

GUÍA DE CAMPO

XXXVIII JORNADAS
SEP2023 VALÈNCIA



SOCIEDAD
ESPAÑOLA DE
PALEONTOLOGÍA

**LOS VERTEBRADOS DEL MESOZOICO CONTINENTAL
DE LA COMARCA DE LOS SERRANOS (VALENCIA) y
LOS YACIMIENTOS CÁRSTICOS DEL
MIO-PLIOCENO DEL COMPLEJO
ALMENARA-CASABLANCA (CASTELLÓN)**



**Guía de campo de las XXXVIII Jornadas de Paleontología de la Sociedad Española de Paleontología.
Los vertebrados del mesozoico continental de la comarca de Los Serranos (Valencia) y los yacimientos
cársticos del Mio-Plioceno del complejo Almenara-Casablanca (Castellón).
Suñer-Fuster, M.y Marquina-Blasco, R. (Eds.)**

66 pp, 17,60 x 25 cm
ISBN 13 978-84-09-54315-1

Todos los derechos reservados. Queda prohibida, sin la autorización escrita de los autores y del editor, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, tanto de reprografía como informático.

Portada: a la izquierda, imagen desvirtuada de saurópodo fallecido realizada por Antoni Lacasa para el audiovisual del Museo Paleontológico de Alpuente. A la derecha, ilustración realizada por Óscar Sanisidro como reconstrucción de la fauna y el paleoambiente correspondiente a los yacimientos de Almenara-Casablanca.

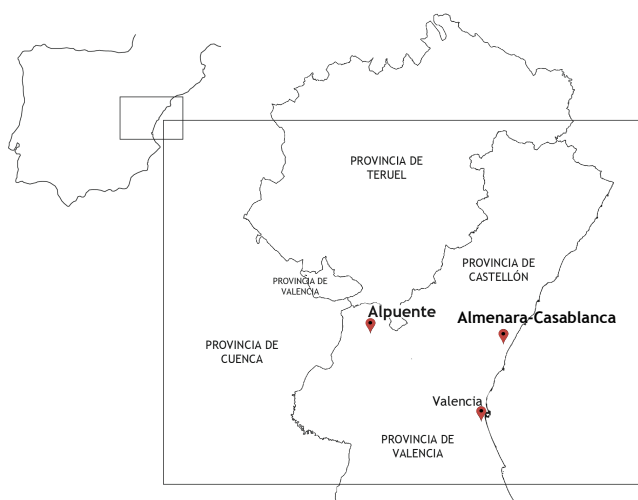
Logo del congreso:
Diseño de Óscar Sanisidro. Basado en el cartel “Valencia. Jardín de España” (1930) de Josep Renau.

© SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PALEONTOLOGÍA
ISBN 13 978-84-09-54315-1

Diseño y maquetación: Maite Suñer

GUÍA DE CAMPO

Salida del 7 de octubre a los yacimientos paleoicnológicos de Corcolilla y Cañada París, visita al Museo Paleontológico y al Aula de Recuperación Paleontológica de Alpuente (Valencia) y a los yacimientos del sistema cárstico de la Muntanyeta Blanca de Almenara-Casablanca.



- p3 LOS VERTEBRADOS DEL MESOZOICO CONTINENTAL DE LA COMARCA DE LOS SERRANOS (VALENCIA)**
- p3** **Incitas de dinosaurio de la Formación Villar del Arzobispo en Alpuente (Valencia), los yacimientos de Cañada París y Corcolilla**
Carlos de Santisteban y Maite Suñer
- p12** **Palinología de los afloramientos del Jurásico Superior de Alpuente: Los paisajes vegetales que habitaron los dinosaurios**
Artai A. Santos, Maite Suñer, Patricia López-Fernández y José B. Díez
- p15** **Los vertebrados mesozoicos de la comarca de Los Serranos (Valencia) y el Proyecto Paleontológico de Alpuente**
Maite Suñer
- p20** **Aula de Recuperación Paleontológica de Alpuente: un espacio para preservar el patrimonio paleontológico y aprender con él**
Maite Suñer, María Dolores Marin-Monfort y Arturo Gamonal
- p33 LOS YACIMIENTOS CÁRSTICOS DEL MIO-PLIOCENO DEL COMPLEJO ALMENARA-CASABLANCA (CASTELLÓN)**
Ana Fagoaga, Rafael Marquina-Blasco y Francisco Javier Ruiz-Sánchez

Ícnitas de dinosaurio de la Formación Villar del Arzobispo en Alpuente (Valencia), los yacimientos de Cañada París y Corcolilla

Carlos de Santisteban¹ y Maite Suñer²

¹Departamento de Botánica y Geología. Universitat de València.
Av. Dr. Moliner, 50, 46100 Burjassot, Valencia, España.

²Museo Paleontológico de Alpuente. Av. San Blas, 17, 46178, Alpuente, Valencia, España.

Introducción

En el término municipal de Alpuente son conocidos y han sido estudiados, un total de 8 yacimientos paleoicnológicos, de los cuales 5 han sido declarados Bien de Interés Cultural (BIC), con la categoría de Zona Paleontológica y otro más ha sido propuesto como tal: yacimiento de Losilla, con hasta 77 improntas ovaladas o subcirculares presentes en un nivel de carbonatos (Figura 1), de entre 10 y 75 centímetros, pero en las cuales no es posible distinguir elementos del autopodio ni rastros claros (Santisteban *et al.*, 2001); las localidades de Arquela (Figura 1.2) y Barranco de la Zorra, en los que se observaban varias estructuras de carga en sección, asociadas al paso de grandes vertebrados (Santisteban y Suñer, 2002; Santisteban *et al.*, 2007); Benicatazara (Figura 1.1) y Fonseca (Figura 1.4), estudiados por Santisteban *et al.* (2007), con varias huellas subcirculares aisladas el primero y un posible rastro el segundo, ambas en niveles de areniscas; yacimiento de El Hontanar, con varias huellas tridáctilas que se presentan como epirrelieves convexos (Santisteban *et al.*, 2007), y los yacimientos de Corcolilla y de Cañada París, que visitamos en esta salida de campo. En estos dos últimos son los yacimientos que hasta la fecha, se han realizado actuaciones con el fin de ponerlos en valor.

Contexto geológico

La Formación Calizas, areniscas y arcillas de Villar del Arzobispo es una unidad estratigráfica de la subcuenca Íbero-Levantina cuyos materiales fueron depositados durante el intervalo Jurásico terminal - Cretácico temprano. Esta subcuenca ocupó el sector sur-occidental del Surco Ibérico Mesozoico, prolongación del margen norte del Tetis en el sector oriental de la Placa Ibérica mesozoica. Los afloramientos de sus materiales se extienden en el ámbito de la Rama Castellano-Valenciana del Sistema Ibérico en la zona norte de la provincia de Valencia y sectores limítrofes de las provincias de Castellón Teruel y Cuenca.

Figura 1. Yacimientos con improntas asociadas al paso de grandes vertebrados. 1. Yacimiento de Benicatazara o Vizcota. 2. Yacimiento de Arquela con estructuras de carga en sección. 3. Yacimiento de Losilla. 4. Yacimiento de Fonseca.



Esta formación fue definida por Mas *et al.* (1984) identificándola con la facies Purbeck, pero litológica-, estratigráfica- y sedimentológicamente, analizada secuencialmente, presenta un mismo patrón de acondicionamiento de facies que los depósitos del Cretácico inferiores a la unidad Formación Calizas con rudistas del Caroch (Santisteban, 2004). Así, en el sector proximal de la Cuenca íbero-Levantina, área del entorno de Alpuente (Valencia) en donde se realiza la presente excursión, existe una unidad sedimentaria de transición con depósitos marinos someros y continentales de edad Jurásico Superior y comprendida entre las formaciones Calizas con Oncolitos de Higuieruelas y las Calizas con rudistas del Caroch. Esta unidad posee un rico patrimonio de yacimientos paleontológicos de vertebrados mesozoicos, principalmente dinosaurios, pero también con cocodrilos, tortugas, peces, e invertebrados marinos (moluscos bivalvos marinos y continentales, gasterópodos, cefalópodos, equinodermos, corales...).

Características de la Formación Villar del Arzobispo

Los materiales de la unidad Formación Villar del Arzobispo tienen un espesor máximo de 650 metros. Se caracterizan por su variedad litológica: calizas, areniscas, limolitas, brechas, arcillas y margas principalmente. Estas litologías están organizadas en secuencias de carácter transgresivo-regresivo, pues en su base predominan depósitos marinos (margas, calizas bioclásticas y coralinas, areniscas de plataforma...) mientras que en el techo poseen arcillas rojas y paleosuelos calcáreos característicos de depósitos continentales (figura 1). En el fulcro de los términos continentales y marinos de cada secuencia se hallan niveles de areniscas blancas micáceas que han sido interpretadas como depósitos de playas y son los materiales en los que se hallan presentes las icnitas de dinosaurios.

Ambientalmente estas litofacies se han interpretado como depósitos formados en un sistema deltaico dominado por procesos de oleaje, pues el rasgo común en toda la extensión de los afloramientos de sus materiales es la presencia de cuerpos de playas. No se han hallado evidencias de depósitos de relleno de canales fluviales (los canales distributarios meandri-formes) en la llanura deltaica ni tampoco de depósitos mareales. Un delta dominado por procesos de oleaje en nuestro entorno son los deltas del Ebro y Ródano.

