tanto el fósil como su matriz sobre todo en materiales arenosos que presentan una evidente alteración o arenización a nivel superficial. La impregnación a pincel al 10%, también se utiliza como estrato intermedio entre un adhesivo y las dos superficies limpias de una fractura. Los envases de esmalte de uñas son un buen recurso para emplearlos en esta técnica.

4.2.2-Ejemplo de consolidación por impregnación a pincel en *Gyrolites vidali* Mayoral (1987). Destino: prácticas formativas.

Tipo de material: *Gyrolites* conservado en arenas finas limosas amarillentas compactadas. Matriz de arenas cementadas de tamaño medio con evidencias de disgregación superficial. Destino: ejemplar para prácticas didácticas.

1-limpieza con aire soplado del ejemplar y su matriz.

2-pruebas de consolidación en fragmento de otro ejemplar a concentración de 2% y 5% (observación con estereomicroscopio la presencia de consolidante en superficie)

3-humectación con pincel de toda la superficie con acetona

4-impregnación a pincel de un ejemplar del

mismo yacimiento y de una matriz al 2%, 3%, 5% y al 8%.

5-dejar fraguar en campana de ambiente saturado en acetona (24 horas)



Fig. 12: pruebas de consolidación en ejemplar del icnogénero *Gyrolites* y su matriz a diferentes concentraciones de Paraloid B-72®.

4.3-Aplicación por inyección

Este método se emplea en fósiles con una alteración acentuada donde son evidentes grietas y fracturas, las cuales, pueden ser aprovechadas para una aplicación localizada y profunda del consolidante aumentando así su integridad estructural. Habitualmente mediante la inyección se consolida en profundidad algunas zonas inaccesibles del interior del fósil, y a continuación, se realiza otra consolidación por inyección a mayores concentraciones. Se emplean jeringuillas de cristal de diferentes calibres con concentraciones bajas de Paraloid B-72® por lo general inferiores al 5%. Debe controlarse la fuerza con que se inyecta, sobre todo en restos paleontológicos frágiles, ya que puede producirse un colapso parecido al que podría generar una inmersión. La inyección de consolidante suele ser frecuente en restos fósiles de vertebrados donde las grietas pueden alcanzar fácilmente el tejido óseo esponjoso y en moldes internos o compuestos preservados en carbonatos, calcita o margas donde las grietas y fisuras suelen ser limpias y delgadas. Posteriormente, si la grieta es muy grande, se puede rellenar con una concentración de Paraloid B-72® entre el 30% y el 40%

que tendrá propiedades adhesivas. Además de los equipos de protección individual como los guantes o mascarillas para gases, obligatorios en cualquier laboratorio donde se manipulen productos químicos, en esta técnica es imprescindible más si cabe, el empleo de gafas de protección ante el elevado riesgo de salpicadura.

4.3.1-Ejemplos de consolidación por inyección en ammonoideo y fragmento óseo de mamífero. Destino: exposición en vitrinas.

1-limpieza con aire de la grieta o tejido esponjoso y humectación con acetona.

2-preparación de consolidante al 2% y aplicación con jeringuilla en el interior de la grieta.

3-rellenar la superficie interna de las grietas grandes del ammonoideo inyectando con jeringuilla sin aguja a concentración del 30%.

4-mantener el resto fósil en campana con atmósfera saturada de acetona durante 1 hora



Fig. 13: consolidación por inyección al 2% de consolidante en tejido esponjoso de hueso fósil de mamífero y en grietas de un ammonoideo.

4.4-Aplicación por goteo

Se trata de una consolidación puntual utilizada cuando nos interesa controlar algunos factores como: la cantidad de consolidante aplicado, evitar el contacto directo de cualquier objeto usado para aplicar el consolidante y sobre todo si queremos consolidar una zona muy concreta del ejemplar. En este método se emplean concentraciones de hasta el 10% dependiendo del tipo de alteración y fragilidad del resto, aunque es conveniente realizar pruebas para ajustar la concentración y comprobar cuanto se expande horizontalmente el consolidante.

Se intentará no dejar caer la gota y aplicarla por contacto para evitar que el impacto pueda desprender parte del fósil en el caso de ejem-

plares preservados como finas películas carbonosas o fosfáticas sobre sedimentos finos como lutitas, margas o diatomitas.



Fig. 14: consolidación por goteo al 3% de Paraloid B-72® de toda la superficie con pipeta de plástico.

Al tratarse de una consolidación a nivel superficial será necesario limpiar de partículas la superficie del fósil principalmente con aire, un pincel fino si el fósil puede resistirlo o utilizando alcohol etílico capaz de hacer suspender las partículas sueltas. El método de goteo se suele combinar con impregnación a pincel en ocasiones bajo el estereomicroscopio para realizar consolidaciones más precisas o diferenciales en cuanto a concentración. Se utilizan pipetas de plástico de polietileno de baja densidad, frascos de cristal con cuentagotas incorporado o botellines de plástico con cánula prolongada. Invertebrados, crustáceos, restos foliares, peces, escamas, anfibios e insectos conservados en sedimentos lacustres, son frecuentemente consolidados con este método para evitar dañar las delicadas estructuras fósiles conservadas.

4.4.1-Ejemplo de consolidación por goteo de placa de acumulación de gasterópodos. Destino: exposición en vitrinas.

1-limpieza con aire de toda la superficie.

2-realizar prueba sobre ejemplares y sobre muestras de matriz al 3% y 5%.

3-consolidación con pipetas de plástico cada gasterópodo (1 gota al 5%) y de la matriz mucho más porosa y alterada al 3% e inmedia-

tamente introducirla en campana o urna de atmósfera saturada en acetona durante 24 horas.



Fig. 15: pruebas de consolidación de gasterópodos y su matriz para la elección de la concentración adecuada de Paraloid B-72®. Se comprueba el grado de penetración y la resistencia estructural de las muestras.

4.5-Aplicación por pulverización

La consolidación mediante pulverización se usa en restos fósiles muy disgregados y altamente frágiles y/o alterados, donde cualquier otro método podría causar daños irreversibles durante su aplicación. Este método tiene la desventaja de ser muy superficial sin apenas penetración en profundidad, pero resulta ser muy seguro en el contacto entre consolidante y fósil. Tampoco nos asegura una consolidación homogénea en todas las superficies si el resto presenta muchas irregularidades morfológicas puesto que puede ocurrir que el consolidante no llegue a depositarse en todas las zonas o que formemos acumulaciones de consolidante de diferentes espesores como consecuencia de sucesivas pulverizaciones. Para un mayor control de este proceso haremos pruebas de pulverización sobre una superficie de cartulina blanca y sobre el círculo creado dibujaremos un cuadrado y posteriormente recortaremos estas medidas en una lámina de plástico. De esta forma colocaremos la plantilla cuadrada por la superficie del elemento paleontológico y pulverizaremos en el centro de forma vertical las mismas veces cada vez

que desplazamos la cuadrícula, asegurándonos así que toda la superficie se consolida y que la capa creada de consolidante es aproximadamente uniforme. La pulverización de Paraloid B-72® se realiza en primer lugar a bajas concentraciones, siempre inferiores al 5%, pudiéndose aumentar posteriormente en las sucesivas pulverizaciones. También hay que tener en cuenta que durante la pulverización se produce una rápida evaporación del solvente (acetona) pudiéndose depositar el consolidante en forma sólida en el aire por lo que será conveniente trabajar con temperaturas por debajo de los 20°C e introducir rápidamente el fósil bajo campana o urna saturada de acetona al terminar la consolidación. No es aconsejable consolidar todas las caras y laterales de la matriz que contiene el resto fósil puesto que se podría crear un efecto impermeable que no dejara respirar o salir posibles sales, gases o humedad interna que podría colapsar o fragmentar el fósil. Para este método conviene utilizar una campana extractora o un brazo articulado con extractor de gases además de mascarillas, guantes y gafas de protección.

4.5.1-Ejemplo de consolidación por pulverización en placa de lutita bituminosa con restos de flora. Destino: almacenamiento provisional.

- 1-prueba de diámetro de pulverización y dibujo de un cuadrado, recortar plantilla de plástico.
- 2-limpieza con aire de la placa.
- 3-prueba de consolidación al 3 y 5% tanto de ejemplares como de la matriz.
- 4-consolidación de restos de flora con plantilla de 9x9 cm. al 5% de concentración con 3 pulverizaciones por cuadrante de la placa.

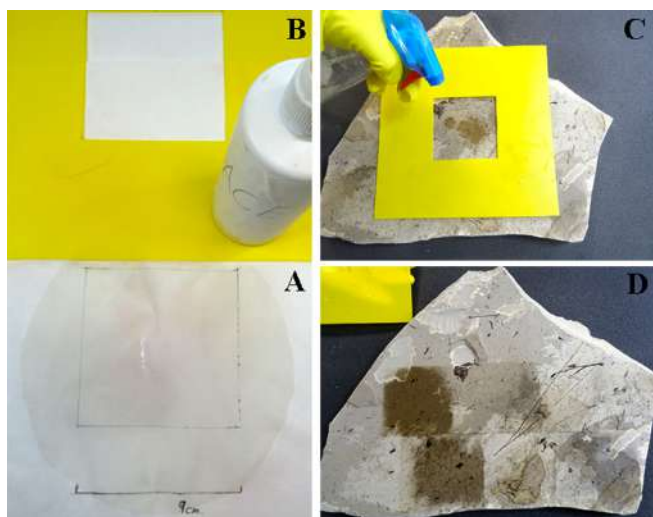


Fig. 16: consolidación por pulverización controlada a partir de una plantilla para crear una capa de espesor homogénea.”

Consolidación al vacío

La pieza se introduce en una campana de vacío para extraer todo el aire de su interior y a continuación se introduce la disolución de consolidante. Es el método más efectivo para lograr una muy buena penetración del consolidante en profundidad (Gómez-Alonso y Gutiérrez del Solar, 1994).

BIBLIOGRAFÍA

ABERASURI, A., 2010. La intervención de fósiles de dinosaurios en la escuela taller de restauración paleontológica. EDITOR CBUC - Consorci de Biblioteques Universitaries de Catalunya.

B. GÓMEZ-ALONSO, P. GUTIÉRREZ DEL SOLAR, 1994. “Restauración de vertebrados fósiles” en Carmen DIÉGUEZ (ed.), Manual de colecta, preparación y conservación de micro-fósiles para colecciones científicas, Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, p. 107-121.

BISULCA, C.; KRONTHAL-ELKIN, L.; DAVIDSON, A. (2009). Consolidation of fragile fossil bone from Ukhaa Tolgod, Mongolia (late cretaceous) with conservare OH100. Journal of the American Institute for Conservation, vol. 48,

n.º 1, 2009, pp. 37-50

DAVIDSON, A. AND G. BROWN, 2012. Paraloid™ B-72: Practical Tips for the Vertebrate Fossil Preparator. 2012 Collection Forum 26 (1-2): 99-119.

FELLER, R.L. 1978. Standards in the evaluation of thermoplastic resins. Paper 78/16/4. Pp. 1–11 in International Council of Museums, Committee for Conservation, 5th Triennial Meeting. 1–8 October 1978, Zagreb. International Council of Museum, Paris.

HORIE, C.V., 2010. Materials for Conservation: Organic Consolidants, Adhesives and Coatings, 2nd ed. Butterworths, London, Elsevier Ltd., Oxford, UK. 489 pp.

MARTÍN CASTELLANO, E.; POZO CANALES, J. (2016) Consolidación de material óseo fósil: estudio de penetración de consolidantes ph investigación [en línea], n.º 7, diciembre de 2016, pp. 25-51.

<http://www.iaph.es/phinvestigacion/index.php/phinvestigacion/article/view/152>

MARÍA DOLORES MARÍN MONFORT, 2007. “Conservación y preparación fósil en el laboratorio” en Luis ALCALÁ y Alberto COBOS (coord.), Fundamental 10, Laboratorios de Paleontología, Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis, (Teruel), p. 57-64.

HALUSKA, MIGUEL ÁNGEL, 2015. Redescubriendo el Paraloid B-72. <http://conversaonline.wixsite.com/conversa/redescubriendo-paraloid>. ISSN 2422-7234 [Consulta 8 de junio de 2018].

NATALI, I.; TEMPESTI, P.; CARRETTI, E. et ál. (2014). Aragonite Crystals Grown on Bones by Reaction of CO₂ with Nanostructured Ca(OH)₂ in the Presence of Collagen. Implications in Archaeology and Paleontology. Langmuir, n.º 30, 2014, pp. 660-668

LABORDE MARQUEZE, A. (1986). Conser-

vación y restauración en yacimientos prehistóricos (restos óseos, madera, piedra), Cahier Noir, monográfico nº 3. Ayuntamiento de Gerona, Gerona.

PASÍES OVIEDO, T. (2014). Los trabajos de conservación-restauración en el laboratorio del Museo de Prehistoria de Valencia: problemática de las antiguas intervenciones ph investigación [en línea], n.º 3, diciembre de 2014, pp. 1-19 <<http://www.iaph.es/phinvestigacion/index.php/phinvestigacion/article/view/62>>

PREDEBÓN, LUCIMAR INÉS, 2006. Posibilidades plásticas del polímero acrílico paraloid b-72 utilizado como aglutinante pictórico. Tesis Doctoral. Madrid. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Bellas Artes. ISBN: 84-669-2718-2.

SALLY Y. SHELTON, DAN S. CHANEY, 1994. "An evaluation of adhesives and consolidants re-commended for fossil vertebrates" en Patrick LEIGGI, Peter MAY (ed.), Vertebrate Paleontological Techniques, Cambridge: Cambridge University Press, v. I, p. 35-58.

VANESA BALLANO, ANA BELLOC, SILVIA FRAGUAS Y LORENA GONZÁLEZ, 2008. "Intervención de conservación en el yacimiento de icnitas de dinosaurio El Pozo (Teruel, El Caste-llar)", Kausis 5 (Zaragoza), p 69-76. Ficha datos de seguridad de Paraloid B-72®: https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/9/SDB_9639_MX_ES.pdf

Ficha características Paraloid B-72®: <http://www.conservation-supportsystems.com/system/assets/images/products/B72tech.pdf>



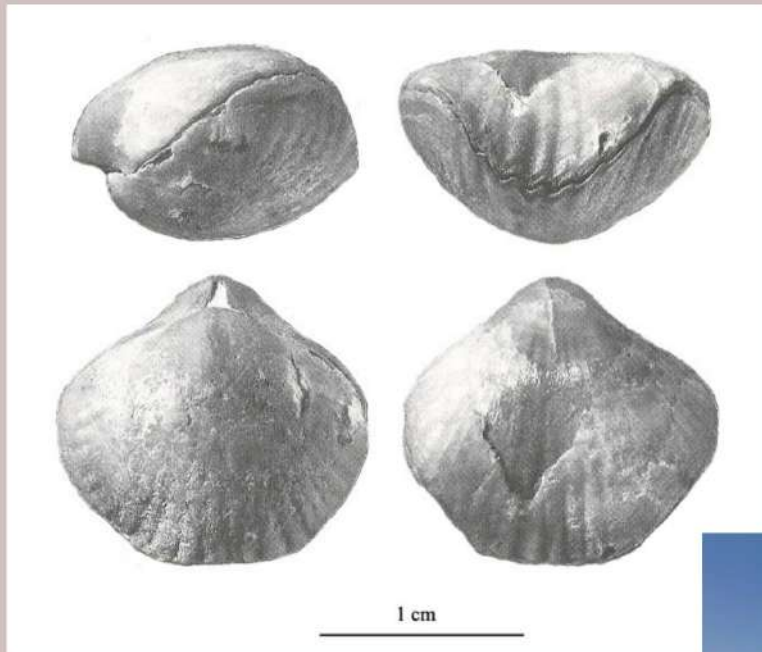
venta on-line de fósiles y minerales

envíos gratuitos a partir de 100 €

www.foolfossils.com

Monticlarella iniestai

Calzada, 1988



Yacimiento: El Tolomó
Aspe (Alicante)

FILUM: Brachiopoda.