En su conjunto en estos materiales se han descrito dos asociaciones de facies que se hallan relacionadas lateralmente de proximal a distal y denominadas: Asociación de facies Riodeva y Asociación de facies Baldozar. En la primera predominan secuencias deposicionales con gruesos espesores de arcillas rojas (hasta 10 m), mientras que los términos marinos (margas y calizas) están muy reducidos en espesor o no se presentan. En la asociación de facies Baldozar existe una proporción equilibrada de espesores de depósitos continentales y marinos y normalmente están representadas todas las litologías de la secuencia básica ilustrada en la figura 2.

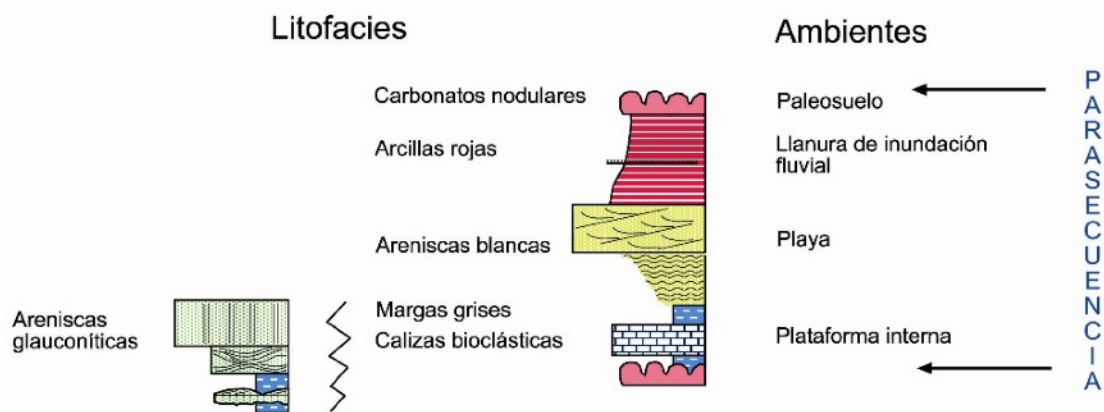


Figura 2. Litofacias y ambientes deposicionales de la formación Villar del Arzobispo en el entorno de Alpuente (Santisteban y Holgado, 2011)

En cualquier punto de la formación, e indistintamente de la asociación de facies, se han reconocido 20 secuencias deposicionales delimitadas por superficies de erosión. Estas superficies que pueden considerarse discordancias erosionales poseen extensiones laterales de centenares de metros a kilómetros y presentan un marcado paleorrelieve fosilizado con diferencias topográficas de hasta 15 metros. Estas superficies se amalgaman lateralmente de forma que cualquier serie medida en los materiales de la Formación Villar del Arzobispo posee el mismo número de secuencias pero que no todas son las mismas por lo que este hecho dificulta la correlación estratigráfica a grandes distancias.

Cada una de estas de estas secuencias deposicionales (de tipo II) puede estar formada por secuencias menores con la composición total o parcial de los términos de la figura 1, y en un número variable entre una y 15 parasecuencias. En su caso los límites de las parasecuencias pueden ser superficies de erosión, superficies de inundación o superficies de exposición con desarrollo de paleosuelos carbonáticos con estructura nodular o prismática.

Las superficies de erosión representan acontecimientos de encajamiento de la red de drenaje fluvial por la caída relativa del nivel del mar. Ello implicó una regresión forzada con una pérdida importante de materiales y la formación de valles incisos convertidos en estuarios no mareales durante la siguiente transgresión marina (Santisteban y Esperante, 2005). Una de las características de las dos asociaciones de facies descritas es la presencia de gruesos cuerpos de areniscas de playa emplazados en canales. De esta manera se han conservado en esta zona solamente los cortejos sedimentarios de caída del nivel del mar (superficies de erosión), el transgresivo y del nivel del mar alto.

El yacimiento de Cañada París se halla en los materiales de la asociación de facies Baldovar, mientras que el de Corcolilla pertenece a la asociación de facies Riodeva.



Figura 3. Vista general (izquierda) e icnita tridáctila (derecha) en el yacimiento de Corcolilla.

Yacimiento paleoicnológico de Corcolilla

Se encuentra situado a 8 kilómetros de la Villa de Alpuente, junto a la CV-350, frente a la aldea de Corcolilla. El yacimiento fue descubierto en 1998 y fue estudiado unos años después por Santisteban *et al.* (2003). En el 2006 fue declarado Bien de Interés Cultural. En él han sido identificadas más de un centenar de huellas y varios rastros sobre areniscas de playa. Las icnitas fueron atribuidas principalmente a terópodos y ornitópodos de varias tallas (Santisteban *et al.*, 2003). Posteriormente Suñer *et al.*, 2016a y Razzolini *et al.*, 2016, realizaron una revisión, a partir de la digitalización del yacimiento empleando la técnica de fotogrametría. Más recientemente se ha llevado a cabo una nueva actuación que incluye la revisión de nuevas superficies con icnitas (distintas a la estudiada en 2003 por Santisteban y colaboradores) y su digitalización. El estudio preliminar apunta a un conjunto de icnitas de tipo *Megalosauripus transjuranicus*, *Dinehichnus* y *Anomoepus*, combinación que, tal y como indican Castanera *et al.* (2020), puede considerarse única en la unidad Villar del Arzobispo.

Por otro lado, y teniendo en cuenta que los restos directos de estos grupos de dinosaurios, son más bien escasos en esta unidad, resulta de interés mencionar los recientes estudios publicados por Sánchez-Fenollosa *et al.* (2021a), sobre un diente de dromorfo y Sánchez-Fenollosa *et al.* (2022b), a partir de algunos fósiles del esqueleto axial y apendicular, de un yacimiento próximo a la localidad de Corcolilla, identificados como un anquilopollexio basal con afinidades a *Camptosaurus*. Dinosaurios que bien podría haber sido los autores de algunas de las icnitas presentes en esta localidad.

Otros elementos de interés que incluye el yacimiento, algunos de los cuales que se describen con más detalle en el siguiente apartado, son la presencia de un salto de falla, un gran número de *burrows*, así como otras estructuras sedimentarias, haciendo este yacimiento las veces de aula o museo al aire libre y un lugar propicio para mostrar a estudiantes algunos conceptos claves de Geología y Biología.

El yacimiento se encuentra acondicionado para las visitas. Antes de su declaración como BIC, el gobierno autonómico, realizó una intervención en la que se instalaron un tejado y una pasarela, con el fin de prevenir y minimizar la degradación del yacimiento. Se dispusieron varios paneles informativos y se habilitó una zona de aparcamiento.

Estratigrafía y sedimentología de los materiales de la localidad del yacimiento de icnitas de Corcolilla

El yacimiento de icnitas de Corcolilla se halla en el tercio inferior de la secuencia de los depósitos de la Formación Villar del Arzobispo en un bloque limitado por fracturas pliocenas.

El afloramiento representa el relleno por depósitos de playa de un canal encajado (*incised valley*) del cual solo se puede observar, por las condiciones de exposición el margen occidental, izquierdo atendiendo a las condiciones del flujo original. El corte de la figura 4 representa una sección oblicua a la línea de costa. Este canal encajado tiene 14 metros de profundidad y forma parte de una superficie de erosión con paleorrelieve extensa lateralmente. Se halla encajado en arcillas y limos rojos de llanura deltaica según el modelo del sistema ambiental propuesto para la Formación Villar del Arzobispo. La base del canal es una unidad de margas azules y brechas poligénicas de un metro de espesor limitada por dos superficies, una basal de erosión que responde a una regresión forzada y un techo que representa el retrabajamiento por el oleaje durante la transgresión posterior.

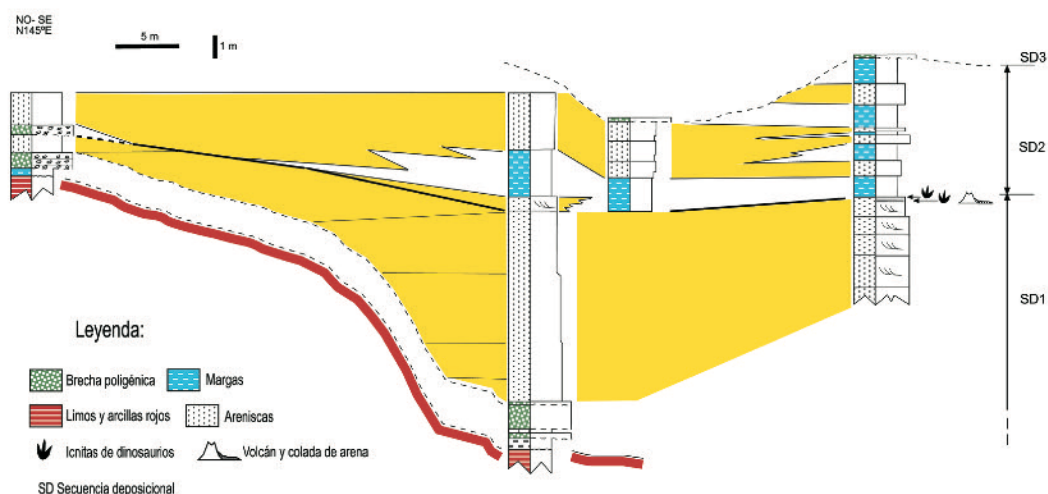


Figura 4. Esquema de correlación estratigráfica del afloramiento que contiene el yacimiento de icnitas de Corcolilla.