SUBFILUM: Rhynchonelliformea.

CLASE: Rhynchonellata.

ORDEN: Rhynchonellida.

FAMILIA: Norellidae. SUBFAMILIA: Monticlarellinae.

GÉNERO: Monticlarella WISNIEWSKA, 1932

Cretácico inferior/ Valanginiense superior
o Hauteriviense inferior
(138 a 125 millones de años)

Yacimiento
El Tolomó de Aspe
(Alicante)



Es un braquiópodo con concha relativamente pequeña (unos 11 mm de longitud en estadio adulto) y más ancha que larga. Tiene un contorno subpentagonal, con la máxima anchura desplazada ligeramente hacia la parte posterior. La máxima altura o espesor se sitúa hacia la mitad de la longitud. La comisura (línea de unión de las dos valvas) es ligeramente ondulada en la parte posterior, oblicua en los laterales de la concha y presente un fuerte pliegue en la parte anterior.

La valva peduncular es convexa hacia la parte centroposterior, plana en los extremos laterales y deprimida en la parte anterior en relación con el pliegue de la comisura. El foramen es pequeño (no operando el mm). La valva braquial es domiforme, mucho más convexa que la peduncular.

La ornamentación está poco marcada en conjunto, formada por finas estrias y unas 24-28 costillas de sección redondeada y separadas por espacios menores. La parte posterior de las valvas es lisa, siendo visibles las costillas sólo hacia la periferia de la concha.

El holotipo de la especie se conserva en el Museo Geológico del Seminario de Barcelona. Tanto ese ejemplar como el resto del material que sirvió al escolapio Sebastián Calzada para definir la especie procede de El Tolomó, municipio de Aspe (Alicante). Su edad es Valanginiense superior o Hauteriviense inferior (Cretácico inferior). El nombre de la especie está dedicado a Manuel Iñesta, recolector de los ejemplares, activo y serio aficionado a la Paleontología, de Novelda (Alicante).

El grupo de Novelda

En la transición de los años setenta al ochenta del pasado siglo unos jóvenes noveldenses, Plinio Montoya, José Isidro Martínez Rico, Pedro Mora Morote, José Ramón Juan Sala y Manuel Iñesta Alcolea, formaron un grupo al que le unía una afición común, la paleontología.

En sus continuas excursiones, normalmente dominicales, fueron reuniendo una extensa colección de fósiles, no solamente de Novelda, sino también de la comarca e incluso de otras comunidades, con los que formaron un relativamente importante fondo de materiales.

Llegados a un punto decidieron ofrecerlo al Ayuntamiento de la ciudad con el fin de constituir un museo de la especialidad, proyecto que no pudo llevarse a cabo tal como se había previsto por motivos que no vienen al caso, pero a cambio se les ofreció la oportunidad de presentar sus colecciones y tener un punto de reunión y estudio, constituyéndose como Sección de Paleontología del Museo Històric Municipal de Novelda.

La aceptación fue unánime, y al punto se habilitó un lugar que poco a poco fue llenándose de vitrinas llegadas desde los más insólitos lugares, entre ellas unas provenientes del Museo Paleontológico de Valencia, y al cabo de un tiempo Novelda podía ufánarse de tener un sitio entre las poblaciones que podían ofrecer a los

estudiosos una más que interesante colección de la especialidad.

Aquel grupo tan cohesionado, fue disolviéndose en el tiempo. Plinio Montoya marchó a ejercer como profesor a la Universidad de Valencia, otros miembros marcharon a residir en otras ciudades y otros fueron absorbidos por sus obligaciones.

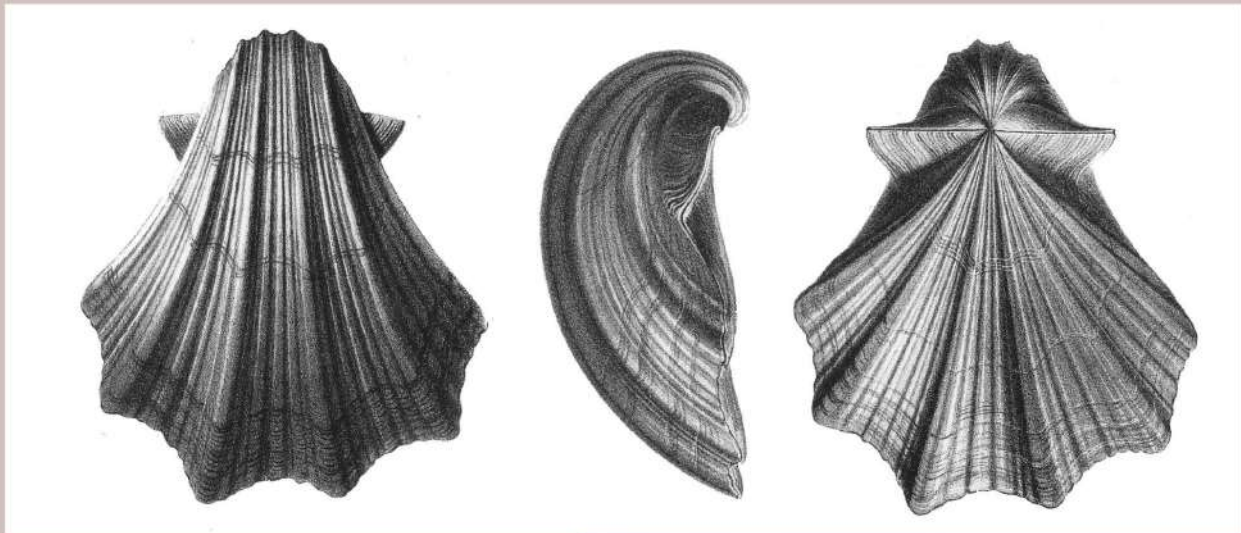
Manolo Iñesta fue el único que se mantuvo en la brecha, estudiando, investigando y publicando el fruto de su arduo y apasionante trabajo.

Consecuencia del mismo fue la publicación de revista anual Noveldiana, con artículos escritos fundamentalmente por Manuel Iñesta y Sebastián Calzada Badía. Fruto de esta colaboración, fueron el descubrimiento nuevas especies, entre ellas la del braquiópodo *Monticlarella iniestai* (bautizado con el apellido de Manolo), y la de un gasterópodo encontrado en Betiès, el *Trachus noveldanum*, de clara adscripción noveldense. Ambos han pasado a formar parte de la lista mundial de la especialidad.

Años más tarde la desidia municipal propició que la sección de Paleontología se cerrara y hoy, los fondos, suponemos que cuidadosamente guardados en cajas, han dejado de mostrarse al público. *Sic transit gloria mundi*. (Novelda, Butlletí d'Informació Municipal. Any X, nº 2. Febrero 2011)

Neithea atava

ROEMER, 1839



Yacimiento: Mas de Llopis. Cocentaina (Alicante)

FILUM: MOLLUSCA. CLASE: BIVALVIA. SUBCLASE: PTEROMORPHIA.

ORDEN: PECTINOIDA. SUBORDEN: PECTININA.

SUPERFAMILIA: PECTINOIDEA. FAMILIA: PECTINIDAE.

GÉNERO: NEITHEA DROUET, 1825

Un molusco bivalvo tan largo como ancho

Se trata de un molusco bivalvo con una concha tan ancha como larga, llegando a los 5 ó 6 centímetros de longitud. Está formada por dos valvas de forma triangular y muy desiguales entre sí, siendo la inferior muy convexa y la superior casi plana.

Cada una de las valvas está adornada por 6 costillas radiales principales, entre las que hay otras más finas. En la valva convexa las costillas tienen un relieve redondeado, corresponden a ángulos salientes del borde y están separadas por anchos surcos en los que hay 5 costillas secundarias. En la valva superior las costillas principales son menos prominentes y en cada uno de los surcos que las separan se cuentan 4 costillas subordinadas.

En la zona umbonal (la más estrecha de la concha) se observan dos expansiones o aurículas laterales, que tienen un tamaño y forma similar, aunque la anterior puede ser ligeramente más grande que la posterior, y las de la valva convexa son abombadas, mientras que las de la otra valva son casi planas. En la cara interna se representan en hueco las costillas de la superficie externa.

Este fósil pertenece a los bivalvos del grupo de los pectínidos, entre los cuales se encuentran también las populares vieiras o "conchas de peregrino" (*Pecten jacobaeus*) con las que guarda un cierto parecido.

Esta especie vivió en aguas marinas abiertas, pero no muy profundas, de los mares del Cretácico inferior (*Berriasiense* a *Aptiense*, 145 a 112 millones de años).

En España es relativamente frecuente en el Prepirineo, en las Cordilleras Cantábrica e Ibérica y en el Dominio Prebético (entre el norte de Jaén y el sur de Valencia), aunque su distribución es prácticamente cosmopolita, habiendo sido citada incluso en Japón.



EL MAS DE LLOPIS

El paraje del **Mas de Llopis** está ubicada en el término municipal de Cocentaina, dentro del Parque Natural de la Sierra de Mariola, al pie del Montcabrer. Es una propiedad municipal adquirida por el ayuntamiento en el año 2001. Su extensión aproximada es de 287.000 metros cuadrados, y es una unidad física de tres fincas, todas ellas situadas dentro del área de protección integral del PORN de Mariola. Incluye en su interior diversas construcciones (antiguos corrales para el rebaño y la masía), márgenes de bancales hechos con piedra seca, acimientos de agua y fuentes emblemáticas como la 'font de Sanxo' y la del propio **Mas de Llopis**.

Esta zona de Mariola tiene un incalculable valor ecológico ya que constituye un magnífico ejemplo del ecosistema mediterráneo, con todas las especies características de este, como pocos lugares quedan en la actualidad. Este enclave natural también está declarado Lugar de Interés Comunitario (LIC) y Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Existe un acuerdo de custodia del territorio del **Mas de Llopis** formalizado entre el Ayuntamiento de Cocentaina y la 'Associació ecologista Grup d'Amics de la Natura'.

Desde el punto de vista geológico, en el **Mas de Llopis** afloran materiales de edad Aptiense inferior. La propia masía estaba construida sobre las calizas de facies urgonianas (sedimentos depositados en aguas marinas muy someras y formados en gran parte por restos de organismos diversos). Por detrás de la masía se desarrollan sedimentos margosos (más blandos y que fueron aprovechados para el cultivo) correspondientes a medios algo más alejados de costa y en los que se encuentran restos de ammonites, bivalvos (como *Neithea atava*) y otros organismos.

YACIMIENTO PALEONTOLÓGICO DE TAIMA-TAIMA. “UNA VENTANA A LA ÚLTIMA EDAD DE HIELO EN LA COSTA CARIBEÑA”

Jorge Domingo CARRILLO BRICEÑO

Palaeontological Institute and Museum, Universidad de Zurich, Karl-Schmid-Strasse 4, 8006, Zurich, Suiza. Jorgedcb100@gmail.com

RESUMEN: El yacimiento de Taima-Taima, ubicado en la costa caribeña de Venezuela, es un sitio de referencia para el estudio de los primeros pobladores de las Américas. Luego de las primeras excavaciones sistemáticas realizadas en el lugar en la década de 1960, abundantes restos de megafauna y inequívocas evidencias antrópicas fueron encontradas. El ambiente sedimentario ha sido referenciado como un antiguo manantial, y dataciones absolutas le asignan al sitio una edad comprendida entre los 9.650 ± 80 y 14.440 ± 435 años de antigüedad; sustentándose así la teoría de que el paleoindio de la región usó estos bebederos naturales para acechar y cazar grandes mega-mamíferos. Una reseña histórica del yacimiento de Taima-Taima es ofrecida, apuntalando la importancia de carácter patrimonial, histórico y científico del lugar.

SUMMARY: The Taima-Taima deposit, located on the Caribbean coast of Venezuela, is a reference site for the study of the first settlers of the Americas. After the first systematic excavations carried out on the site in the 1960s, abundant remains of megafauna and unequivocal anthropic evidence were found. The sedimentary environment has been referenced as an ancient spring, and absolute dates give the site an age between $9,650 \pm 80$ and $14,440 \pm 435$ years old; thus sustaining the theory that the paleoindian in the region used these natural drinking troughs to stalk and hunt large mega-mammals. A historical review of the Taima-Taima site is offered, underlining the importance of heritage, historical and scientific character of the place.

Palabras clave: Sur America, Venezuela, Pleistoceno tardío, Megafauna, Paleoindio.

Keywords: South America, Venezuela, Late Pleistocene; Megafauna, Paleoindian



Fig. 1: localización geográfica del Yacimiento de Taima-Taima. Fotografía Jorge Carrillo-Briceño 2013.

1. INTRODUCCIÓN

En la parte más austral del Mar Caribe, específicamente en la región occidental de Venezuela, se localiza un pequeño poblado llamado Taratara (Municipio Colina), ubicado 20 km al este de la ciudad de Santa Ana de Coro, capital del estado Falcón (Fig. 1). Al noroeste de Taratara, y adentrándose a través de una carretera de tierra unos 2.5 kilómetros de recorrido, se encuentra el “Parque Arqueológico y Paleontológico de Taima-Taima” (Fig. 2), un clásico yacimiento del Caribe sur donde se han registrado vestigios de actividad humana, como también de restos faunísticos con una edad que superan los 12 mil años de antigüedad (e.g., Ochsenius & Gruhn, 1979; Aguilera, 2006; Carrillo-Briceño, 2015). El yacimiento de Taima-Taima, junto con otros importantes sitios de la región (Cruxent & Rouse, 1982; Ochsenius & Gruhn, 1979; Oliver & Alexander, 2003; Aguilera, 2006), hacen del estado Falcón un lugar de referencia nacional e internacional en cuanto a yacimientos arqueológicos-paleontológicos del Pleistoceno [entre los 2.5 millones de años (Ma.) y 11.000 años antes del presente (Ap.)]. El estado Falcón también es bien conocido por sus famosos yacimientos del Neógeno de la región de Urumaco (e.g., Sánchez-Villagra et al., 2010), a unos 70 km al oeste de Santa Ana de Coro, donde evidencias de floras, faunas y ambientes del pasado con una edad entre 23 y 2,5 Ma., hacen de Urumaco uno de los más famosos yacimientos del Caribe y América del Sur de vertebrados fósiles de ese período (Carrillo-Briceño, 2013).

Mi experiencia de más de 11 años de trabajo de campo paleontológico en el estado Falcón, me ha dado la oportunidad de visitar y explorar lugares maravillosos de este vasto territorio, compartiendo junto a colegas, investigadores y personalidades que fueron parte activa de importantes excavaciones y exploraciones realizadas en la región a mediados y finales del Siglo XX. Por eso hoy tengo el agrado de compartir de una manera divulgativa esta reseña sobre el yacimiento de Taima-Taima, el cual podría ser categorizado como uno de los

lugares con más relevancia en Venezuela y las Américas en cuanto a evidencias de los primeros humanos (Paleoindio) que poblaron este vasto continente.