El canal encajado se halla relleno por un conjunto de capas lenticulares de arenisca micácea amarillenta en unidades dispuestas en solapamiento transgresivo sobre las margas y brechas poligénicas. Estas unidades poseen en sección estratificación cruzada y laminación cruzada sigmoidal y curvada asintótica con la base de tipo *festoon*. A parte de las numerosas huellas de dinosaurios la superficie del yacimiento presenta otras estructuras. Diversas marcas alargadas de posible origen orgánico, y otras físicas inorgánicas como rellenos de grietas de retracción, coladas de arena fluidificada extruída a partir de volcanes sedimentarios, rizaduras simétricas de oleaje, y marcas de arrastre y encallamiento de fragmentos vegetales por el

reflujo de las olas. La representación de sus parámetros de orientación se muestra en la figura 5 y permite una precisa reconstrucción de las características de la paleopendiente original y su posición con respecto al margen del canal encajado. Su interpretación nos conduce a un medio de playa emplazado en uno de los márgenes de un amplio estuario no mareal durante la inundación transgresiva de un canal encajado.

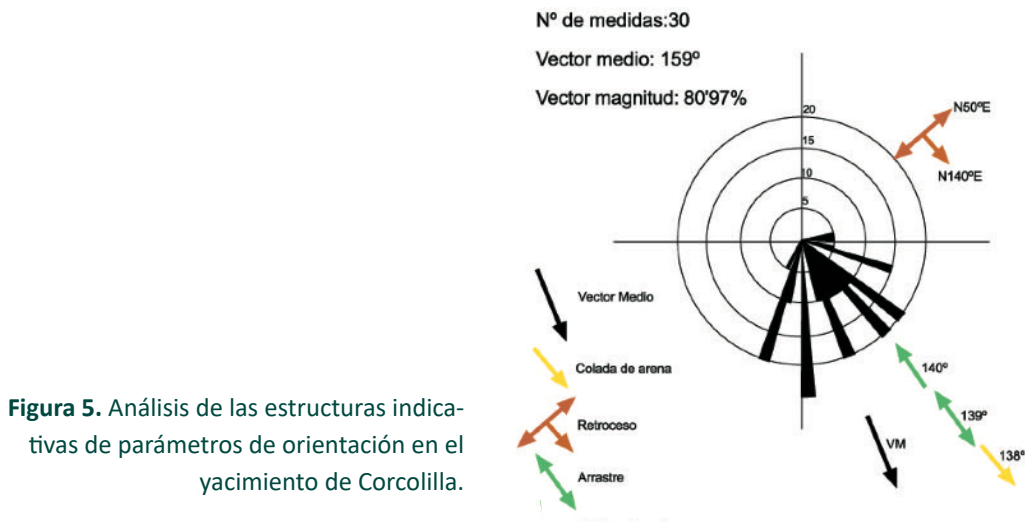


Figura 5. Análisis de las estructuras indicativas de parámetros de orientación en el yacimiento de Corcolilla.

Yacimiento paleoicnológico de Cañada París

Otra de las localidades con icnitas que revierten más interés del municipio de Alpuente, es el de Cañada París II. El yacimiento fue hallado en 2002 por el autor del presente trabajo y próximo al yacimiento icnológico fueron hallados también varios elementos óseos en superficie, por parte de la autora de este trabajo, localidad esta última que se denominó Cañada París I. Se han realizado varias intervenciones en el yacimiento, la primera de ellas en el año 2003 en la que se limpió la superficie y se recuperaron algunos fósiles de Cañada París I, posteriormente tuvieron lugar otras dos intervenciones, una en 2006 donde se retiró una parte importante de la capa situada por encima de las icnitas (Figura 6.1) y se tomaron unas primeras medidas (resultados que fueron presentados por Santisteban y colaboradores en 2009) y otra de mantenimiento en 2014 en la que se tomaron también muestras para el estudio de microfósiles. En febrero de 2015, fue aprobada la declaración de este lugar como Bien de Interés Cultural (BIC). Con el fin de acondicionar el yacimiento para las visitas, se acometió una nueva intervención dos años después, incorporando la cartelería y una pequeña pasarela. La última actuación fue llevada a cabo en 2021 a la vista del estado de deterioro que presentaba el yacimiento (Figura 6.2 y 6.3). Se consideró entonces conveniente la realización por un lado, y con ayuda de fotogrametría, de un estudio de las condiciones de drenaje pluvial que podían estar causando erosión superficial en el yacimiento, y por otro la caracterización del sustrato, para conocer su estado de conservación y los procesos y mecanismos de alteración. A partir de los resultados y conclusiones obtenidos se desarrollaron diver-



Figura 6. Imágenes tomadas en el yacimiento de Cañada París. 1. Trabajos de excavación y limpieza en el yacimiento realizados en 2006 con la colaboración de investigadores y personal del ICP. 2. Detalle de un par de icnitas mano-pie del yacimiento de Cañada París en la que puede apreciarse el diaclasado en la superficie del estrato. 3. Vista aérea tomada con dron, durante la intervención de 2021 realizada en colaboración con la empresa PaleoyMas SL.

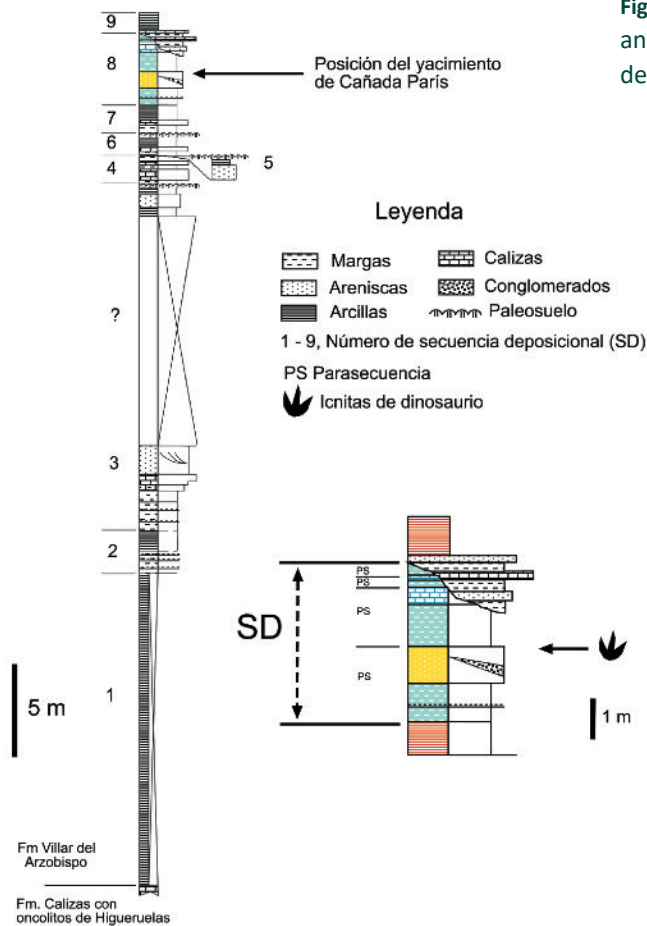
sas tareas para la estabilización y frenado de la disgregación y caída de fragmentos de la capa con icnitas: se reconstruyeron muretes de contención caídos, se desvió el agua de escorrentía, y se vaciaron y rellenaron grietas y fisuras, entre otros.

En el yacimiento se han identificado alrededor de 50 icnitas sobre un nivel de areniscas. Entre ellas pueden distinguirse claramente 2 rastros prácticamente paralelos. El primero de ellos está constituido por al menos 22 icnitas (diez pares de huellas y otras dos aisladas). Las interpretadas como manos, situadas por delante, más pequeñas y con forma semilunar o de herradura de hasta 37 cm de largo y 44 de ancho y las correspondientes a los pies, más grandes y con morfología circular u ovalada con unas dimensiones de hasta 62 cm de largo y 50 cm de ancho (Figura 6.2). Existen además, una veintena de impresiones aisladas con morfología circular o de media luna y con dimensiones algunas de hasta 73 cm de largo y 65 cm de ancho. Todas estas icnitas se interpreta que pudieron ser producida por un dinosaurio de tipo saurópodo.

El segundo rastro se compone de 7 impresiones tridácticas. Las características morfológicas son propias de un dinosaurio bípedo, sin poder ser asignadas claramente a ningún grupo concreto, aunque algunos rasgos podrían hacer pensar en un rastro de tipo carnívoro, un terópodo de talla media.

Estratigrafía y sedimentología de los materiales de la localidad del yacimiento de icnitas de Cañada París

El yacimiento de icnitas de Cañada París está estratigráficamente emplazado en la parte inferior de la Formación Villar del Arzobispo, a 48 metros por encima del techo de las Calizas con oncolitos de Higuieruelas. Se halla en una secuencia deposicional de 4'5 m de potencia limitada en la base por arcillas rojas con restos de un paleosuelo y en el techo por una superficie de erosión que es la base de un canal encajado de otra secuencia deposicional superior (figura 7). La secuencia deposicional que contiene la capa con las icnitas está formada por cuatro para-



secuencias constituidas por margas y areniscas o margas y calizas con bioclastos de fauna marina (equinodermos, miliólidos y ostreidos). El yacimiento de icnitas se encuentra en la parasecuencia inferior que tiene un espesor de 1'80 metros, en el techo de una capa de areniscas micáceas amarillentas. Las cuatro parasecuencias constituyen parte del cortejo transgresivo de la secuencia deposicional por lo que su superposición implica pulsos transgresivos menores. Esta circunstancia se repite en la mayoría de los yacimientos de huellas de dinosaurios de la zona por lo que un factor de preservación favorable ha podido ser la inundación de la superficie en la que están impresas y la cementación temprana en medio acuático. En este yacimiento la superficie que contiene las icnitas presenta un grado de irregularidad menor, pero no es lo suficientemente lisa para la preservación de otras estructuras sedimentarias salvo una estratificación cruzada de tipo planar hacia el SO en una dirección condicionada por la componente de corte de los afloramientos.

Las icnitas se hallan en un nivel de areniscas de grano medio – grueso con un espesor de 1 m y 10 cm. Este nivel posee una base neta erosiva y un techo neto definido por un contraste litológico con lutitas grises. La capa de areniscas aflora con una dirección N24°E y posee un

buzamiento de 20° hacia el ONO. A diez centímetros por debajo del techo de la capa de areniscas hay una inter-lámina de limos azules, con un grosor menor de 3 cm, que recubre una superficie interna que contiene huellas de dinosaurios. La forma en cuña de este cuerpo de areniscas, su inclusión entre materiales marinos someros, su estratificación interna cruzada, y el hecho de presentar, próximo a su techo, huellas de dinosaurios, nos permite interpretarlo ambientalmente como un depósito formado en un ambiente de playa. Concretamente las huellas habrían sido impresas sobre la tras-playa (*backshore*) y parte superior de la zona de batida del oleaje (*upper foreshore*).

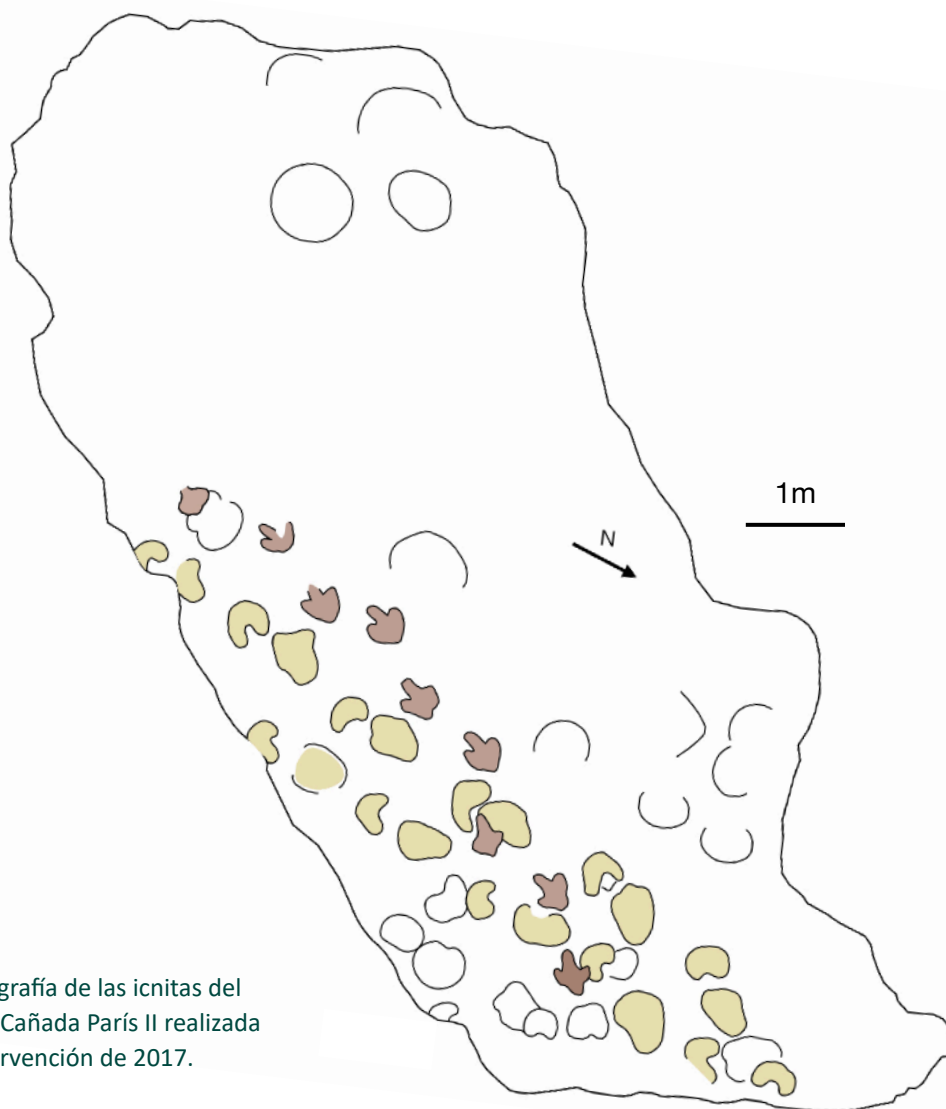


Figura 8. Cartografía de las icnitas del yacimiento de Cañada París II realizada durante la intervención de 2017.

Palinología de los afloramientos del Jurásico Superior de Alpuente: Los paisajes vegetales que habitaron los dinosaurios

Artai A. Santos^{1,2,3}, Maite Suñer⁴, Patricia López-Fernández³ y José B. Diez³

¹Instituto de Geología (ERNO) UNAM, 83000, Hermosillo, México.

²Swedish Museum of Natural History, Svante Arrhenius v. 9, SE-104 05, Estocolmo, Suecia

³Centro de Investigación Mariña, Universidade de Vigo (CIM-UVIGO), Vigo, España

⁴Museo Paleontológico de Alpuente. Av. San Blas, 17, 46178, Alpuente, Valencia, España

El área de Alpuente ha sido ampliamente estudiada desde el punto de vista sedimentológico y paleontológico. Son numerosos los restos fósiles de vertebrados e invertebrados reportados en las localidades de la comarca de Los Serranos, conocida especialmente por sus registros de dinosaurios del Jurásico Superior (e.g., Suñer, 2016). Sin embargo, muy poco se conoce hasta el momento sobre la paleobotánica jurásica de esta área.

Para inferir las comunidades vegetales de la zona durante el Jurásico Superior se han tomado muestras para estudios palinológicos de un total de 17 yacimientos de dinosaurios del Jurásico Superior en el área de Alpuente. Las muestras han sido procesadas siguiendo métodos estándar en palinología. Los resultados preliminares arrojan una importante variedad de palinomorfos, con cerca de 70 taxones fósiles, incluyendo granos de polen de coníferas, benettitales y cicadales, esporas de pteridófitas (helechos) y briófitas (musgos), así como esporas de hongos. En la mayoría de los yacimientos solo se han recuperado palinomorfos continentales, sin embargo, en algunos se han encontrado organismos marinos o de agua salobre como ficomas algales de prasinófitas, acritarcos, y dinoflagelados que sugieren episodios sedimentarios con cierta influencia marina.

De los 17 yacimientos que se están estudiando destacan las asociaciones palinológicas de Cañada París (en estudio), de Los Ganchos (resultados preliminares presentados en López-Fernández *et al.*, 2021; 2022) y especialmente del yacimiento de Corcolilla. Este último yacimiento es conocido por sus icnitas de diferentes tipos de terópodos y ornitópodos, y actualmente se ha conseguido recuperar una rica asociación palinológica que contribuye a su caracterización paleoambiental, con la reconstrucción de la vegetación y del paisaje del momento. Se han identificado un total de 35 morfoespecies de granos de polen y esporas de plantas terrestres, sin encontrar evidencia de ningún elemento marino. El taxón mayoritario en estos niveles (y en casi la totalidad de los yacimientos Jurásicos de Alpuente) ha sido *Classopollis* sp. (Figura 1.F), se trata de polen de coníferas relacionadas con la familia Cheirolepidiaceae, actualmente extinta. Sin embargo, esta familia fue muy abundante durante el Jurásico, y es uno de los taxones más representativos en otros yacimientos del Jurásico Superior de la península (e.g., Diéguez *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2022a, 2022b). Las plantas productoras de *Classopollis* eran árboles que podían alcanzar grandes dimensiones y formaban bos-

ques adaptados a climas áridos o costeros. Su presencia en el área de estudio indicaría condiciones de aridez, posiblemente de carácter estacional, con cierta proximidad a la línea de costa (Abbink *et al.*, 2004).

Tras *Classopollis*, los palinomorfos más abundantes han sido *Cyathidites* spp. (Figura 1.C) y *Aequitriradites spinulosus* (Figura 1.A). El género *Cyathidites* presenta afinidades botánicas con helechos de las familias Cyatheaceae y Matoniaceae (Filatoff, 1975). Mientras que *Aequitriradites spinulosus* ha sido relacionado con diferentes grupos de musgos (briofitas). Aunque se infiere un clima árido, la presencia de estos dos grupos, y especialmente de *Aequitriradites spinulosus* cuya planta productora presentaba elevadas necesidades hídricas, sugiere la presencia de hábitats localmente húmedos, como ambientes de influencia lacustre o pequeños estanques.