2. ASPECTOS FÍSICOS E HISTÓRICOS DEL YACIMIENTO DE TAIMA-TAIMA

El yacimiento de Taima-Taima (11° 29' 57" N y 69° 31' 18" W) está ubicado en la zona litoral, a unos 40 metros sobre el nivel del mar, con un paisaje xerofito (Fig. 1), donde abundan las plantas cactáceas, además de otros arbustos y árboles de menor porte típicos de zonas secas; ejemplo son los cujíes (*Prosotis juliflora*), olivos (*Capparis odoratissima*), dividives (*Caesalpinia coriaria*) y yabos (*Cercidium Praecox*). El yacimiento de Taima-Taima (Fig. 2) es exclusivamente de origen continental, donde sedimentos arenosos y limos-arcillosos fueron depositados en un ambiente sedimentario influenciado por la acción de un manantial resurgente (Ochsenius & Gruhn, 1979).



Fig. 2: Parque Arqueológico y Paleontológico de Taima-Taima. Museo *in situ* sobre las antiguas excavaciones. Fotografías Jorge Carrillo-Briceño 2010.

A principios de la década de 1960, un lugareño realizando la excavación de un pozo de agua en el sitio, para ser usado con sus animales de pastoreo, encontró un “gran hueso” (ver Carrillo-Briceño. 2015), hallazgo que fue notificado al Dr. José María Cruxent (*1911-†2005), destacado antropólogo y arqueólogo venezolano de origen catalán. Cruxent llegó a Venezuela después de la Guerra Civil es-

pañola (ver Cabrero, 2010), donde dedicó su vida a la ciencia arqueológica del país, lo que le ha hecho merecedor del título “El padre de la Arqueología científica de Venezuela”. Para ese entonces, Cruxent lideraba actividades exploratorias en la región de Falcón, luego de haber trabajado en la zona con el reconocido geólogo y paleontólogo Dr. José Royo y Gómez (*1895-†1961), oriundo de Castellón de la Plana, España, quien fuera profesor de la Universidad Central de Venezuela en Caracas (Charlton de Rivero, 1962). Juntos habían excavado meses antes, otro importante yacimiento del Pleistoceno tardío conocido como Muaco (a pocos kilómetros al este de Taima-Taima), donde se evidenció actividad humana al ser encontradas puntas líticas y huesos quemados de megafauna, en asociación con un diverso ensamble faunístico (Royo y Gómez, 1960; Cruxent, 1961; Bocquentin-Villanueva, 1979; Carrillo-Briceño, 2015). El nuevo descubrimiento del sitio de Taima-Taima parecía ofrecer potenciales condiciones para llevar a cabo investigaciones paleontológicas. Tratando de dar continuidad a hazañas anteriores, Cruxent y Royo y Gómez programaron comenzar excavaciones en el lugar, pero la sorpresiva muerte de Royo y Gómez acaecida en Diciembre de 1961, impidió que esto se llevaran a cabo (Charlton de Rivero, 1962; Carrillo-Briceño, 2015).

Las primeras excavaciones en Taima-Taima (fig. 3). comenzaron en Marzo de 1962, extendiéndose en posteriores campañas (a lo menos cuatro temporadas) hasta inicios de la década de 1970, donde un aproximado de 150 metros cuadrados fueron excavados. En estas jornadas algunos artefactos líticos de producción humana y restos de megafauna fueron recuperados (Cruxent, 1967, 1970). La presencia de artefactos líticos en asociación con restos de megafauna llamó la atención de manera inmediata a la comunidad internacional, presentando a Taima-Taima como el primer sitio en su estilo en América del Sur. Muchas fueron las críticas demeritorias emitidas al lugar y a las personas que en el trabajaron, llegándose incluso a sembrar la duda de manera injusta sobre “evidencias humana colocadas en el contexto” (Carrillo-Briceño, 2015). En 1976 un equipo multidisciplinario conformado por los reconocidos investigadores Alan Bryan (*1928-†2010), Claudio Ochsenius, Ruth Gruhn y el mismo Cruxent, realizaron una nueva excavación (Fig. 4), lo cual sumó unos 80 metros cuadrados a los previamente excavados, dando a la luz nuevos restos líticos y de megafauna. El hallazgo más revelador fueron los restos de un gonfoterio (Proboscidea) juvenil, que al parecer fue cazado y faenado en el sitio (Bryan et al., 1978; Cruxent, 1979). Así lo sugiere una punta lítica tipo

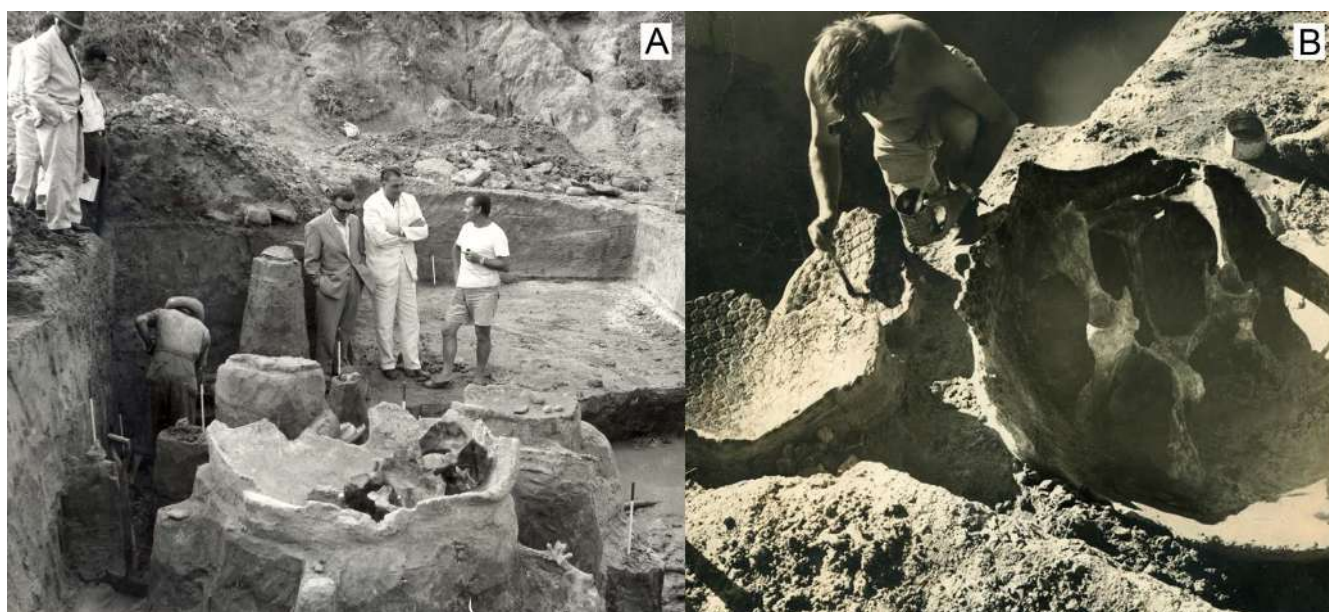


Fig. 3: excavación del yacimiento de Taima-Taima en 1962. En estas imágenes (A-B) se puede apreciar la coraza fósil del armadillo gigante (*Glyptotherium* cf. *cylindricum*), la cual es preparada in situ (B) por el Dr. José M. Cruxent. Imágenes cortesía archivo Universidad Experimental Francisco de Miranda (A) y Fundación José María Cruxent (B).



Fig. 4. excavación del yacimiento de Taima-Taima en 1976. Restos de gonfoterio (*Notiomastodon platensis*) in situ. Fotografías (A. Bryan y R. Gruhn) cortesía del Archivo de la Universidad Experimental Francisco de Miranda.

“Joboide” encontrada en la pelvis del individuo (Fig. 5). El contexto fue tan bien y delicadamente excavado, que incluso abundantes elementos vegetales asumidos como “restos estomacales del animal” fueron encontrados in situ (Bryan et al., 1978; Ochsenius & Gruhn, 1979). Posterior a la excavación de Taima-Taima de 1976, otras más fueron dirigidas por Cruxent a finales de la década de 1980, realizándose algunas de estas hasta aproximadamente 1992-93 (Carrillo-Briceño, 2015). Entre los años de 1994 y 1996, el Instituto del

Patrimonio Cultural de Venezuela y la Universidad Experimental Francisco de Miranda del estado Falcón, comenzaron una nueva excavación en el área, con el objetivo de acondicionar el lugar para la construcción del museo in situ (Aguilera, 2006). El 20 de Agosto del año 2000 fue inaugurado el Parque Arqueológico y Paleontológico de Taima-Taima (Fig. 2), con una poligonal que se extiende 1.480 hectáreas (ver Aguilera, 2006: 10), dándole protección a todos los yacimientos arqueológicos y paleontológicos que allí se encuentran.

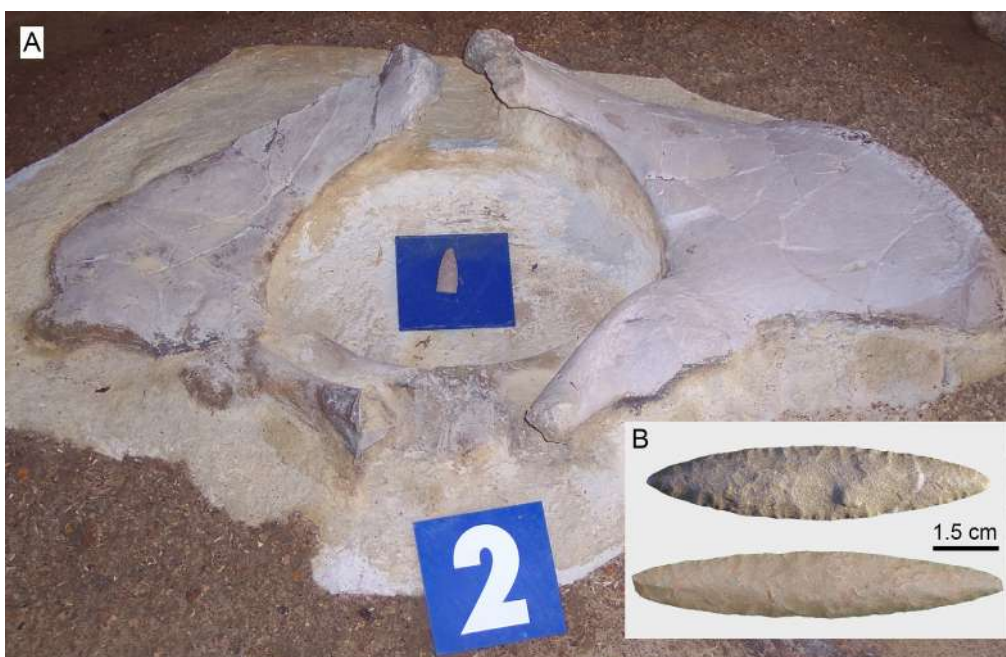


Figura 5: evidencias de megafauna con asociación lítica en el yacimiento de Taima-Taima. Replica in situ de la pelvis del gonfoterio juvenil (*Notiomastodon platensis*) encontrada en asociación con una punta lítica tipo “Joboide” (A). Puntas tipo “Joboide” encontradas en el estado Falcón (B). Fotografías Jorge Carrillo-Briceño 2007 (B), 2014 (B). Puntas líticas (MS-153-750, MS-166-232) en la Colección privada Miklos Szabadics, Tara-Tara, estado Falcón. Uso con permiso de la Sra. Eva Hofle de Szabadics.

3. ENSAMBLE FAUNÍSTICO DEL YACIMIENTO

Los restos de vertebrados fósiles encontrados en el yacimiento de Taima-Taima (ver Casamiquela, 1979; Ochsenius, 1980; Bocquentin-Villanueva, 1982; Aguilera, 2006; Chávez-Aponte & Carrillo-Briceño, 2012; Carrillo-Briceño, 2015) incluyen: tortugas terrestres [*Geocheilone* (*Chelonoidis*) sp.], grandes perezosos terrestres como *Eremotherium laurillardi* (Fig. 6A) y *Glossotherium tropicorum*, el armadillo gigante *Glyptotherium* cf. *Cylindricum* (Fig. 6B), los meridiungulados *Mixotoxodon larensis* (Fig. 6C) y *Xenorhinotherium bahiense* (Fig. 6D), el camélido *Palaeolama* (Fig. 6F), los caballos americanos *Equus* (*Amerhippus*) *neogeus* y *Hippidion?*, cerdos de monte (*Tayassuidae*) y cérvidos (*Cervidae*), el murciélago hematófago (vampiro) *Desmodus rotundus* y el proboscídeo *Notiomastodon platensis*. Entre los carnívoros se han reportado al Jaguar o tigre americano *Panthera onca* y al oso de rostro corto *Arctotherium wingei* (Figura 6E).

4. UNA VENTANA A LA EDAD DE HIELO

Dataciones radiocarbónicas asignan al yacimiento de Taima-Taima un rango de edades comprendido entre los 9.650 ± 80 y 14.440

± 435 años de antigüedad (Bryan & Gruhn, 1979). Cuatro niveles estratigráficos fueron identificados en la excavación de 1976 (Ochsenius & Gruhn, 1979). El nivel más basal, asignado como "I", descansa sobre el basamento rocoso, encontrándose en este restos de armadillos gigantes, caballos, osos, como también abundantes restos de gonfoterios (Fig. 4), incluyendo el ejemplar juvenil cazado y procesado (Bryan et al., 1978), con una punta tipo joboide (Fig. 5) en su pelvis. Este nivel arrojó una edad comprendida entre los 13.400 y 12.500 años de antigüedad (Bryan & Gruhn, 1979). El límite entre el nivel I y el nivel II, representa la última evidencia de megafauna en Taima-Taima, y la datación en base a restos de madera, sugieren una edad de al menos 11.860 ± 30 años de antigüedad (Bryan & Gruhn, 1979). El nivel III es un depósito orgánico con una edad de 10.290 ± 90 y 9.650 ± 80 años de antigüedad, y el nivel IV son sedimentos de origen coluvial que no pudieron ser datados por falta de materia orgánica (Bryan & Gruhn, 1979).

Algunos restos de plantas fueron registrados asociados a los fósiles de megafauna en el nivel I. Estos incluyeron semillas de maleza herbácea como *Portulacea oleracea* y *Portulacea venezuelensis*, semillas *Coccoloba uvifera*, espinas y fragmentos de cujíes (*Prosopis*), entre otros (Ochsenius & Gruhn, 1979). Esta

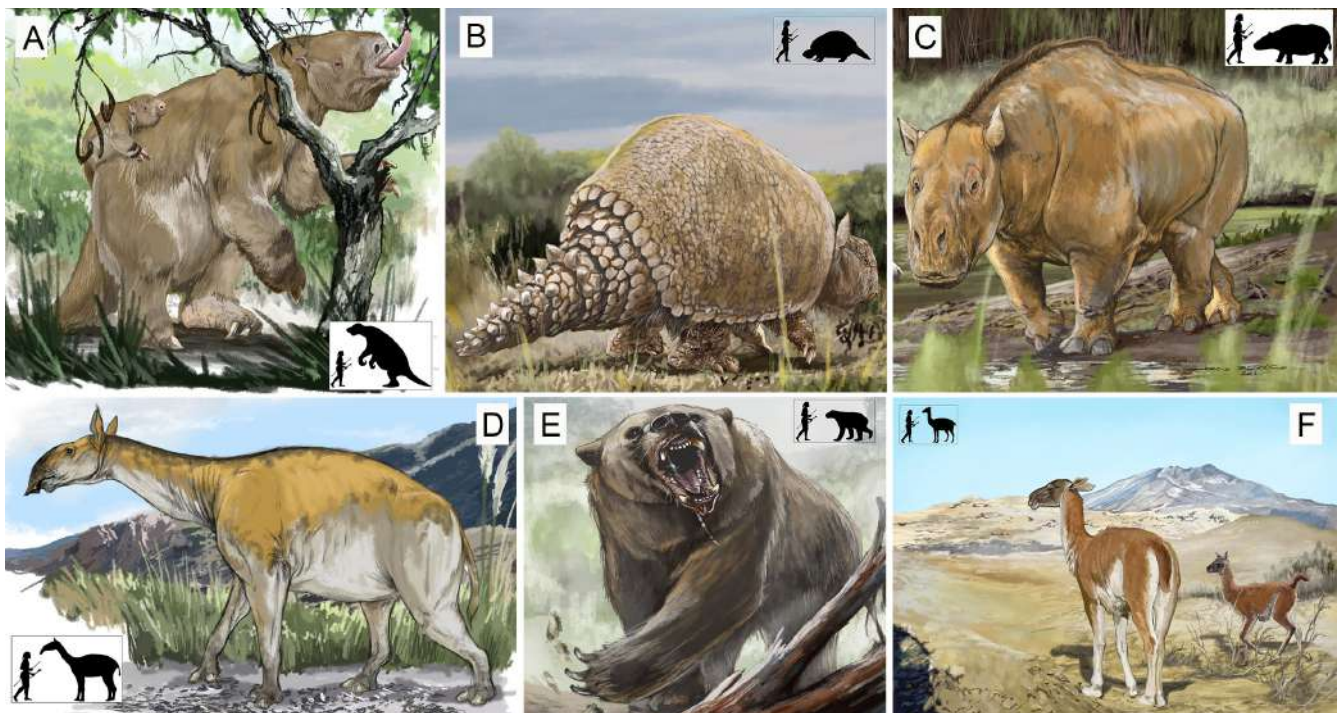


Figura 6. megafauna del yacimiento de Taima-Taima. *Eremotherium laurillardi* (A), *Glyptotherium* cf. *Cylindricum* (B), *Mixotoxodon larensis* (C), y *Xenorhinotherium bahiense* (D), *Palaeolama* (F), y *Arctotherium wingei* (E). Ilustración Jorge Blanco (2015); modificadas de Carrillo-Briceño, 2015.