Otros palinomorfos han sido identificados, aunque en menor proporción, destacando la presencia de *Cycadopites* sp., que presenta afinidades botánicas con las cicadales/bennettitales, que también formarían parte de los bosques de coníferas que dominarían el paisaje en el área de Alpuente durante este período. La presencia de otras esporas trilete como *Deltoidospora* spp. o *Kuklisporites* sp. relacionadas con las pteridófitas, evidencia también la diversidad de helechos que formaron parte de estas comunidades vegetales jurásicas, estos helechos de porte herbáceo y arbustivo posiblemente conformaban el sotobosque y el estrato rastrero bajo el dosel de árboles en los bosques de coníferas que servirían de refugio y fuente de alimentación a los diferentes dinosaurios herbívoros hallados en estos niveles. Este tipo de comunidades vegetales no serían únicas de la zona de Alpuente, en otros niveles del Jurásico Superior de la península ibérica también se han reportado comunidades vegetales relativamente similares, dominadas por bosques de coníferas de la familia Cheirolepidiaceae, como en la costa jurásica de Asturias (Santos *et al.*, 2022a, 2022b) o en la costa jurásica de Portugal (Mohr y Schmidt, 1988).

La edad del yacimiento de Corcolilla ha sido previamente atribuida al Jurásico Superior (Santesteban *et al.*, 2003) y Campos-Soto *et al.* en 2019, señalan una edad de Kimmeridgiense-Titoniense para la unidad Villar del Arzobispo en esta área, no obstante, la falta de datos sobre fósiles con valor cronostratigráfico en el yacimiento no había permitido una mayor precisión. Sin embargo, algunos de los palinomorfos recuperados pueden aportar algo más de información a los niveles estudiados, ya que la asociación palinológica descrita es característica del Jurásico Superior. Se observa, por un lado, la presencia de *Aequitriradites spinulosus* en el yacimiento que indica una edad Kimmeridgiense o posterior, ya que la evidencia más antigua de este género en Europa está en el Kimmeridgiense de Asturias (Santos *et al.*, 2022a). Adicionalmente, el género *Cicatricosisporites* presenta su aparición más antigua a nivel global en el Oxfordiense, aunque es muy inusual su presencia en niveles pre-Kimmeridgienses (Dettmann y Clifford, 1992). Por lo tanto, en base a estas interpretaciones palinológicas preliminares, la edad más probable del yacimiento sería Kimmeridgiense o Titoniense.

En relación a los macrorestos de plantas fósiles encontrados en la comarca, son frecuentes los fragmentos de madera fósil (algunos de tamaño considerable), las impresiones o restos

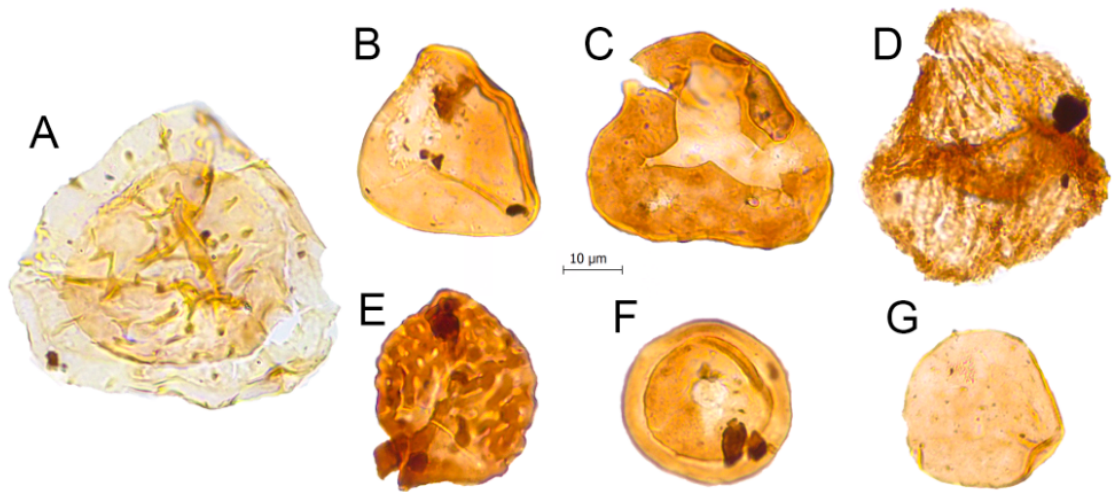


Figura 1. Muestra de algunos de los palinomorfos más representativos del Jurásico Superior de Alpuente (Yacimiento de Corcolilla; CORCO-1). **A.** *Aequitriradites spinulosus*; **B.** *Deltoidospora* sp.; **C.** *Cyathidites australis*; **D.** cf. *Cicatricosisporites* sp.; **E.** *Klukisporites* sp.; **F.** *Classopollis* sp.; **G.** *Spheripollenites psilatus*.

foliares, y también han sido encontradas más recientemente algunas semillas carbonizadas. Entre los macrorestos fósiles se han identificado a lo largo de los dos últimos años, varios géneros de gimnospermas y pteridófitas, siendo los más abundantes *Geinitzia* sp., *Brachyphyllum* sp., y *Cladophlebis* spp. Igualmente, durante este periodo de tiempo hemos realizado otros estudios sobre este material, incluyendo análisis de cutículas, SEM, o Micro-CT para el estudio de semillas y coprolitos. Esperamos que estos análisis adicionales permitan un mayor conocimiento sobre la flora del Jurásico Superior y una mejor interpretación paleoambiental de la zona.

Los vertebrados mesozoicos de la comarca de Los Serranos (Valencia) y el Proyecto Paleontológico de Alpuente

Maite Suñer*

*Museo Paleontológico de Alpuente. Av. San Blas, 17, 46178, Alpuente, Valencia, España

Introducción histórica

Las primeras reseñas sobre la existencia de fósiles de dinosaurios en la comarca de Los Serranos, datan de 1915 y los años 20, como las de Trullenque (1915), Beltrán (1920) o Royo y Gómez (1925; 1926a y b). Más adelante encontramos las de Rothé (1959) y Lapparent (1966). Todos estos trabajos fueron fundamentales para la reactivación posterior del estudio de los dinosaurios en la comarca. Ya en los años 80, los Drs. J.V. Santafé y L. Casanovas, investigadores del Institut de Paleontologia Miquel Crusafont de Sabadell, comenzaron una serie de campañas de excavación e iniciaron el estudio detallado de los fósiles recuperados, el resultado de la cuales dio lugar, entre otros, a la descripción de una nueva especie de saurópodo: *Losillasaurus giganteus* Casanovas-Cladellas, Santafé y Sanz 2001, hallado en el yacimiento de La Cañada, próximo a la aldea de Losilla de Aras (término de Aras de los Olmos), y clasificado como un turiasario por Royo-Torres *et al.* 2006 -más detalles sobre este ejemplar pueden encontrarse en Gascó-Lluna (2022)-. Estos trabajos dieron lugar también por otro lado al hallazgo, por primera vez en España, de fósiles de estegosaurios del género *Dacentrurus* como son los del yacimiento de Cerrito del Olmo, cercano a la aldea de La Almeza (municipio de Alpuente) (Casanovas-Cladellas *et al.* 1999 y referencias en él) -ambos ejemplares, tanto el holotipo de *Losillasaurus*, como los fósiles de estegosaurio, se encuentran actualmente depositados en el Museo de Ciencias Naturales de Valencia-. En los siguientes años se produjo un relevo, y a partir de los trabajos llevados a cabo por un equipo de la Universitat de Valencia y el Institut de Paleontologia de Sabadell, encabezado por los doctores Carlos de Santisteban y Àngel Galobart, se llevó adelante un proyecto de desarrollo local con base científica y centrado en el patrimonio paleontológico.

El presente trabajo trata de recopilar los diferentes estudios desarrollados y la labor de puesta en valor y divulgación científica realizados a lo largo de estas dos últimas décadas a partir de estos proyectos.

Vertebrados fósiles de la Formación Villar del Arzobispo en el área de Alpuente

El estudio de la Formación Calizas, areniscas y arcillas de Villar del Arzobispo, ha proporcionado numerosas localidades con fósiles de vertebrados, atestiguando una gran diversidad de taxones en la zona a finales del Jurásico. Concretamente, el conjunto faunístico de vertebrados estaba constituido principalmente por dinosaurios saurópodos y estegosaurios, y aun-

que hallados en menor número, por terópodos, ornitópodos y otros vertebrados asociados a ambientes acuáticos.

El grupo de los saurópodos está representado fundamentalmente por restos directos; se han hallado tanto esqueletos parciales como huesos aislados de turiasaurios, diplodocoideos y macronarios, entre los que se incluyen Titanosauriformes no titanosaurios (Suñer, *et al.* 2009, 2016b, 2018, 2022). De entre ellos, destacar el ejemplar recuperado en el yacimiento de Baldozar - La Nigueruela, el cual fue eje vertebrador del Proyecto Paleontológico de Alpuente. El estudio macroscópico e histológico realizado indica que se trata de un individuo subadulto, el cual presenta además una combinación de caracteres plesiomórficos y apomórficos, presentes en distintos grupos de saurópodos. En 2016b, Suñer y colaboradores lo clasifican como *Macronaria* indet., no obstante, es posible que una comparación con los hallazgos realizados en los últimos años en otros afloramientos de la Fm Villar y de la Cuenca Lusitánica permita una mayor aproximación sistemática. Otro de los ejemplares estudiados es el del yacimiento de Los Ganchos, considerado como un braquiosaurio indeterminado por presentar los metacarpales largos y con una morfología esbelta, y una falange ungueal en el primer dedo reducida (Suñer *et al.*, 2009, 2022)

Con respecto a los estegosaurios, hasta la fecha, los ejemplares estudiados han sido asociados a *Stegosauridae* y al género *Dacentrurus*; destacamos sin embargo los últimos estudios realizados a partir de material fragmentario (Sánchez-Fenollosa *et al.* 2022a), y la realización de un Trabajo de Fin de Máster (Sánchez-Fenollosa, 2021) y otro de Tesis Doctoral actualmente en marcha.