Figura 7. cacería de gonfoterios en los ojos de agua de Taima-Taima a finales del Pleistoceno. Ilustración Ángel Luis Ulloa Quintero, 2014; modificada de Carrillo-Briceño, 2015.

asociación vegetal sugiere un ambiente xerófito, posiblemente similar al predominante en la actualidad (Fig. 1). Taima-Taima está ubicado muy cercano a la costa (ver Aguilera, 2006: 12), pero a finales del Pleistoceno, su posición con referencia al mar fue diferente, esto debido a los cambios eustáticos de ese momento (Carrillo-Briceño, 2015: fig., 8). Al igual que el yacimiento de Muaco (Royo y Gomez, 1960; Carrillo-Briceño, 2015), el yacimiento de Taima-Taima ha sido asociado a un ambiente sedimentario producido por la presencia de manantiales resurgentes, donde animales venían a calmar su sed, en una zona dominada posiblemente por un balance hídrico negativo. Entre Muaco y Taima-Taima existe una concurrencia, la cual se asocia a la cacería de megafauna en zona de bebederos (Fig. 6). El Paleoindio usaba estos bebederos para acechar y cazar grandes mega-mamíferos, posiblemente debido a las excelentes condiciones y ventajas que el medio les ofrecía.

5. SIGNIFICANCIA DEL YACIMIENTO Y CONSIDERACIONES FINALES

El yacimiento de Taima-Taima, al igual que el de Muaco, podría ser categorizado como uno de los primeros sitios en ofrecer un visión

diferente del “Paleoindio” cazador de América del Sur a finales del Pleistoceno (Royo y Gómez, 1960; Ochsenius y Gruhn, 1979). Sin embargo, los resultados arrojados en las investigaciones de Taima-Taima y Muaco fueron cuestionados, estos no cuadraban en la tesis internacional planteada por otros modelos del poblamiento de las Américas (Bryan, 1979), donde se privilegiaba la teoría norteamericana de los “Clovis-primero” (e.g., Bonnichsen & Turnmire, 1991). Pese a esto, los resultados de la excavación de 1976 en Taima-Taima, ofrecían un nuevo panorama, abriendo nuevas ventanas a la interpretación del pasado y la llegada de los primeros humanos al continente americano. En la actualidad la comunidad científica acepta que la cultura Clovis no se corresponde a los primeros grupos de pobladores de las Américas (Curry, 2012; Gibbons, 2014), y esto es debido a la presencia de yacimientos paleontológicos muchos más antiguos en América del Sur, llevándose a postular la presencia de culturas pre-Clovis. Uno de estos yacimientos con evidencias pre-Clovis es el sitio de Monte Verde en el sur de Chile, donde se han conseguido abundantes restos vegetales, animales (fragmentos de cuero de gonfoterios) e instrumentos elaborados en piedra (Dillehay et al., 2015). El lugar

preserva evidencia de las construcciones más antiguas de las Américas y su datación radiocarbónica es de unos 18.500 Ap. Monte Verde representa hasta ahora la edad más antigua aceptada por la comunidad científica para un yacimiento paleontológico con evidencias humanas en las Américas. Aunque un reciente y controversial estudio publicado en la prestigiosa revista *Nature*, soporta evidencias en el uso de herramientas de piedra asociadas a restos de mastodonte en el sur de California (USA), sugiriéndose que el hombre ya había migrado al Nuevo Mundo hace unos 130.000 años (Holen et al., 2017).

Esta nueva visión sobre los primeros pobladores de las Américas ocurrió varias décadas después de los reportes realizados en Venezuela para los yacimientos de Muaco y Taima-Taima. Pese a esto, estos importantes yacimientos en tierra venezolanas inspiraron a grandes hombres de ciencia, como Royo y Gómez y Crucent, Alan Bryan, Ruth Gruhn, entre otros, a apuntalar novedosas ideas que abrieron nuevos horizontes en el estudio y origen de los primeros humanos que pisaron suelo americano. Debido a su significado histórico y como parte de los esfuerzos para preservar el sitio de Taima-Taima, además de otros yacimientos arqueológicos (con evidencias de arte rupestre) y paleontológicos, tanto del Pleistoceno como del Neógeno, presentes en el lugar, el sitio fue declarado bien de interés cultural de la nación en el año 2005, quedando bajo protección un área de 1489 hectáreas (Aguilera, 2006). Este "Parque Arqueológico y Paleontológico de Taima-Taima", posee también un museo in situ sobre las antiguas excavaciones (Fig. 2), con un área de 800 metros cuadrados y protegidos por una cubierta protectora sobre una estructura metálica. El contexto histórico, sumado a la envergadura y diseño de esta monumental estructura de museo in situ, única en su estilo en las Américas, hace de la localidad un sitio admirable de visitar. El lugar también ha servido de refugio de flora y fauna silvestre, donde se pueden observar diversos representantes del ecosistema costero del estado Falcón. Visitar Taima-Taima es sentir la sensación de viajar

en el tiempo, pero también es la oportunidad de sensibilizarnos con nuestra propia historia como humanos y apreciar el valor incalculable e irremplazable que un sitio de carácter patrimonial representa como un legado para las generaciones futuras.

6. AGRADECIMIENTOS

El autor, quiere dar un especial agradecimiento a la comunidad de Taratara, por el apoyo y su valiosa dedicación en la protección, divulgación y custodia del sitio de Taima-Taima. Un agradecimiento al Instituto del Patrimonio Cultural de Venezuela, Centro de Investigaciones Arqueológicas, Antropológicas y Paleontológicas (CIAAP) de la Universidad Experimental Francisco de Miranda, Coro, Venezuela, y a la Asociación Paleontológica Alcoyana "Isurus", por la valiosa colaboración.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILERA, O. (2006). Tesoros paleontológicos de Venezuela. El Cuaternario del Estado Falcón. Ministerio de la Cultura, Instituto de Patrimonio Cultural. Editorial Arte, Caracas. 120 pp.
- BOCQUENTIN-VILLANUEVA, J. (1979). Mammifères fossiles du Pleistocene superieur de Muaco, Etat de Falcón, Venezuela. Tesis Doctoral inédita. L' Université Pierre et Marie Curie. París. Tome I (texto), 112 pp. Tome II (láminas), 31 pp.
- BOCQUENTIN-VILLANUEVA, J. (1982). Notas sobre la fauna del Pleistoceno Superior de Taima-Taima, depositada en el Museo del Hombre en Coro, estado Falcón, Venezuela. *Acta Científica Venezolana*, 33: 479-487.
- BONNICHSEN, R. & TURNMIRE, K.L. (1991). Clovis: Origins and Adaptations. Peopling of the Americas Publications. Edited Volume Series. Center for the Study of the First American. 344 pp.
- BRYAN, A.L. (1979). The significance of Taima-Taima site from the perspective of America as a whole. En: OCHSENIUS, C. & GRUHN, R. (Eds.). Taima-Taima a Late Pleistocene paleoindian hill site in northernmost South America. Final reports of 1976 excavations. South American Quaternary Documentation Program. Alemania. 111-119 p.

- BRYAN, A.L. & GRUHN, R. (1979). The radiocarbon dates of Taima-Taima. En: OCHSENIUS, C. & GRUHN, R. (Eds.). Taima-Taima a Late Pleistocene paleoindian hill site in northernmost South America. Final reports of 1976 excavations. South American Quaternary Documentation Program. Alemania. 53-58 p.
- BRYAN, A.L.; CASAMIQUELA, R.; CRUXENT, J.; GRUHN, R. & OCHSENIUS, C. (1978). An El Jobo mastodon kill at Taima-Taima, Venezuela. *Science*, 200: 1275-1277.
- CABRERO, F. (2010). José María Cruxent: El Espíritu de la Materia. Ediciones IVIC. Serie Biografías. Impresión Ex Libris. Caracas, Venezuela. 248 pp.
- CARRILLO-BRICEÑO, J.D. (2013). Urumaco Tierra de Gigantes. *Rio Verde*, 11: 39-50.
- CARRILLO-BRICEÑO, J.D. (2015). Bestias Prehistóricas de Venezuela "Colosos de la Edad de Hielo". *Rio Verde*, Caracas. 287 pp.
- CASAMIQUELA, R. (1979). An interpretation of the fossil vertebrates of the Taima-Taima site. En: OCHSENIUS, C. & GRUHN, R. (Eds.). Taima-Taima a Late Pleistocene paleoindian hill site in northernmost South America. Final reports of 1976 excavations. South American Quaternary Documentation Program. Alemania. 59-76 p.
- CHARLTON DE RIVERO, F. (1962). Homenaje al Dr. José Royo y Gámez. *Acta Científica Venezolana*, 13(1):7-20.
- CHÁVEZ-APONTE, E.O. & CARRILLO-BRICEÑO, J.D. (2012). Los Carnívoros del Pleistoceno. En SÁNCHEZ-VILLAGRA, M.R. *Venezuela Paleontológica: Evolución de la diversidad en el pasado*. Printwork Art GmbH, St. Gallen. 323-334 p.
- CRUXENT, J.M. (1961). Huesos quemados en el yacimiento prehistórico de Muaco. Edo. Falcón. *Boletín Informativo Departamento de Antropología, IVIC, Caracas, Venezuela*, 2: 20-21.
- CRUXENT, J.M. (1967). El Paleoindio en Taima-Taima, Estado Falcón, Venezuela. *Acta Científica Venezolana*, 18: 3-17.
- CRUXENT, J.M. (1970). Projectile points with Pleistocene mammals in Venezuela. *Antiquity*, 49 (175): 223-225.
- CRUXENT, J.M. (1979). Observations concerning mastodon procurement at Taima-Taima. En: OCHSENIUS, C. & GRUHN, R. (Eds.). Taima-Taima a late Pleistocene paleoindian hill site in northernmost South America. Final reports of 1976 Excavations. South American Quaternary Documentation Program. Alemania. 105-108 p.
- CRUXENT, J.M. & ROUSE, I. (1982). *Arqueología cronológica de Venezuela. Volumen I*, Ernesto Armitano Editor, Caracas. 476 pp.
- CURRY, A. (2012). Coming to America. *Nature*, 485: 30-32
- DILLEHAY, T.D.; OCAMPO, C.; SAAVEDRA, J.; OLIVEIRA, S.A.; VEGA, R.M.; PINO, M.; COLLINS, M.B.; SCOTT, L.C.; ARREGUI, I.; VILLAGRAN, X.S.; HARTMANN, G.A.; MELLA, M.; GONZÁLEZ, A. & DIX, G. (2015) "New Archaeological Evidence for an Early Human Presence at Monte Verde, Chile"; *PLoS ONE* 10 (11): e0141923.
- GIBBONS, A. (2014). New Sites Bring the Earliest Americans Out of the Shadows. *Science*, 344:567.
- HOLEN, S.R.; DEMÉRÉ, T.A.; FISHER, D.C.; FULLAGAR, R.; PACES, J.B.; JEFFERSON, G.T.; BEETON, J.M.; CERUTTI, R.A.; ROUNTREY, A.N.; VESCERA, L.; & HOLEN, K.A. (2017). A 130,000-year-old archaeological site in southern California, USA. *Nature*, 544:479.
- OCHSENIUS, C. (1980). *Cuaternario en Venezuela. Introducción a la paleoecología en el norte de Sudamérica*. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Coro. 68 pp.
- OCHSENIUS, C. & GRUHN, R. (1979). Taima-Taima a late Pleistocene paleoindian hill site in northernmost South America. Final reports of 1976 Excavations. South American Quaternary Documentation Program. Alemania. 137 pp.
- OLIVER, J.R. & ALEXANDER, C.S. (2003). Ocupaciones humanas del Pleistoceno terminal en el occidente de Venezuela. *Maguaré*, 17: 83-246.
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1960). Características paleontológicas y geológicas del yacimiento de vertebrados de Muaco, estado Falcón, con industria lítica humana. *Memorias del III Congreso Geológico Venezolano, Tomo II*: 501-505.
- SÁNCHEZ-VILLAGRA, M.R.; AGUILERA, O. & CARLINI, A.A. (2010). Urumaco and Venezuelan Paleontology. The fossil record of the Northern Neotropics. Indiana: Indiana Press University. 286 pp.

MUSEO COMARCAL DE MOLINA DE ARAGÓN

María VIORRETA MEDINA¹

Lorena ABAD GARCÍA²

Juan Manuel MONASTERIO³

¹Técnico de Turismo del Museo Comarcal de Molina de Aragón. viorreta_12@hotmail.com

²Técnico de Turismo del Museo Comarcal de Molina de Aragón. lorenaabadgarcia02@gmail.com

³Gerente del Geoparque de la Comarca de Molina-Alto Tajo. monastel1@gmail.com

RESUMEN: el Museo está dividido en seis salas con diferentes temáticas: Paleontología, Entomología, Medio Ambiente, Evolución Humana, Arqueología y Exposiciones. A través de una colección de piezas procedentes de todo el mundo este museo hace un viaje de 450 millones de años. Además organiza exposiciones, ferias, cursos y edita libros.

RESUM: el Museu està dividit en sis sales amb diferents temàtiques: Paleontologia, Entomologia, Medi Ambient, Evolució Humana, Arqueologia i Exposicions. A través d'una col·lecció de peces procedents de tot el món aquest museu fa un viatge de 450 milions d'anys. A altre organitza exposicions, fires, cursos i edita llibres.

ABSTRACT: the Museum is divided into six rooms with different themes: Paleontology, Entomology, Environment, Human Evolution, Archeology and Exhibitions. Through a collection of pieces from around the world this museum makes a journey of 450 million years. It also organizes exhibitions, fairs, courses and books.

Palabras clave: museo, asociación, paleontología, entomología, medio ambiente, evolución humana, arqueología, exposiciones, cursos, talleres, fósil, insectos, naturaleza, antropología y celtiberia.

Paraules clau: museu, associació, paleontologia, entomologia, medi ambient, evolució humana, arqueologia, exposicions, cursos, tallers, fòssil, insectes, naturalesa, antropologia, celtiberia.

Keywords: museum, association, paleontology, entomology, environment, human evolution, archeology, exhibitions, courses, workshops, fossil, insects, nature, anthropology and celtiberia.

MUSEO COMARCAL DE MOLINA DE ARAGÓN

El Museo tiene como inicio una acción de la Asociación de padres de alumnos. Poco a poco se va conformando como un museo de Paleontología consiguiendo en estos momentos más de 6.000 visitas al año y está siendo un elemento fundamental del desarrollo de la Comarca.

Uno de sus logros fundamentales ha sido conseguir la nominación de Geoparque Mundial de la UNESCO por la Comarca de Molina.

Situado en el complejo cultural del Convento de San Francisco, el Museo Comarcal de Molina de Aragón alberga una excelente colección de piezas que tratan de mostrar la riqueza cultural, geológica y medioambiental de la Comarca de Molina de Aragón y el Alto Tajo, así como la evolución e historia de la misma.

El Museo está dividido en seis salas con diferentes temáticas:

Sala de Paleontología

Muestra el registro fósil de la región de Molina - Alto Tajo a través de una serie de excelentes piezas procedentes de diversos lugares del mundo. Desarrolla la evolución de los seres vivos durante los últimos 450 millones de años.



Sala de Medio Ambiente

Recreación de los variados hábitats de la Comarca mediante animales recuperados para su naturalización, desde las pequeñas aves a los grandes mamíferos.



Sala de Entomología

Presenta una colección de los diferentes órdenes de insectos, con especial atención a los lepidópteros (mariposas del Alto Tajo).



Sala de Evolución Humana

Diseñada por el prestigioso investigador Juan Luis Arsuaga y su equipo de la Fundación Ancestros, muestra una completa visión de la evolución de la especie humana.

Excelentes réplicas de los más famosos fósiles encontrados a lo largo de la historia de la antropología, nos muestran una actualizada perspectiva sobre el origen y evolución de nuestra especie.

Sala de Arqueología

Presentación del extraordinario legado arqueológico de la comarca de Molina de Aragón-Alto Tajo desde el Paleolítico a la época medieval, destacando la magnífica colección del mundo celtíbero y las piezas procedentes del yacimiento arqueológico medieval, "El Prao de los Judios", en las inmediaciones del castillo.

Sala de Exposiciones Temporales

Muestra la obra de diversos artistas locales.

Talleres para los más pequeños

Desde el Museo se realizan talleres en distintos periodos vacacionales para niños y visitas especializadas para ellos.

Cursos.

Se organizan cursos de distinta índole. Con periodos cortos hasta de cursos enteros como el ya consolidado Taller de cerámica Prehistórica.

Ferias.

Para nuestra comarca es muy importante la creación de eventos como las ferias que se realizan durante todo el año, como las de artesanía, Feria de Regalo, Feria de la Trufa, etc.

Edición de libros

Este museo se encarga de la edición de libros como la "Guía del Geoparque Comarca de Molina-Alto Tajo", "Los Celtíberos en Molina de Aragón", "I Guía de Árboles y Arboledas Singulares de la Comarca de Molina de Aragón y Alto Tajo".





ISURUS

MUSEU PALEONTOLÒGIC I DE LES CIÈNCIES D'ALCOI



xarxa museus
i col·leccions paleontologia
de la C.V.



El Museu Isurus estrena un nuevo logotipo con una linea mas moderna y dinámica y mas futurista.



Desde esta humilde revista queremos recordarte para siempre.
Has sido una gran compañera y una fantástica amiga, allí donde estes...
te querremos siempre, DEP Fina.

Asociación Isurus

LOS FÓSILES MARINOS DEL TRIÁSICO DE ALICANTE: UNA PUESTA AL DÍA.

Ana Márquez-Aliaga

Profesora Honoraria de Paleontología en la Universidad de Valencia

Departamento de Botánica y Geología. Dr. Moliner 50, 46100 Burjassot, (Valencia) España

ana.marquez@uv.es

RESUMEN: Se realiza una revisión de los fósiles marinos del Triásico en la provincia de Alicante. Se trata de una puesta al día de los conocimientos que autores anteriores, como Jiménez de Cisneros y otros, habíamos estudiado en estos materiales. Se describen los aspectos geológicos del Triásico de manera divulgativa para situar el contexto. Verificamos que la mayor parte del registro fósil está formado por bivalvos, habiéndose determinado diecisiete especies, destacando también la presencia de gasterópodos, cefalópodos, braquiópodos, equinodermos, conodontos y foraminíferos. La asociación de bivalvos que hemos determinado se corresponde con la misma asociación de bivalvos del Ladinense de la Cordillera Ibérica. La misma pertenece a la parte más occidental del Tethys meridional y al Dominio Sefardí. Nuestros materiales se depositaron en mares epicontinentales. Ahora son rocas de calizas y dolomías con fósiles de la facies Muschelkalk, tanto de la Cordillera Ibérica como de las Zonas Externas de las Béticas. Interpretamos que pertenecen a la misma Bioprovincia. En un siglo, hemos pasado de considerar nuestros fósiles como pertenecientes al Jurásico a saber que son del Triásico Medio y del Ladinense. Proponemos con dudas una edad Ladinense inferior (Fassaniense) hasta que nuevos hallazgos lo ratifiquen.

ABSTRACT: A review of the Triassic marine fossils is carried out in the province of Alicante. It is an update of the knowledge that previous authors, such as Jiménez de Cisneros and others, had studied in these materials. The geological aspects of the Triassic are described in an informative way to situate the context. We verify that most of the fossil record is formed by bivalves, having determined seventeen species, also emphasizing the presence of gastropods, cephalopods, brachiopods, echinoderms, conodonts and foraminifera. The association of bivalves that we have determined corresponds to the same association of Ladinian bivalves of the Iberian Range. It belongs to the westernmost part of the southern Tethys and the Sephardic Domain. Our materials were deposited in epicontinental seas. Now they are rocks of limestones and dolomites with fossils of the Muschelkalk facies, as much of the Iberian Range as of the External Zones of the Betic Range. We think that they belong to the same Bioprovince. In a century, we have gone from considering our fossils as belonging to the Jurassic to know that they are from the Middle Triassic and from the Ladinian. We propose with doubt a lower Ladinian age (Fassanian) until new findings ratify it.

1. INTRODUCCIÓN

Hace un par de años se me solicitó la clasificación de un fósil de bivalvo que alguien había llevado al Museo Paleontológico y de las Ciencias ISURUS de Alcoy. Mi respuesta fue inmediata y procedí a su descripción taxonómica y a la ejecución de algunas fotografías del citado ejemplar. Se trataba de un magnífico y bien conservado registro de *Pseudoplacunopsis teruelensis* (Würm, 1911). Este hecho ha propiciado el comienzo de mi interacción con

la Asociación Paleontológica Alcoyana. Posteriormente, se me ha solicitado colaboración con la revista ISURUS enviando algún artículo que tratase de la paleontología del Triásico, ya que constituye mi línea de investigación y, a ser posible, con fósiles del entorno de Alcoy. En este trabajo y como objetivo del mismo, se tratará de poner al día lo que se conoce sobre el Triásico en facies marina de Alicante así como de significar la relación con las especies de distintos grupos que se han podido deter-

minar, todo ello, dentro de una sistemática y taxonomía actualizadas. Por otro lado, se describirá, brevemente, su posición en el entorno geológico y paleobiológico, introduciendo algunas ideas sobre este Periodo de la Historia de la Tierra, el Triásico, a nivel divulgativo.

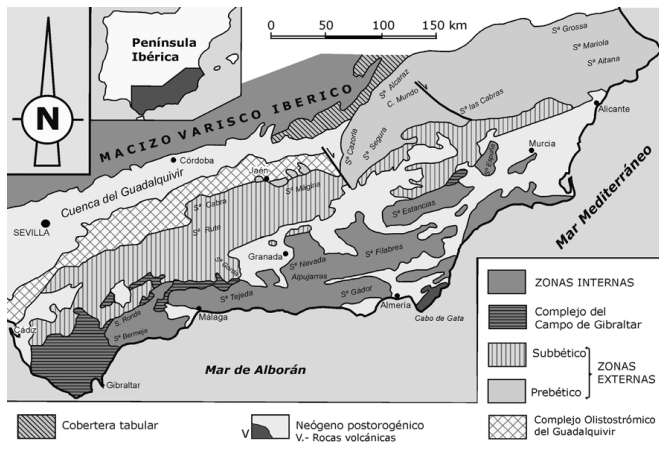


Fig. 1: Mapa geológico de la Cordillera Bética. En las Zonas Externas se localiza Alicante. (Estevez et al 2004)

2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y GEO-LÓGICA

La provincia de Alicante está incluida en su totalidad en la Cordillera Bética, que se formó durante el plegamiento Alpino, y a la unidad geológica de las “Zonas Externas” (fig.1). Se debe de consultar el trabajo de Estevez et al (2004) en donde quedan descritas las distintas formaciones así como una completa bibliografía geológica de la provincia. Los autores consideran que las rocas más antiguas, con buen afloramiento, pertenecen al Triásico Medio-Superior. En los materiales de esta edad tenemos las calizas y dolomías (conocidas como de facies Muschelkalk) que se corresponden con depósitos de plataforma carbonatada marina de muy poca profundidad. Es en estas formaciones en donde se registran escasos fósiles marinos que se han hallado y estudiado en algunos yacimientos de los alrededores de Novelda, de los alrededores de Agost y de los alrededores de Alcoy (fig.2). Posteriormente, y durante el Triásico Superior las condiciones ambientales cambian dando lugar a una de gran aridez y motivando un cambio en los sedimentos, es decir como consecuencia de la regresión marina se forman depósitos de arcillas y evaporitas (conocidas como de facies Keuper). Se trata de materiales plásticos que responden a las fuerzas orogénicas

posteriores, favoreciendo el despegue de las rocas más consistentes y creando enormes diapiros de arcillas y anhidritas. En Alicante, y en consecuencia, tenemos una tectónica muy compleja y difícil de interpretar. Además, queremos de destacar que todavía no se ha realizado un estudio completo geológico y/o paleontológico detallado sobre los materiales carbonáticos que aquí estudiamos.

3. BREVES CONSIDERACIONES SOBRE EL PERIODO TRIÁSICO

El Triásico en la tabla cronoestratigráfica internacional, 2018, es el primero de los tres periodos geológicos del Mesozoico. Comienza hace $251,902 \pm 0,024$ millones de años y termina hace $201,3 \pm 0,2$ millones de años. Su duración abarca unos 50.60 Ma.

Se subdivide en tres épocas. Triásico Inferior, hasta hace 251,902 millones de años (Ma), con dos pisos Induense y Olenekiense, Triásico Medio, hasta hace 247,2 Ma, con dos pisos Anisiense y Ladiniense y Triásico Superior hasta hace 201,3 Ma con tres pisos Carniense, Noriense y Retiense.

Desde el punto de vista Geológico, el nombre de Triásico alude a la trilogía de sus materiales. Sus unidades litoestratigráficas fueron descritas en la Cuenca germánica y se registran bien en toda Europa occidental, siendo globales. El Triásico basal se corresponde con el denominado Buntsandstein: formado por areniscas, conglomerados y algunas lutitas, se trata de rocas detríticas de ambientes continentales y con predominio del color rojo. Por encima, y como consecuencia de transgresiones marinas, se deposita el Muschelkalk: se trata de sedimentos esencialmente calcáreos y con registros de moluscos y conodontos (entre otros fósiles marinos). Una regresión marina muy general y posterior provoca el depósito de materiales salinos, el Keuper: constituido por arcillas y margas de colores abigarrados verdes y rojos, abundantes evaporitas y algunos niveles de areniscas, en ambiente nuevamente continental. La última trasgresión marina, del Retiense, deposita los carbonatos finales del Triásico Superior.

Desde el punto de vista Paleogeográfico, el Triásico pertenece a la segunda Pangea, el

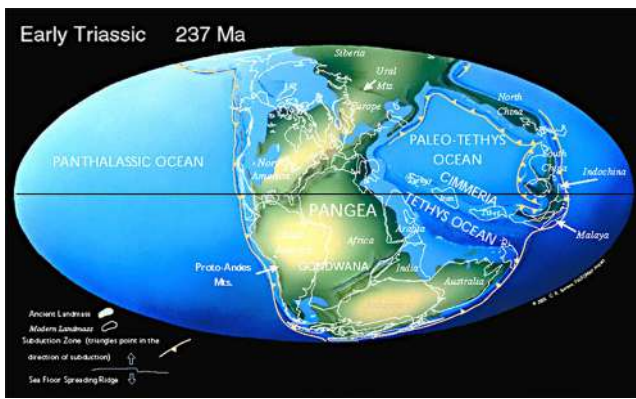


Fig. 3: Paleomapa de la Pangea en el Triásico (www.scotese.com)

cimiento del Triásico marino de la Península Ibérica y se detallan históricamente los distintos hitos en la investigación de este periodo y sobre los registros fósiles marinos hispanos, desde sus primeras investigaciones en los años 80. En el citado trabajo, se destaca que el avance en el conocimiento de la paleontología del Triásico español ha sido grande, comenzando prácticamente de cero. El citado avance es debido a la creación de un equipo de naturaleza interdisciplinar y con proyectos internacionales (los PICG de la IUGS-UNESCO). En España, partíamos de un periodo de hibernación para la Ciencia con una geología y una paleontología incipientes. Ahora, conocemos mejor las cuencas de sedimentación e interpretamos mejor el registro fósil, pero queda mucho por hacer. Los jóvenes investigadores tienen ahora la palabra.

4. LA PALEONTOLOGÍA DEL TRIÁSICO EN FACIES MUSCHELKALK DE ALICANTE. ANTECEDENTES Y DISCUSIÓN ACTUAL.

Desde el punto de vista paleontológico, el primer autor que se ocupa de la geología, busca e interpreta los registros fósiles del Triásico de Alicante, fue Daniel Jiménez de Cisneros cuando ocupa la cátedra de Historia Natural del Instituto General y Técnico de Alicante (IES Jorge Juan). Desde su primera excursión al Triásico de Sierra Negra (Aspe) en 1906, en donde cita por primera vez la presencia del género Triásico *Myophoria*, son muchas sus aportaciones y observaciones geológicas, y el hallazgo de registros paleontológicos atribuidos a distintos taxones. Así, estudia los alrededores de S. Vicente del Raspeig, las sierras de Mola y de Beties en Novelda, El Negret,

las Espejeras en Agost y un largo etc. (ver Jiménez-Cisneros, 1906, 1908a, 1908b, 1912a, 1912b y 1914). De su síntesis de “Geología y Paleontología de Alicante” (1917) enumero algunas de sus consideraciones. Entre ellas dice que los fósiles del Triásico español son escasos y destaca su “pequeño tamaño, constituyendo una fauna raquíca, como si hubiera habido una causa que impidiera el desarrollo”. Efectivamente, es cierta la escasez del registro fósil y el nanismo es propio de ambientes restringidos. Por otro lado, ya considera que estos materiales pertenecen al Triásico Superior (Keuper - “Raibliense”) y no al Jurásico (Lias), tal como se les venía dando. Esto supone un gran avance para la interpretación geológica de la zona. Con posterioridad, Jiménez-Cisneros (1929) invita a Martin Schmidt, profesor de Tübingen (Alemania) a visitar Alicante. Es un paleontólogo gran conocedor de los fósiles triásicos germánicos y es quien verifica que los fósiles alicantinos pertenecen a los materiales del Muschelkalk del Triásico Medio. En un magnífico trabajo sobre los fósiles del Triásico español, Schimidt (1935) describe y figura varias especies de bivalvos de Espejeras, algunas son especies nuevas e inexistentes en la cuenca germánica pero que, posteriormente, hemos descrito como pertenecientes al Tethys meridional, lo que llamamos Dominio Sefardí (Márquez-Aliaga y Hirsch 1988, fig. 4). En la Tabla 1 se enumeran todas las especies que hemos validado tanto las descritas por este autor como las recogidas o estudiadas por nosotros. Hasta finales del siglo XX no se vuelve a publicar ningún trabajo paleontológico en materiales del Triásico de Alicante debido a un posible “efecto Lázaro” tal como lo denominan Márquez-Aliaga y Montoya (1991). El motivo de este trabajo fue la inauguración de la Sección de Paleontología en el “Museu Historia Municipal” de Novelda, que tuvo lugar en marzo de 1989, y el consiguiente acceso a las colecciones allí depositadas. En este trabajo ya consideramos que las asociaciones específicas encontradas son muy próximas a las descritas para el Ladinense de la Cordilleras Ibérica y Béticas en parte, es decir de las zonas Subbética y Prebética y están mostrando, en conjunto, una cierta uniformidad para el re-

gistro fósil del Muschelkalk en la zona más occidental del Dominio Sefardí del Tethys. Esta primicia se estaba basando en las nuevas atribuciones taxonómicas para los bivalvos triásicos de la Cordillera Ibérica establecidas por Márquez-Aliaga (1985).