La información con la que contamos a nivel sistemático en relación al grupo de los terópodos es escasa, al ser fragmentarios y menos abundantes sus restos, pero se confirma la presencia de al menos 3 morfotipos a partir de los dientes encontrados; dos de ellos son asociados a algún tipo de tetanuro megalosaurio y otro a un alosaurio, lo cual es coherente con lo observado en los yacimientos con icnitas de Corcolilla y El Hontanar, con huellas atribuidas (entre otros) a grandes terópodos.

El registro de ornitópodos se basaba hasta hace escaso tiempo en restos indirectos, como son algunas de las icnitas tridáctilas del yacimiento de Corcolilla. La revisión de material de-

En la página siguiente:

Figura 1. Composición de imágenes que ilustra los distintos grupos estudiados hasta la fecha en la comarca de Los Serranos. Saurópodos: ilustración de *Macronaria* basal realizada por Francisco Gascó para el Museo Paleontológico de Alpuente. *Losillasaurus* y *Brachiosaurus* realizados por Óscar Sanisidro para el proyecto Dinosaurios del Levante Peninsular (Poza *et al.*, 2008), fotografías de Ángel Galobart y de la autora. Tirosoforos: vértebra cervical de *Dacentrurus* del yacimiento de Cerrito del Olmo, imagen de Ángel Galobart, fotografía de la autora de corpóreo de *Dacentrurus armatus*. Terópodos: fotografía en MEB y diente de terópodo estudiado por Abella y Suñer (2004), *Allosaurus* realizado por Óscar Sanisidro para el proyecto Dinosaurios del Levante Peninsular (Poza *et al.*, 2008). Ornitópodos: diente de dromorfo estudiado por Sánchez-Fenollosa *et al.* 2021a y reconstrucción de *Camptosaurus* y bernisártido de Adrián Blázquez para su TFM (2021). Otros vertebrados: a la izquierda, reconstrucción de *Machimosaurus* realizada por Rafa Doñate para el Museo Paleontológico de Alpuente. A la derecha, imagen de MEB tomada de Sánchez-Fenollosa *et al.* 2021b, imagen en cámara clara de fragmento distal de húmero de albanerpentónido de Marquina-Blasco *et al.* (2020) realizada por el primer autor. Yacimientos con icnitas: cartografía modificada de Santisteban *et al.*, 2003, imagen de detalle en falso color de una de las icnitas de Corcolilla (Castanera *et al.*, 2020).

Turiasaurios

Diplodocoideos

Macronarios

TitanoSauRiformes

SAURÓPODOS



TIREÓFOROS

Dacentrurus y formas afines.

Un MEGALOsáurido y

un ALOsáurido

(A partir de 3 morfotipos de dientes y 1 de icnitas).



TERÓPODOS

ORNITÓDODOS

Un anquilopollexio

Un driomorfo

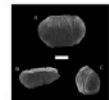
Y dos morfotipos de icnitas



Un mesoeucrocodilio bernissartiDo

Un anfibio albanerpetóntido

Un teleosáurido, *MachiMosaurus* sp.

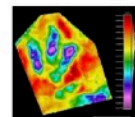
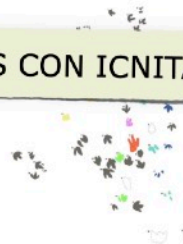


OTROS VERTEBRADOS

YACIMIENTOS CON ICNITAS FÓSILES

2 yacimientos icnológicos puestos en valor

5 yacimientos declarados Bien de Interés Cultural



positado en el Museo Paleontológico de Alpuente, ha permitido descubrir sin embargo, la presencia un diente de dromorfo y varios elementos del esqueleto axial y apendicular de un ornitópedo anquilopollexio indeterminado (Sánchez-Fenollosa *et al.* 2021a y 2022b, respectivamente).

En relación a la presencia de fósiles de otros vertebrados en la comarca, lo cierto es que son bastante escasos y fragmentarios, y en general han sido poco estudiados. En 1926a, Royo y Gómez citaba los fósiles de un gran teleosáurido marino del género *Machimosaurus*. El descubrimiento de nuevas localidades y, una vez más, la revisión de material donado y depositado en el Museo Paleontológico de Alpuente años atrás por algunos vecinos, permitieron de nuevo confirmar su presencia (Gamonal *et al.* 2018, 2019). Por otra parte, se ha podido constatar también la existencia de cocodrilos semiacuáticos de agua dulce de tipo bernisárido (Sánchez-Fenollosa *et al.* (2021b) y goniofólido. Para completar el listado faunístico, mencionar que son comunes los fragmentos de placas de tortuga -por el momento solamente atribuibles a Testudines indet. (Gamonal *et al.* 2018)- y las escamas y dientes aislados de peces osteíctios. En cuanto a los anfibios, se han identificado en el yacimiento de Cañada París I, restos pertenecientes a un pequeño albanerpetóntido (Marquina-Blasco *et al.*, 2020).

Aspectos tafonómicos de los yacimientos con vertebrados

Además de los trabajos sistemáticos llevados a cabo en la comarca, algunas de las actuaciones realizadas se han centrado también en identificar y evaluar los distintos agentes y procesos que han intervenido en la formación de los diferentes yacimientos, con el fin de tratar de reconstruir la historia tafonómica de los mismos (Suñer *et al.* 2018, Marin-Monfort *et al.* 2023). Las asociaciones fósiles estudiadas hasta la fecha están constituidas principalmente por una acumulación de numerosos huesos fósiles de un solo individuo y por dientes, huesos o fragmentos de huesos aislados. Son sin embargo menos numerosos los yacimientos identificados y estudiados en los que la asociación fósil está compuesta por varios taxones, como son los de By Pass (Suñer y Martín, 2009), Cañada Judía (Gamonal *et al.* 2018) o Corral de Marín (Marin-Monfort *et al.* 2023).

El estado de conservación que presentan algunos de los ejemplares recuperados, en combinación con los resultados obtenidos en los estudios sedimentológicos y de estratigrafía secuencial, permiten por ejemplo observar determinados patrones que nos ayudan a explicar cómo y dónde se hallan los yacimientos de fósiles estudiados, tanto de restos directos como indirectos (Santisteban, C. de y Santos-Cubedo, A. 2008, 2009, 2010a, 2010b; Suñer, 2016).

Se desea resaltar además que, entre el material hallado en la zona y depositado en el Museo Paleontológico de Alpuente, se cuenta con las primeras evidencias europeas de cámaras pupales de insectos en fósiles del Jurásico Superior (Marin-Monfort *et al.* 2016), y que la tafonomía ha sido también una herramienta con la que sensibilizar a visitantes y la población, cuyo rol es crucial en la identificación y protección de los yacimientos y fósiles (Suñer y Marin-Monfort-2020).



Figura 2. Imagen del interior del museo Paleontológico de Alpuente.

El proyecto y el Museo Paleontológico de Alpuente

De los hallazgos citados, el que sin duda fue uno de los más emblemáticos, fue la localización en 1998 del esqueleto de un saurópodo en las proximidades de la aldea de Baldovar (Alpuente). En 2001 se habilitó un espacio donde poder trabajar con estos fósiles, el Aula de Recuperación Paleontológica (Suñer y colaboradores en este volumen), iniciándose así la primera fase de este proyecto. Posteriormente se impulsó la creación de lo que es hoy el Museo Paleontológico de Alpuente, que abrió sus puertas en el año 2006, y que recoge una muestra de algunos de los fósiles más representativos de la comarca, tanto de vertebrados como de invertebrados marinos, y se complementa con fósiles de restos vegetales, minerales, rocas y estructuras sedimentarias.

El museo es de titularidad municipal y fue reconocido por la Conselleria de Cultura con la Tipología de Museo de Ciencias Naturales e Historia Natural. (RESOLUCIÓN del 6 de septiembre de 2006; DOCV 5373 de 24.10.2006).

Todo esto, junto con la puesta en valor de los yacimientos con icnitas, la creación de otros espacios con interés paleontológico y la realización de actividades de carácter científico, educativo y turístico desde el Museo Paleontológico de Alpuente, ha ido alimentando un proyecto de desarrollo rural que ha supuesto la protección, conservación, estudio y divulgación del patrimonio. Su puesta en marcha ha atraído público a la zona, lo que ha generado actividad económica y ha ayudado a la fijación de población, además de cumplir una labor social para con la población local y la comunidad educativa.

Aula de Recuperación Paleontológica de Alpuente: un espacio para preservar el patrimonio paleontológico y aprender con él

Maite Suñer¹, María Dolores Marin-Monfort^{2,3} y Arturo Gamonal¹

¹Museo Paleontológico de Alpuente. Av. San Blas, 17, 46178, Alpuente, Valencia, España.

²SINGEOSUR, Departamento de Geología Universidad Nacional del Sur (UNS)-CONICET, B8000CPB Bahía Blanca, Argentina.