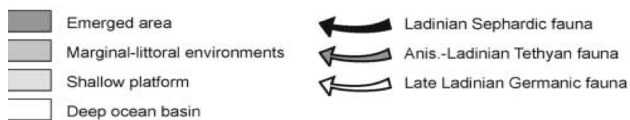
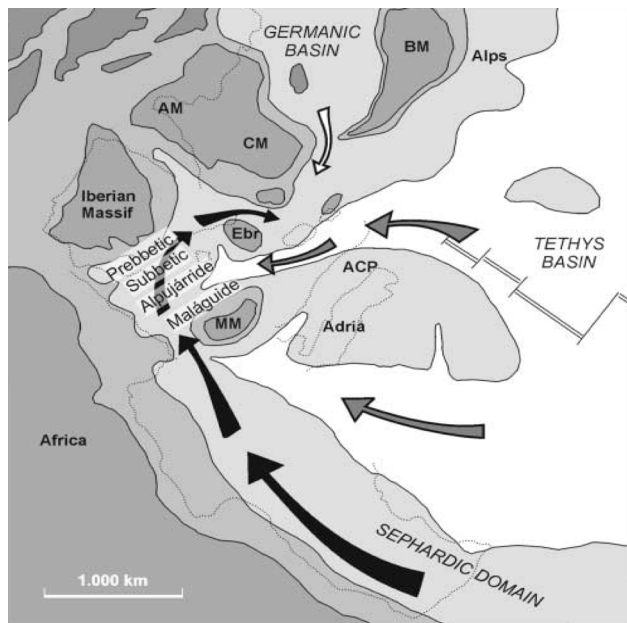


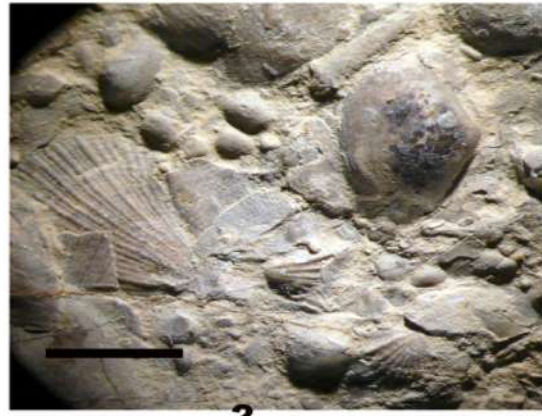
Fig. 4: Paleomapa del Ladiniense. (Pérez-López y Pérez-Valera 2007)

La revisión de los fósiles de Novelda nos hizo pensar en la importancia de estos registros. Sin embargo, la ausencia de estudios estratigráficos para el Triásico de Alicante era manifiesta. La mayoría de los ejemplares estudiados, así como los citados en la literatura clásica, carecían de una posición bioestratigráfica e información sedimentológica concreta. Por suerte, mi integración en varios proyectos que estudiaban el Triásico de la Península Ibérica me permitió la colaboración con varios investigadores de las universidades de Madrid y Barcelona expertos en estos temas y de esta manera, se estudia por primera vez y en detalle la estratigrafía y paleontología del tramo carbonático de la Facies Muschelkalk entre Novelda y Agost (López-Gómez et al, 1994). En ese trabajo, se levantan las secciones de Loma de las Espejeras, con unos 140 m. de potencia y de L'Alcoraya con unos 20 m. de afloramiento que podrían corresponder a los tramos más altos de la sección anterior. Ambas secciones se han interpretado como sedimentos relacio-

nados con un ambiente deposicional de plataforma marina poco profunda y se observa que la misma evoluciona desde ambientes más energéticos "shoal", en los niveles más bajos de la columna (la base), hacia ambientes protegidos de la energía marina o de tipo "lagoon" en los niveles más altos (el techo); se observa, además, un momento de apertura a niveles marinos algo más profundos, en cuyos niveles se dió el hallazgo de un *Germanonutilus* (Lam. 2, fig 4). La columna termina en ambientes protegidos hipersalinos en una situación general regresiva, con un posible tránsito a materiales del Keuper. Destacamos que, para un área más extensa de confluencia entre las cuencas Ibérica y Bética, el modelo se corresponde con una transgresión primero y una regresión posterior del mar de Tethys para el Triásico Medio. El contenido fósil es muy escaso, con especímenes pequeños y en general mal conservados lo que dificulta su determinación (ver tabla 1). Sin embargo, el rango bioestratigráfico de las especies encontradas nos permitió caracterizar estos materiales como del Ladiniense, pero sin precisión. Con posterioridad, se lavaron multitud de muestras, de Espejeras y L'Alcoraya con objeto de encontrar conodontos que nos permitieran una datación más precisa de los materiales, pero la búsqueda fue banal. Siguiendo las indicaciones del experto en este grupo para el Triásico, Kiril Budurov del Instituto Geológico de Sofía (Bulgaria), se cortó un pequeño fragmento del único ejemplar de Nautiloideo que habíamos hallado en Espejeras (ver lam. 2 fig.4). Al tratar el pequeño trozo cortado en el laboratorio, encontramos abundantes elementos de *Pseudofurnishius murcianus* (van der Boogaard, 1966). Este hallazgo nos permite datar estos materiales de los alrededores de Agost como de edad Ladiniense, con seguridad (Márquez-Aliaga, et al, 1995; Márquez-Aliaga et al, 1996; Plasencia y Márquez-Aliaga, 2011). Durante una excursión paleontológica del curso 92-93, con mis alumnos del departamento de geología, por los alrededores de Novelda, tuvo lugar el excepcional hallazgo de dos ejemplares: Un Nautiloideo y un Ammonoideo en Font de la Reina. Múltiples búsquedas en salidas posteriores fueron totalmente infructuosas de ahí la importancia de los ejempla-



1



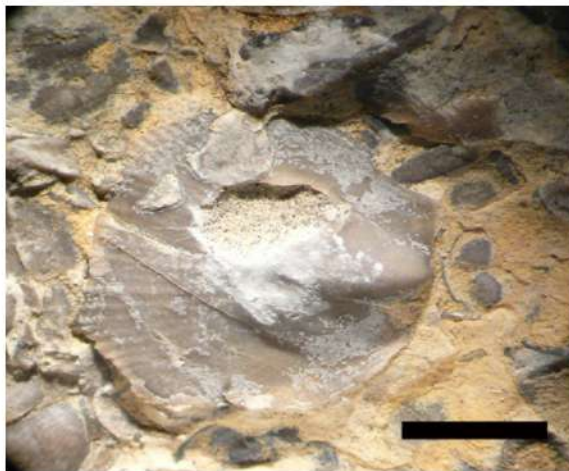
2



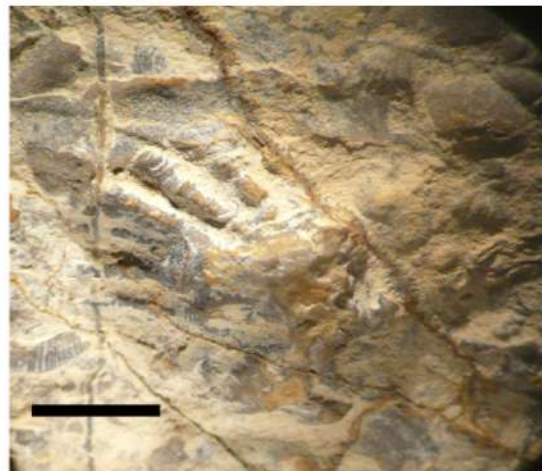
3



4



5



6

Lámina 1:

- 1.- *Pseudoplacunopsis teruelensis* (WURM). Valva superior, posiblemente izquierda, de un ejemplar que conserva la parte externa y calcítica de la concha mostrando su irregular ornamentación radial. Cucuch. MGUV 3664. Barra 5 mm.
- 2.- *Limea vilasecai* (SCHMIDT), *Costatoria kiliani* (CSHMIDT) y *Pleuromya claviformis* SCHMIDT. Moldes internos de las respectivas valvas. Cucuch. MGUV 3666. Barra 5 mm.
- 3.- *Elegantina sublaevis* (SCHMIDT). Molde interno de la valva derecha, mostrando la característica ornamentación de costillas concéntricas. Aspe. MGUV 7878. Barra 5 mm.
- 4.- *Costatoria kiliani* (SCHMIDT) y "*Encrinus*" sp. En el bivalvo se conserva muy alterada la concha externa de su valva derecha, y se aprecia la ornamentación radial de costillas muy separadas y las líneas de crecimiento. El crinoideo se registra con un solo tallo de material calcítico conservado pero de imposible determinación. Mosquito. MGUV 7880. Barra 5 mm.
- 5.- *Velopecten alberti* (GOLDFUSS). Valva derecha que conserva parte de la concha calcítica externa y su ornamentación radial en la zona paleal. Cucuch. MGUV 3664. Barra 5 mm.
- 6.- *Umbostrea cristadiformis* (SCHOTHEIM). Valva superior, posiblemente la derecha, en donde se aprecian fragmentos de la microestructura calcítica foliar y externa de la concha. La zona anterior, o de fijación xenomórfica, así como los pliegues radiales e irregulares de la zona paleal. Mosquito. MGUV 7880-. Barra 5 mm.

res, dada la máxima escasez del registro de cefalópodos. Todos los especímenes están recubiertos del bivalvo *Pseudoplacunopsis ostracina* (Schlotheim, 1822). Este hecho, nos animó a realizar un análisis paleobiológico del proceso de colonización de estos epizoarios (ver Lámina 2, fig 3, 5). Para tal fin, nuestros cefalópodos de Alicante fueron comparados con ejemplares depositados en el Staatliches Museum Naturkunde de Stuttgart que proceden del Muschelkalk superior de Berlichingen (Hohenlohe, Alemania) ya que ofrecían características tafonómicas y de conservación similares. Se planteó la posibilidad de que la colonización de los especímenes de Alicante, tuviese lugar en vida del Cefalópodo, tal como se observa en los ejemplares alemanes. Sin embargo, en nuestros cefalópodos las características analizadas en el tipo de conservación fosildiagenética nos hacen pensar en un incrustamiento de estas “falsas ostras” sobre el molde interno. Pudimos verificar que se conserva la microestructura del ectostraco calcítico de la concha del bivalvo pero el estudio en microscopio electrónico de barrido, no permite apreciar ninguna señal de la concha aragonítica del ammonoideo (Márquez-Aliaga y Martínez, 1994). Por tanto, se trata del registro de bivalvos epizoarios de tipo ostreidos sobre el molde interno ya endurecido de un fósil reelaborado. Esto nos indica que nuestros ejemplares son alóctonos y anteriores a la edad de la roca que los contiene.

El primer estudio sobre Nautiloideos de las Béticas fue realizado por Goy y Martínez (1996). Los autores consideran que “En Espejeras (ES) y en Font de la Reina (FR) al oeste de Alicante, así como en Cehegín (CE) (Murcia) y Jalance (JA) (Valencia) se han encontrado *Germanonautilus bidorsatus* en niveles de la parte media del Muschelkalk superior, de difícil atribución biocronoestratigráfica. Por una parte en Alemania, en el este de Europa o en Israel esta especie es prácticamente desconocida por encima del Ladiniense Inferior”. Considero que este dato es muy importante. Los autores, establecen ya una correlación de nuestros fósiles con otras cuencas del Tethys y con la parte más meridional de esta cuenca, que es el Dominio Sefardí, ya que correlacionan con ejemplares de Israel y consideran que son frecuentes en el Ladiniense inferior o

Fassaniense.

Recientemente, Pérez-Valera et al (2017) encuentran ejemplares de *G. bidorsatus* con relativa abundancia en el prebético de Murcia, formación Cehegin, con un rango que va desde el Fassaniense (Ladiniense inferior) zona *Eoprotrachyceras curioni*–*Gevanites epigonus* hasta el Longobardiense (Ladiniense superior) zona de *Protrachyceras hispanicum*. Por otro lado, la presencia de *Pseudofurnishius murcianus* caracteriza el Ladiniense, según Plasencia et al (2007) y Plasencia y Márquez-Aliaga (2011), cuando estudian los conodontos del yacimiento de Calasparra (Prebético de Murcia). En este mismo yacimiento, Pérez-Valera (2016) realizó un estudio muy detallado de todos los niveles y pudo describir varias zonas de ammonoideos del Ladiniense así como situar el resto de macrofósiles, que en parte ya habían sido estudiados por la autora. Este trabajo supone ya un gran avance y nos ha permitido establecer buenas comparaciones entre la Cordilleras Ibérica y Béticas (Escudero et al. 2016). Otro trabajo muy importante es el de Escudero et al (2015) que completa el ciclo analizando las plataformas carbonáticas marinas del oriente de la Península Ibérica. El mismo, tiene gran importancia por cuanto es el resultado de un equipo de estratígrafos, sedimentólogos y paleontólogos con el que he trabajado desde los años 80 en los “difíciles” materiales del Triásico español y haciendo que “sus escasos fósiles nos hablen” (Márquez-Aliaga 2017).

5. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES.

Se ha verificado la presencia de 17 especies de bivalvos; y están representados con al menos 2 especies los gasterópodos, cefalópodos, braquiópodos y equinodermos. Entre los microfósiles la especie del conodonto *P. murcianus* es muy representativa del dominio Sefardí (área meridional del Tethys) y se han determinado tres especies de foraminíferos tetisianos. La presencia de icnofósiles es muy abundante e indica el alto grado de bioturbación, de posibles artrópodos, en estos sedimentos tan someros de plataforma marina. Sirva como conclusión la Tabla 1, en donde se enumera el conjunto de los hallazgos con su actualización sistemática y la relativa abun-

ALICANTE	Fósiles Triásico Marino/Yacimientos	Sierra Negra (1)	Font Reina (1)	Cucuch (1)	Espejeras/Monforte del Cid (2)	Cabezo Negret (2)	Espejeras-Alcoraya (2)	Tibi (2)	Cerro Mosquito/Establiment (2)	Apeadero Concentaina (3)
BIVALVIA	<i>Bakevella costata</i> (SCHOLTH.)						E	1		
	Bivalvia indet.	E		A		A				A
	<i>Entolium discites</i> (SCHLOTHEIM)		2							
	<i>Costatoria kiliani</i> (SCHMIDT)	3		A	A			1		3
	<i>Gervillia joleaudi</i> (SCHMIDT.)				A		E			
	<i>Leptochondria albertii</i> (GOLDF.)		E		A		E			
	<i>Limea vilasecai</i> (SCHMIDT)			1						
	<i>Elegantina betica</i> HIRSCH						1			
	<i>Elegantina sublaevis</i> (SCHMIDT)	1		A	A			1		
	<i>Modiolus myconchaeformis</i> (PHILLIPPI)		A	A			A	1		
	<i>Myophoria vulgaris</i> SCHLOTHEIM						A		A	
	<i>Neoschizodus laevigatus</i> (GOLDF.)	1	A	E			A			2
	<i>Pleuromya claviformis</i> SCHMIDT			1				3		
	<i>Pseudocorbula gregaria</i> (MUNSTER)		A	A	MA	A	A	1	A	A
	<i>Pseudoplacunopsis ostracina</i> (SCHLOTHEIM)		A					E		
	<i>Pseudoplacunopsis teruelensis</i> WURM	E		A	E		A			1
	<i>Pseudoplacunopsis</i> sp			A						E
	<i>Umbostrea cristadiformis</i> (SCHOLTH.)		E		E		E			
<i>Velopecten alberti</i> (GOLDFUSS)				E			2		3	
GASTROPODA	<i>Loxonema reticostatum</i> (MUNSTER)			A			E			
	" <i>Natica</i> " sp			A				1	1	
	" <i>Turbonilla</i> " <i>dubia</i> (MUNSTER)						E	E		
CEFALOPODA	<i>Germanonutilus bidorsatus</i> (SCHLOTH.)		2					1	1	
	<i>Ceratites</i> sp.		1							
BRACHIOPODA	" <i>Rhynchonella</i> " sp.							2		
	<i>Lingularia smirnovae</i> (BIERNAT & EMIG)	1								
ICHTNOFOSILES	Burrows					A	A		E	A
	Thalasinoides								E	E
EQUINODERMA	<i>Miocidaris</i> sp.			A						
	" <i>Encrinus</i> " sp.						E		A	
CONODONTA	<i>Pseudofurnishius murcianus</i> (BOOGAARD)						E			
FORAMINIFERA	<i>Nodosaria ordinata</i> TRIFONOVA						A			
	<i>Arenovidalina chialingchiangense</i> HO						E			
	<i>Aulotortus?</i> sp.						ME			

Tabla 1: Relación de las especies de fósiles marinos determinados en distintas localidades del Triásico Medio (facies Muschelkalk) de Alicante. (fig. 2)

1: Afloramientos del Muschelkalk situados al SE de Aspe (Sierra Negra), al NW de Novelda (Font de la Reina y Cucuch).
 2: Afloramientos del Muschelkalk situados al E de Monforte del Cid y S de Agost (Espejeras, Alcoraya, Mosquito y Establiment); al N de Agost (Tibi y Cabezo Negro).

3: Afloramientos del Muschelkalk situados al N de Alcoy (Apeadero / Cocentaina).

E = escasos; A= abundantes; MA= muy abundantes; 1, 2, 3 número concreto de ejemplares encontrados.

dancia o escasez de los especímenes determinados, en los nueve yacimientos de Alicante que se han estudiado. En este trabajo se citan y figuran por primera vez los fósiles de Cucuch, Aspe y Mosquito.

En el momento actual, y con todos los datos de que disponemos, considero que la asociación de bivalvos determinada (ver Tabla 1) es equivalente a la asociación de bivalvos del Ladiniense de la Cordillera Ibérica. Es decir, no hay ninguna diferencia significativa paleobiológica ni paleogeográfica entre los bivalvos de los yacimientos de Henarejos y Villora (Cuenca) y Bugarra (Valencia) de la C. Ibérica con los de Calasparra (Murcia), de Espejeras, Cucuch y Tibi (Alicante) en la C. Bética Externa. El conjunto pertenece a la parte más occidental del Tethys meridional, que se corresponde con el Dominio Sefardí, y pertenecen a la misma Bioprovincia del norte de Gondwana en el Triásico Medio. Téngase en cuenta que en la parte oriental de Península Ibérica (Comunidad de Valencia) los sedimentos triásicos son los más antiguos con buena representación cartográfica.

Nuestros materiales se depositaron en mares epicontinentales y dieron lugar a lo que ahora son rocas de calizas y dolomías con fósiles, tanto de la Cordillera Ibérica como de las Zonas Externas de las Béticas en el Ladiniense (fig. 4). (Pérez-López y Pérez-Valera 2007, Hirsch et al. 2014). Aceptando este supuesto, considero que por equivalencia con los niveles bien estudiados de Calasparra, en donde se han podido asignar biozonas por la presencia de ammonoideos, podríamos datar como del Ladiniense inferior (Fassaniense) nuestros materiales e incluso considerar que estamos en la zona Epigonus (ver Pérez-Valera 2016). En un siglo, se ha pasado de considerar que los fósiles de Alicante eran del Jurásico Inferior a verificar que son del Triásico Medio y del piso Ladiniense, entre otras consideraciones y esto es ya un gran avance bioestratigráfico. Sin embargo, se hace necesario un estudio geológico y paleontológico completo de todos los yacimientos estudiados y por descubrir. Hay que situar bien la estratigrafía, saber la posición exacta de los registros en las correspondientes columnas (sin lo cual el fósil ha perdido mucha de su información) y conseguir nuevos hallazgos de macro y microfósiles

para una correcta datación y determinación de biozonas.

Esperemos que los jóvenes geólogos y paleontólogos consigan nuevos avances en el conocimiento del Triásico, cuyos sedimentos formaron nuestras costas hace unos 250 millones de años, cuando Alicante se situaba bajo el extremo más occidental del mar de Tethys. Queda mucho por investigar.

6. AGRADECIMIENTOS

Mi conocimiento sobre el Triásico de Alicante se debe al empeño y colaboración de varios colegas y aficionados a la paleontología de su tierra. En primer lugar destaco la paciencia que ha tenido conmigo D. Ángel Carbonell (Presidente de la Asociación Paleontológica Alcoyana ISURUS) sin cuyo empeño esta “actualización triásica alicantina” no se habría realizado. El Profesor Plinio Montoya (Universidad de Valencia) es uno de los grandes colaboradores que he tenido en estos estudios junto con el Dr. Esteban José Sánchez Ferris. No me olvido de D. José Manuel Marín Ferrer “alma mater” del Museo Paleontológico de Elche a quien debo, entre otras muchas cosas, su ayuda en la organización del “IV Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Pérmico y Triásico de España. Elche 2005”. Hace muy poco tiempo, se puso en contacto conmigo D. Francisco Javier Molina Hernández y me ha mostrado algunos fósiles de Tibi que citamos en este trabajo. Le agradezco su aportación y espero que sea duradera en un futuro próximo. Agradezco a la Dra. Anna García Forner, directora del Museo Universidad de Valencia de Historia Natural (MUVHN en Burjassot), su enorme colaboración en el desarrollo y custodia de la “Colección Triásico”.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

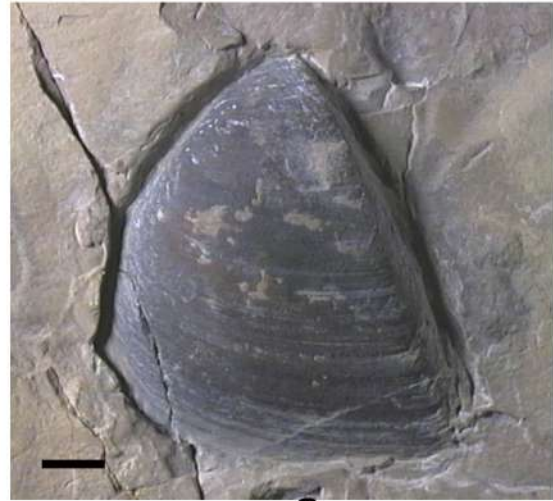
ESCUADERO-MOZO M. J., MÁRQUEZ-ALIAGA A., GOY A., MARTÍN-CHIVELET J., LÓPEZ-GÓMEZ J., MÁRQUEZ L., ARCHE A., PLASENCIA P., PLA C., MARZO M. and SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, D. (2015). Middle Triassic carbonate platforms in eastern Iberia: Evolution of their fauna and palaeogeographic significance in the western Tethys. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 417, 236-260.

ESCUADERO-MOZO M. J., PEREZ-VALERA, A., HIRSCH F., MÁRQUEZ L., MÁRQUEZ-ALIAGA A., PÉREZ-LÓPEZ, A., PÉREZ-VALERA, F. y PLASENCIA P. (2016). Asociaciones de bivalvos, conodontos

- y foraminíferos del Triásico Medio de la cordillera Bética y su comparación con la Ibérica. In: G. Meléndez, A. Núñez y M. Tomás (eds.). Actas de las XXXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Cuadernos del Museo Geominero, 20, 53-60.
- ESTÉVEZ, A., VERA J.A., ALFARO, P., ANDREU, J.M., TENT-MANCLUS, J.E. y YEBENES, A. (2004). Geología de la provincia de Alicante. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 12.1, 2-15.
- GOY, A. y MARTÍNEZ, G. (1996) Nautiloideos del Triásico Medio en la Cordillera Ibérica y en la parte oriental de las Cordilleras Béticas. Cuadernos de Geología Ibérica, 20, 271-300.
- HIRSCH F., MÁRQUEZ-ALIAGA, A. PLASENCIA P. and PÉREZ-VALERA A. (2014). The Triassic Gondwana margin of the Tethys: outline of the Sephardic Bioprovince. In: Triassic Outcrops in the Negev. D. Korngreen and C. Benjamini Eds. Guidebook 11^o International Workshop Paneuropean Correlation of the Triassic. Jerusalem. GSI 2, 5-7.
- JIMÉNEZ de CISNEROS, D. (1906). Excursión al Triásico de Sierra Negra, del término de Aspe (Alicante) y noticias acerca del mismo sistema en otros puntos del SE de España. Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural, 6, 203-210.
- JIMÉNEZ de CISNEROS, D. (1908 a). Excursiones por los alrededores de San Vicente del Raspeig. Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural, 8, 241-245.
- JIMÉNEZ de CISNEROS, D. (1908 b). Excursiones a las Sierras de la Mola y de Beties en el término de Novelda. Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural, 8, 245-248.
- JIMÉNEZ de CISNEROS, D. (1912 a). Consideraciones sobre algunos fósiles del Triásico del SE de España. Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Congreso Granada. 5 (4), 81-86.
- JIMÉNEZ de CISNEROS, D. (1912 b). El Negret y sus alrededores. Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural, 11, 89-93.
- JIMÉNEZ de CISNEROS, D. (1914). Noticia acerca del yacimiento fosilífero del Triásico superior de las Espejeras en el término de Agost (Alicante). Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural, 14, 96-100.
- JIMÉNEZ de CISNEROS, D. (1917). Geología y Paleontología de Alicante. Trabajos Museo Nacional Ciencias Naturales (Geología), 21, 1- 140.
- LÓPEZ-GÓMEZ J., MÁRQUEZ-ALIAGA A., CALVET F., MÁRQUEZ L. y ARCHE, A. (1994). Aportaciones a la estratigrafía y paleontología del Triásico Medio de los alrededores de Agost, Alicante. Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural. (Sec. Geol.), 89(1-4), 109-120.
- MÁRQUEZ-ALIAGA, A. (1985). Bivalvos del Triásico medio del Sector Meridional de la Cordillera Ibérica y de los Catalánides. Publicaciones Universidad Complutense de Madrid. Serie Tesis, 40, 433 pp.
- MÁRQUEZ-ALIAGA, A. (2017) El Triásico marino de la Península Ibérica: lo que contaron sus fósiles, lo que aportaron sus PICG. In: J.I. Valenzuela y Mediavilla R. Editores. El programa Internacional de Geociencias en España. Cuadernos del Museo Geominero. IGME Madrid, 25, 101-126.
- MÁRQUEZ-ALIAGA A., BUDUROV K. y MARTÍNEZ V. (1996). Registro de conodontos del Triásico Medio en un nautiloideo de Espejeras Alicante (España). Coloquios de Paleontología, 48 73-86.
- MÁRQUEZ-ALIAGA, A. and HIRSCH, F. 1988. Migration of middle Triassic Bivalves in the Sephardic Province. Paleontología, 1, 301-304. In: II Congreso de Geología de España, 458 pp. Ed. U. Granada y C.S.I.C.
- MÁRQUEZ-ALIAGA A. y MARTÍNEZ V. (1994). Procesos de colonización y su problemática, ejemplificada por bivalvos del Triásico español. Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural. (Sec. Geol.), 89 (1-4), 121-130.
- MÁRQUEZ-ALIAGA A. y MONTOYA P. (1991). El Triásico de Alicante: Un efecto Lázaro en los estudios paleontológicos. Revista Española de Paleontología, N^o Extra., 115-123.
- MÁRQUEZ-ALIAGA A., MONTOYA P., ESTEBAN J., SANCHEZ-FERRIS J. y PEÑALVER, E. (1995). El interés paleontológico del Triásico de Alicante, Cidaris, 4, 104-109.
- PÉREZ-LÓPEZ A. and PÉREZ-VALERA F. (2007). Palaeogeography, facies and nomenclature of the Triassic units in the different domains of the Betic Cordillera (S Spain) Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 254, 3-4, 606-626.
- PÉREZ-VALERA J.A. (2016). Ammonoideos y bioestratigrafía del Triásico Medio (Ladiniense) del sector oriental de la Cordillera Bética. Universidad Complutense de Madrid. Tesis Doctoral. 489 pp.
- PÉREZ-VALERA J.A., BARROSO-BARCENILLA F., GOY A. and PÉREZ-VALERA F. (2017). Nautiloids from the Muschelkalk facies of the Southiberian Triassic. (Betic Cordillera, southern Spain), Journal of Systematic Palaeontology, 15:3,171-191, DOI:10.1080/14772019.2016.1154898
- PLASENCIA P. and MÁRQUEZ-ALIAGA A. (2011). Discussion about the stratigraphic range of Pseudofurnishius murcianus van den Boogaard (Conodonta) in the Iberian Peninsula, from the Calasparra section (Murcia, Spain), Journal of Iberian Geology, 37, 2,153-160.
- PLASENCIA P., MÁRQUEZ-ALIAGA A. PÉREZ-VALERA F, PÉREZ-VALERA A., GOY A., LÓPEZ-GÓMEZ J. y PÉREZ-LÓPEZ A. (2007) Registro Paleontológico del Triásico Medio de Calasparra (Murcia). In: XXIII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología (Caravaca de la Cruz, 3-6 de Octubre de 2007). Libro de resúmenes (Eds.: J.C. Braga, A. Checa y M. Company). Instituto Geológico y Minero de España y Universidad de Granada, 13-14.
- SCHMIDT, M. 1935. Fossilien der spanischen Trias. Abhandlungen der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, 22, 1-140.