³Departamento de Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), 28006 Madrid, España.

Introducción

En el año 2001, antes incluso de que el Museo Paleontológico de Alpuente abriera sus puertas, el Ayuntamiento de Alpuente, en colaboración con la Diputación Provincial de Valencia y la Universitat de València, equipó de manera modesta un laboratorio de paleontología en un edificio del siglo XIX en el que fue la antigua escuela de niños. Actualmente, este espacio cuenta con dos áreas de trabajo: el laboratorio de paleontología, situado en la primera planta y un área de didáctica en la planta baja.

El trabajo con macrovertebrados fósiles en el laboratorio de paleontología de Alpuente

Una vez acabada la etapa de campo, es habitual que los restos recuperados pasen por un proceso de preparación en el laboratorio. Este proceso permite que los fósiles queden dispuestos para su estudio y/o exposición asegurando en todo momento su adecuada manipulación.

Los fósiles más comunes en la comarca de La Serranía que requieren de este proceso, son los huesos de macrovertebrados, principalmente reptiles mesozoicos. A continuación, se detalla el proceso que se realiza en el Aula de Recuperación Paleontológica de Alpuente, destacando los materiales, herramientas y técnicas empleadas para ello.

Los fósiles llegan al laboratorio desde los yacimientos generalmente envueltos con algún tipo de protección. En ocasiones, simplemente se encuentran en bolsas con etiquetas, en otros casos pueden presentar algún engasado u otro tipo de refuerzo como protecciones de escayola o de espuma de poliuretano expandido. El primer paso suele ser realizar la apertura y retirada de estas protecciones, de manera paulatina conforme se va retirando la matriz que pueda quedar junto con el fósil (ver Suñer *et al.* 2007, para más detalles). Para este propósito, se utilizan diversas herramientas, desde radiales y vibroincisores hasta bisturís o palos de naranjo, en función de la dureza y composición de la matriz, la fragilidad y el estado de preservación del fósil. En ocasiones, es necesario usar solventes como agua, acetona o alcohol etílico, solos o combinados, para ablandar el sedimento.

Suele ser común consolidar los materiales fósiles para dar mayor cohesión a la pieza, aunque no siempre es necesario. Habitualmente, se emplea el mismo consolidante que se utilizó en

el campo, en concentraciones similares, aplicándolo mediante inyección, goteo, brocha, o inmersión total o parcial del fragmento. El consolidante empleado se compone de una resina acrílica, Paraloid B72® en este caso, disuelta en acetona a diferentes concentraciones (entre el 2 y el 5%).

Seguidamente se procede a la reconstrucción y unión de fragmentos en los fósiles. El éxito de la reconstrucción depende de diversos factores, incluida la documentación y etiquetado de las piezas durante los trabajos en el campo, que facilitarán en mayor o menor medida esta tarea. La elección del adhesivo va a depender de las propiedades y características del producto, así como de las del espécimen y el uso futuro. Los fragmentos más pequeños se pegan con la misma resina acrílica empleada como consolidante (Paraloid B72®) disuelta en acetona, pero en concentraciones más elevadas (entre el 10 y 20%). Para fragmentos de mayor tamaño y peso, se viene utilizando una resina epoxídica y tixotrópica tipo Araldite® rápido. Con el objetivo de hacer reversible el proceso se aplica una capa intermedia aislante entre la zona de fractura y el adhesivo, utilizando una solución de la misma resina consolidante a una concentración alta (al menos el 15%) aplicada con brocha sobre la superficie a unir. Para facilitar la adhesión, especialmente en fragmentos grandes, se utilizan “cajas de arena o de arenado”, en las que el fósil se entierra parcialmente para estabilizarlo y poder adherir los fragmentos deseados.

En los casos que se considera necesario rellenar grietas o zonas en las que se ha perdido parte del ejemplar, se lleva a cabo una reintegración de tipo lagunar con el fin de reforzar y conservar la integridad del fósil. Para ello se usa una resina epoxídica y tixotrópica, como el Araldite® SV427, de color marrón y distinguible del fósil original, junto con su correspondiente endurecedor.

Destacar del proceso de preparación la complejidad para trabajar algunas de las piezas, y mencionar también el empleo de una técnica que se ha denominado “de volteo” (Suñer *et al.* 2022), la cual ha sido empleada en piezas planas (elementos de la cintura escapular y pélvica de saurópodo), por ser frágiles, estar muy fragmentadas (con fracturas ortogonales o en

Figura 1. Vista general de la zona de laboratorio del Aula de recuperación paleontológica.



mosaico, derivadas de causas diagenéticas) y presentar una ligera separación y acumulación de sedimento entre los fragmentos. El procedimiento de la nueva técnica descrita comienza con la extracción de la cama rígida, eliminando el sedimento superficial de manera mecánica o utilizando algún disolvente según convenga (Figura 2.1). Se procede a consolidar por goteo y en profundidad y a retirar poco a poco el sedimento de entre las grietas (Figura 2.2). Conforme se va eliminado el sedimento, se va de nuevo consolidando (Figura 2.3), y se aplica seguidamente la resina adhesiva (con o sin carga de sílice micronizado) (Figura 2.4) y una vez pasado el tiempo de curado de esta, se incorpora la resina reintegrante (Figura 2.5). A continuación, se realiza una cama rígida provisional (confeccionada con escayola o espuma de poliuretano), se voltea (Figura 2.6) y se repite el proceso de eliminación de sedimento de las grietas hasta alcanzar la resina aplicada por el otro lado. El empleo de esta técnica permite que cada fragmento se mantenga en su sitio y la pieza no quede deformada, evitando así posibles alteraciones derivadas de factores tráficos.



Figura 2. Imágenes que ilustran el proceso de la técnica “de volteo”. Los detalles de las mismas se describen en el texto.

Criterios seguidos en las intervenciones

De manera generalizada, se intenta que las intervenciones se realicen únicamente cuando sean necesarias para garantizar la estabilidad del fósil y pueda ser estudiado de manera adecuada. Se tiene en cuenta que las intervenciones que reciban los ejemplares fósiles sean lo menos invasivas posibles, la reversibilidad y perdurabilidad de las mismas y se priorizan los criterios científicos sobre los estéticos. Durante este proceso se trata de preservar el máximo de información contenida en el fósil, evitando, entre otros, eliminar alteraciones tafonómicas presentes o incorporar nuevas que puedan confundir o malinterpretar estudios posteriores. Ejemplo de ello podría mencionarse la eliminación completa de ciertos encostramientos

que nos indican condiciones ambientales durante la fosilización de los ejemplares, o la unión de fragmentos que presentan determinadas fracturas diagenéticas de interés, aunque anatómicamente les correspondiera estar juntos a esos fragmentos (Figura 3).

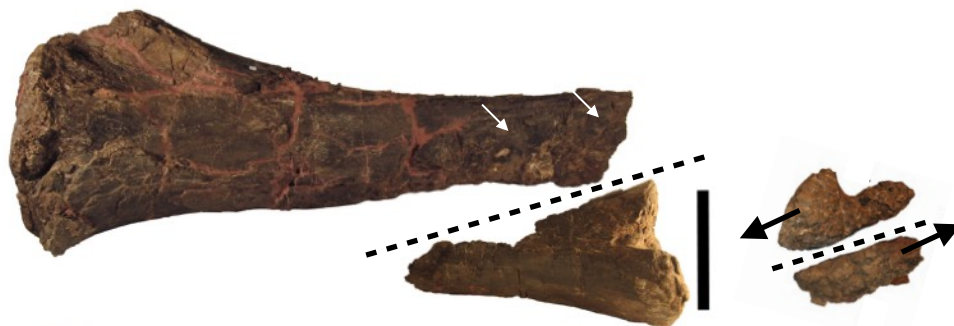


Figura 3. Tibia derecha de saurópodo que quedó separada en dos fragmentos por un pequeño salto de varios centímetros. La fractura, de tipo oblicuo, muestra la superficie muy lisa y con estriaciones paralelas en el mismo sentido y dirección que el salto de falla (flechas blancas), producidas por la fricción entre ambos fragmentos al desplazarse, como en un espejo de falla. Se decidió mantenerlos separados con el objetivo de tener visible la alteración producida. Las flechas negras indican la dirección del posible movimiento que se pudo producir. Escala 20 cm.

Consideraciones a los productos empleados

A lo largo del texto se han mencionado algunos de los productos empleados en la preparación de los fósiles. Aunque cada vez son más los estudios realizados en este campo, y las citas de productos específicos en la literatura científica y trabajos de paleontología, no está de más recordar que muchos de estos productos no han sido específicamente diseñados para este fin, y que algunos productos no siempre se comercializan en estado puro, pueden presentar distintas composiciones y aditivos, aportando unas u otras propiedades que deberían tenerse en cuenta a corto, medio y largo plazo. Una buena estrategia a seguir es la de emplear productos que ya estén reconocidos en la literatura científica especializada como convenientes, contar con las fichas técnicas de estos y trabajar con proveedores profesionales.

En este sentido, mencionar que desde la apertura del Aula de Recuperación Paleontológica, salvo cambios en alguna marca comercial, se han estado empleando estos mismos productos. Señalar también que los fósiles intervenidos se encuentran en las dependencias del Aula de Recuperación Paleontológica o expuestos en el Museo de Paleontología de Alpuente, se mantienen en condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa, siguiendo las indicaciones para colecciones de vertebrados de la Museums and Galleries Commission (2004), entre otros. Durante más de dos décadas y tras revisiones periódicas, no se han observado alteraciones ni en los fósiles, ni en los productos empleados para la consolidación, adhesión o reintegración, como podrían ser cambios de coloración, aparición de grietas, pérdida de cohesión, etc.