1



2



3



4



5

Lámina 2:

- 1.- *Lingularia smirnovae* (BIERNAT & EMIG). El braquiópodo inarticulado muestra fragmentos de la concha fosfática conservada y se ha registrado en posición de vida. Aspe. MGUV 7896. Barra 5 mm.
- 2.- *Neoschizodus laevigatus* (GOLDFUSS). Molde interno de la valva izquierda de un ejemplar de concha lisa que conserva bien las líneas de crecimiento, como impronta de un grueso periostraco. Sierra Negra. MGUV 7875. Barra 5 mm.
- 3.- *Ceratites* sp. Cámara de habitación de un ejemplar grande mostrando ornamentación de grandes costillas. Se trata de un posible ejemplar reelaborado y colonizado por bivalvos epizoarios. Font de la Reina. MGUV 3661. Barra 5 mm.
- 4.- *Germanonautilus bidorsatus* (SCHLOTHEIM). Molde interno de la cámara de habitación de un ejemplar colonizado por bivalvos epizoarios. La línea muestra el fragmento por donde se cortó el ejemplar y del que obtuvieron microfósiles del conodonto *Pseudofurnishius murcianus* (BOOGAARD). Espejeras. MGUV 22735. Barra 5 mm.
- 5.- *Pseudoplacunopsis ostracina* (SCHLOTHEIM), detalle de la fig 3 mostrando las conchas de microestructura foliar calcítica conservada de los ejemplares del epizoario anomidae o "falsa ostra". Font de la Reina. MGUV 3661. Barra 5 mm.

NOTICARIO DE ACTIVIDADES 2017-2018 ASOCIACIÓN PALEONTOLÓGICA ALCOYANA "ISURUS"

Ángel CARBONELL ZAMORA presidente de la Asociación ISURUS

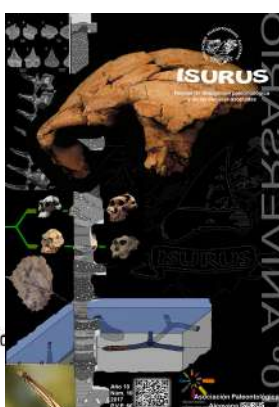
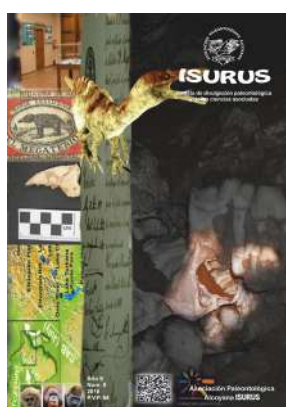
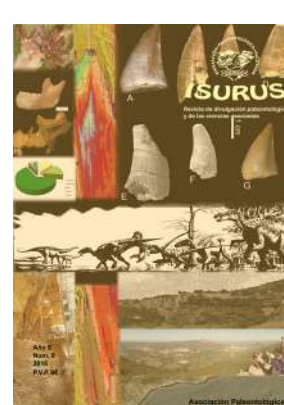
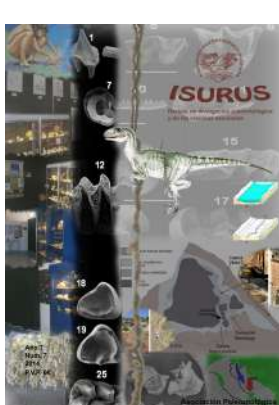
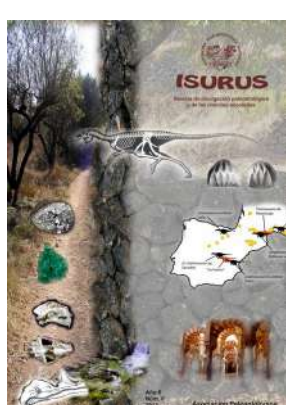
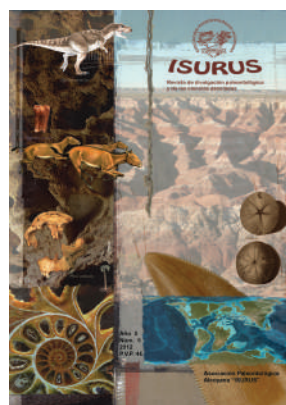
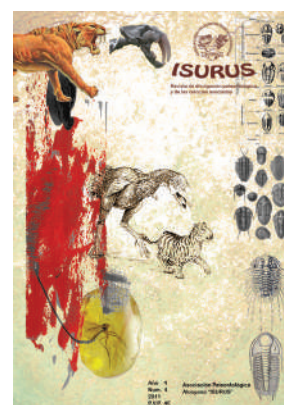
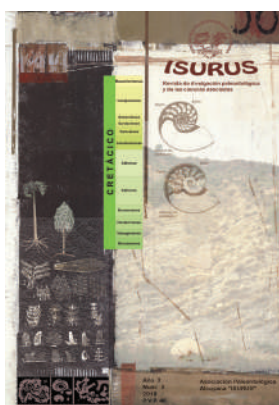
En este apartado podéis ver las actividades y eventos que hemos realizado desde diciembre de 2017 hasta diciembre de 2018, distintas conferencias, salidas, nombramientos, etc...

Como siempre seguimos intentando satisfacer los gustos de todos los socios y socias, con nuevas salidas tanto geológicas como de naturaleza, incluyendo visitas a museos y lugares interesantes por su cultura.

Queremos agradecer y mucho a todos los que nos apoyáis y nos dais fuerza para seguir trabajando y preparando nuevas actividades y eventos.

REVISTA ISURUS

Presentamos la revista 11, parece que fue ayer cuando empezamos a trabajar para sacar el primer número, recién salido este número y ya estamos trabajando para poder editar la nº 12. Para ello contamos con varios artículos que están realizando algunos de nuestros colaboradores, pero también estamos abiertos a recibir otros artículos de cualquier investigador que desee publicar sus trabajos científicos en nuestra revista. Los números anteriores pueden ser solicitados al correo electrónico de *Isurus*: asociacion@paleoisurus.com



ISURUS

CONFERENCIAS



Día 17 de febrero, conferencia de la paleontóloga Ainara Aberasturi, la cual nos habla de un dinosaurio especial.



Día 28 de febrero, charla a los alumnos de 1º de Primaria del Colegio San Roque, a cargo de José Joaquín Díaz.

PRESENTACION DE LA REVISTA ISURUS Nº 10



El día 17 de febrero de 2018, con la asistencia de Ainara Aberasturi, Verónica Torres y Montserrat Bodí, se presentó en la Casa de Cultura de Alcoy la Revista ISURUS nº 10.

VISITA URBANA



El día 27 de mayo, la asociación Isurus y con la colaboración del Grup Guanyar Alcoi, realizamos dos visitas guiadas por las calles de Alcoy, descubriendo el pasado, con la intención de que el público conociera el valor paleontológico que tienen nuestras aceras y fachadas. La visita se dividió en dos horarios debido a la gran asistencia de público, la verdad es que resultó muy distraída y curiosa.



RUTA URBANA GUIADA:

XAFANT ELPASSAT

Un itinerari per descobrir els fòssils a l'entorn urbà que podem trobar mentre caminem pel Centre d'Alcoi



**Diumenge
27 de maig
a les 11.00 h**

**Lloc d'eixida:
Porta de La Glorieta
(plaça Ramón y Cajal)**

Duració de la ruta: 1 hora. Cal comunicar per avançat l'assistència a la ruta escrivint un correu a info@guanyaralcoi.com o un Whatsapp al 668 82 68 32



SOCIOS DE HONOR



El día 17 de febrero después de la conferencia, durante la cena se nombra Socio de Honor a la Doctora Gloria Cuenca Bescos.



VISITAS AL MUSEO



El día 17 de febrero de 2018 visitan el museo, los Científicos Gloria Cuenca, Iñaki Canudo, Nacho Fierro, Ainara Aberasturi y Mauro Ponsoda, a los cuales desde aquí queremos darles las gracias.

3º ENCUENTRO NACIONAL DE ENTIDADES DE “CIENCIAS DE LA TIERRA”



Los días 2 y 3 de junio, tuvo lugar en Onda (Castellón) el 3º Encuentro Nacional de Entidades de Ciencias de la Tierra, asistiendo a este encuentro cerca de 60 aficionados, venidos desde Barcelona, Madrid, Guadalajara y Alcoy (Alicante). Las asociaciones participantes fueron: Asociación Paleontológica Alcarreña Nautilus de Guadalajara, el ICMGP (Institut Catala de Mineralogía, Gemología i Paleontología) de Catalunya y La Asociación Paleontológica Alcoyana Isurus de Alcoy (Alicante).

ACTIVIDADES EN EL MUSEO



El día 11 de marzo la Asociación Isurus conjuntamente con el MUSEU ISURUS, realizan una actividad para los chavales, una **gymcana** en la cual tendrán que descubrir cinco objetos colocados en las vitrinas del museo y que no tienen ninguna relación con el, posteriormente se realiza una visita guiada a todos los asistentes.



El día 20 de mayo celebramos el **Día Internacional de los Museos**, como siempre con una muy buena acogida por el público.

SALIDAS



Día 4 de marzo, salida geológica al Racó de Juanjo, visitando la cantera y el Castellar.

PALEOAMIGOS 2018



Los días 20 y 21 de octubre, se celebra en Navas de Estena el **PaleoAmigos 2018**, organizado por la Asociación Paleontológica Alcarreña Nautilus, evento que está abierto a todo el público. Por parte de la Asociación Paleontológica Alcoyana Isurus asisten su Presidente (Ángel Carbonell), la Secretaria (María del Carmen Almahano) y el socio (Cristian Carbonell).

NORMES PER A LA PRESENTACIÓ DELS MANUSCRITS

1.- Els originals s'enviaran abans del 30 de juliol del 2019 a l'adreça següent: ISURUS. C/ Pintor Cabrera 61, baixos (03803 Alcoi - Alacant), en suport informàtic o E-mail amb la redacció original, tipus de lletra Arial c/ 12 a doble columna de 8,3 de ample i l'interlineat exacte procesador Word. S'acompanyarà una còpia en paper A-4 per una sola cara, interlineat exacte, amb marges suficients, sense sangries ni tabulacions i amb numeració en les pàgines. Es deixa un model de plantilla en la pàgina web.

2.- Tots els articles estaran encapçalats per títol, autor o autors, el càrrec que ocupen i l'adreça e-mail. Els treballs inclouran un resum en valencià, castellà i anglés, (incloent en aquest últim el títol de l'article), que no superarà els 425 caràcters amb espais. Al final inclourà un glossari amb un màxim de 5 paraules clau en els 3 idiomes. L'estensió mínima de l'article serà de 4 fulls, i la màxima de 8, sense incloure imatges.

3.- Les notes numerades es podran utilitzar per a explicar o ampliar alguna qüestió, però en cap cas per a referències bibliogràfiques. Es presentaran numerades correlativament en un full a banda i seran publicades a peu de pàgina.

4.- Per a les referències bibliogràfiques incloses en el text, s'utilitzarà la citació entre parèntesis de l'autor en minúscules, l'any de publicació i les pàgines de referència, si procedeix.

Exemple:

(Bellod, F. J. & Belda, A., 2006)

(Vicedo, M.; Alonso, M.; De La Torre, A. et al 1998: 121-137)

5.- De la bibliografia esmentada en el text es farà una relació alfabètica al final del treball, en la qual figurarà en majúscula el nom dels autors, seguit de l'any publicació entre parèntesis i les dades de la mateixa. Les referències d'un mateix autor es col·locaran cronològicament de menor a major citant, en totes elles, l'autor. En el cas dels articles de revistes, les pàgines que comprenen el mateix han d'aparèixer al final de la referència.

Exemples:

Libre:

BELLOD, F.J. & BELDA, A. (2006). Plantas medicinales de la Sierra de Mariola. Publicaciones Universidad de Alicante. Murcia. 294pp.

Articles:

VICEDO, M.; ALONSO, M.; DE LA TORRE, A. et al (1998). Aproximación a la caracterización fitosociológica de los carrascales de la Comunidad Valenciana. Itinera Geobotánica, 11: 121-137

6.- Les figures, taules, quadres, gràfics i fotos s'entregaran en suport informàtic amb una resolució de 300 ppp (tif o jpg). Estaran indicades en el text però no es compondran dins del mateix. Les figures es citaran en el text entre parèntesi i seguint l'exemple: (lam. 1), (lam 4-1). Els respectius peus de cada il·lustració aniran en relació a la banda degudament numerats, al final de l'article i mai formant part de la pròpia il·lustració.

7.- Els autors dels articles rebran 1 exemplar de la revista, on apareix la seua publicació.

FORMA D'ADQUIRIR LA REVISTA

La revista de Paleontologia "ISURUS" és de règim intern de l'Associació Paleontològica Alcoiana Isurus, es podrà obtenir per intercanvi o per ser soci de l'associació, no obstant els excedents es posaran a la venda al preu de 6€.

NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE LOS MANUSCRITOS

1.- Los originales se enviarán antes del 30 de julio de 2019 a la siguiente dirección: ISURUS, C/ Pintor Cabrera 61-bajo (03803 Alcoy-Alicante), en soporte informático o E-mail con la redacción original, tipo de letra Arial c/ 12 a doble columna de 8,3 de ancho y el interlineado exacto procesador Word. Se acompañará copia en papel (A-4) por una sola cara, interlineado exacto, con márgenes suficientes, sin sangrías ni tabulaciones y con numeración en las páginas. Se dejará un modelo de plantilla en la página web.

2.- Todos los artículos estarán encabezados por el título, autor o autores, el cargo que ocupan y la dirección e-mail. Los trabajos incluirán un resumen en valenciano, castellano e inglés, (incluyendo en este último el título del artículo), que no superará los 425 caracteres con espacios. Al final incluirá un glosario con un máximo de 5 palabras clave en los 3 idiomas. La extensión mínima del artículo será de 4 folios y la máxima de 8, sin incluir imágenes.

3.- Las notas numeradas se podrán utilizar para explicar o ampliar alguna cuestión, pero en ningún caso para referencias bibliográficas. Se presentarán numeradas correlativamente en una hoja aparte y serán publicadas a pie de página.

4.- Para las referencias bibliográficas incluidas en el texto, se utilizará la citación entre paréntesis del autor en minúscula, el año de publicación y las páginas de referencia, si procede.

Ejemplo:

(Bellod, F.J. & Belda, A., 2006)

(Vicedo, M.; Alonso, M.; De La Torre, A. et al 1998: 121-137)

5.- De la bibliografía citada en el texto se hará una relación alfabética al final del trabajo, en la cual figurará en mayúscula el nombre de los autores, seguido del año de publicación entre paréntesis y los datos de la misma. Las referencias de un mismo autor se colocarán cronológicamente de menor a mayor citando, en todas ellas, el autor. En el caso de los artículos de revistas, las páginas que comprenden el mismo deben aparecer al final de la referencia.

Ejemplos:

Libro:

BELLOD, F.J. & BELDA, A. (2006). Plantas medicinales de la sierra de Mariola. Publicaciones Universidad de Alicante. Murcia. 294 pp.

ARTÍCULOS:

VICEDO, M.; ALONSO, M.; DE LA TORRE, A. et al (1998). Aproximación a la caracterización fitosociológica de los carrascales de la Comunidad Valenciana. Itinera Geobotánica, 11: 121-137

6.- las figuras, tablas, cuadros, gráficos y fotos se entregarán en soporte informático con una resolución de 300ppp (tif o jpg). Estarán indicadas en el texto pero no se compondrán dentro del mismo. Las figuras se citarán en el texto entre paréntesis y siguiendo el ejemplo. (fig 1), (fig 3, 1), (fig 2-5). Las láminas se citarán en el texto entre paréntesis y siguiendo el ejemplo: (lam 1), (lam 4-1). Los respectivos pies de cada ilustración irán en relación aparte, debidamente numerados, al final del artículo y nunca formando parte de la propia ilustración.

7.- Los autores de los artículos, recibirán 1 ejemplar de la revista, donde aparezca su publicación.

FORMA DE ADQUIRIR LA REVISTA

La revista de Paleontología ISURUS es de régimen interno de la Asociación Paleontológica Alcoyana Isurus, se podrá obtener por intercambio o por ser socio de la asociación, no obstante los excedentes se pondrán a la venta un precio de 6€.



Col·labora



Ajuntament d'Alcoi