Un espacio para la didáctica

El laboratorio de preparación ha sido visitable desde su apertura; en él se exhiben ejemplares en cada una de las distintas fases del proceso de preparación; desde especímenes todavía con las carcasas o protecciones de campo, pasando por ejemplares ya descubiertos, fósiles en fase de pegado, etc. Un recorrido guiado por paleontólogos que ofrece a los visitantes la oportunidad de descubrir "el lado oculto de un museo", y haciendo de éste un recurso geoturístico adicional.

Este espacio cuenta además con algunos paneles explicativos, una pequeña muestra de fósiles recolectados y donados por los vecinos de la zona, principalmente de invertebrados marinos y algunos muebles y objetos recreando la antigua escuela, que se aprovechan para explicar cómo estudiaban antiguamente los/as niños/as de la localidad.

Años después de la creación del laboratorio, la planta baja del edificio fue remodelada y acondicionada como almacén para materiales y como área didáctica donde se llevan a cabo talleres y actividades dirigidas a estudiantes y familias.

El personal vinculado al museo, además de trabajar en la recuperación, conservación y estudio de los fósiles hallados en la zona, ha centrado también sus esfuerzos en la divulgación de todo este rico patrimonio (Villena y Martínez-Pérez, 2005). Muestra de ello es que, un año antes incluso de la inauguración del museo, en 2005, se comenzó con la celebración en el municipio de unas jornadas de puertas abiertas de carácter anual. Celebradas desde entonces de manera anual, es un reclamo para la llegada de visitantes al municipio tras el periodo estival. Las jornadas han servido además de estímulo para generar nuevas actividades que después son ofrecidas a lo largo del año como actividades didácticas para centros escolares (Suñer, 2016; Suñer *et al.* 2021).

El proyecto paleontológico de Alpuente ha desarrollado a lo largo de los años un catálogo de actividades que complementan la visita guiada por el Museo Paleontológico, profundizando en los conceptos clave para entender qué es un fósil y cómo funciona el registro fósil de manera entretenida y amena.

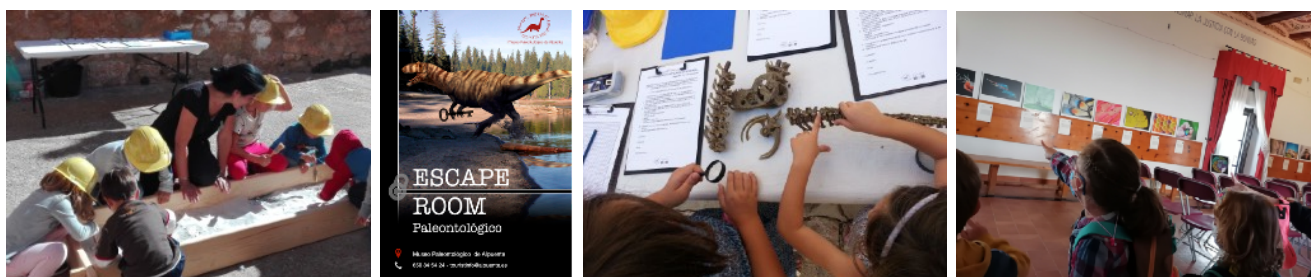
Las actividades que se realizan en el interior aprovechan principalmente la planta baja del edificio. Entre ellas destacamos: el taller de fósiles, durante el cual los participantes confeccionan una réplica de un fósil a partir de un molde de silicona, escayola y agua, y que al terminar pueden llevarse a casa. Con esta actividad se desea resaltar la importancia de la realización de moldes y réplicas de cara a la preservación, estudio y exposición de fósiles. Un taller de excavación en el que, como su nombre indica, recrea una excavación paleontológica empleando cajones con arena o sedimentos de diferente granulometría, y en la que han de encontrar diferentes fósiles distribuidos de manera no aleatoria. Se rellena una ficha con los datos obtenidos, los fósiles han de limpiarse y se ha de reconstruir ente todos el esqueleto del taxón al cual pertenecen los huesos. Para los días más calurosos, contamos también con la versión "subacuática". Además de las actividades descritas, en el aula y otras dependencias municipales, se han desarrollado otras actividades y talleres puntuales, como la creación

de jabones con forma de fósiles, un juego sobre tafonomía empleando la aplicación Kahoot (Suñer *et al.* 2022b), un Escape Room paleontológico (Dolz *et al.* 2022) o el evento de Creative Park el día de los museos, en colaboración con Canon España, que cuenta con modelos de dinosaurios en 3D en papel y que son descargables desde su página web.

Por otro lado, las actividades al aire libre permiten dar a conocer el patrimonio paleontológico de Alpuente de una manera diferente y entretenida: las visitas a los yacimientos con huellas de dinosaurio de Corcolilla o Cañada París se pueden complementar con un taller didáctico en el que el alumnado debe identificar, además de las icnitas (midiéndolas, dibujándolas, comparándolas...), los diferentes tipos de dinosaurios que pudieron dejar su rastro, el tipo de roca o algunas estructuras sedimentarias para crear sus propias hipótesis y tratar de descifrar diversos aspectos del comportamiento de los organismos productores. Una de las actividades al aire libre más demandadas es el Rally paleontológico, un ejemplo de geología y paleontología urbana que se lleva a cabo en el núcleo histórico de la Villa de Alpuente, y en el que por grupos hay que encontrar varios hitos de carácter geológico o paleontológico seleccionados por su singularidad y su potencial didáctico (Suñer *et al.*, 2021b, 2022c). Otra manera diferente de conocer el patrimonio paleontológico de Alpuente es a través del Paleocaching, una actividad a modo de “búsqueda del tesoro”, inspirada en el Geocaching o Gymkhana GPS, en la que se han de buscar los pequeños “tesoros” o paleocachés (consistentes en pequeños fragmentos de roca, estructuras sedimentarias, o copias de fósiles, por citar algunos) que están repartidos y escondidos en diferentes puntos del término municipal, cerca o en puntos emblemáticos de las distintas aldeas pobladas del municipio. El objetivo de la actividad es dar a conocer el paisaje, y el entorno natural de Alpuente al tiempo que se aprende sobre la paleontología y geología de la zona. (Suñer *et al.*, 2017, 2021b). Complementan las actividades al aire libre un paseo por la Ruta del camino de los huertos medievales de Alpuente, que cuenta con diversos QR con contenido a modo de fichas, haciendo un guiño a la propuesta turística de *Camins de dinosaures*, sobre los distintos dinosaurios y reptiles mesozoicos hallados en la Comunitat Valenciana.

El programa de actividades didácticas con las que cuenta el Museo Paleontológico de Alpuente está dirigido a todo tipo de público, pero en particular a familias y estudiantes de distintas edades. A partir de estas se ha conseguido que los visitantes y el alumnado disfruten, con propuestas en las que participan de manera activa, y en las que se introducen algunos conceptos básicos del ámbito de la geología y/o de la paleontología y se trabajan diferentes aspectos del aprendizaje, como son la observación en detalle, el trabajo en equipo o la resolución de problemas.

Figura 4. Imágenes de algunas de las actividades y talleres realizados.



Referencias bibliográficas

LOS VERTEBRADOS DEL MESOZOICO CONTINENTAL DE LA COMARCA DE LOS SERRANOS (VALENCIA)

- Abbink, O. A., Van Konijnenburg-Van Cittert, J. H. A., and Visscher, H. 2004. A sporomorph ecogroup model for the Northwest European Jurassic-Lower Cretaceous: concepts and framework. *Netherlands Journal of Geosciences*, 83(1), 17-31.
- Abella J. y Suñer, M. 2004. Un nuevo diente aislado de terópodo del yacimiento de El Chopo (Alpuente, Los Serranos, Valencia). En: Libro de Resúmenes del II Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología (eds. Ros Franch, S., Botella Sevilla, H. y Martínez Pérez, C.). Macastre, Valencia, 87-88.
- Beltrán, F. 1920. Wealdense de Morella y Benagéber. *Boletín de la Real Sociedad de Historia Natural*, XX, 74.
- Blázquez Riola, A. 2021. Reconstrucción paleoartística de la Formación Villar del Arzobispo (Jurásico Superior - Cretácico Inferior) en el área de Alpuente (comarca de Los Serranos, Valencia, España) . Trabajo de Fin de Máster. Universidad Complutense de Madrid y Universidad de Alcalá. Inédito.
- Campos-Soto S., Benito M. I., Cobos A., Caus E., Quijada I. E., Suarez-Gonzalez P. and Alcalá L. 2019. Revisiting the age and palaeoenvironments of the Upper Jurassic–Lower Cretaceous? Dinosaur-bearing sedimentary record of eastern Spain: implications for Iberian palaeogeography. *Journal of Iberian Geology*, 45, 471–510.
- Castanera, D., Suñer, M., Santisteban, C. de., Razzolini, N.L., and Galobart, A. 2020. New data on the theropod-ornithomimid ichnoassemblage of the Late Jurassic Corcolilla Tracksite (Alpuente, Spain). In: 2nd Palaeontological Virtual Congress - Book of Abstracts “Palaeontology in the virtual era” (Eds. Vlachos et al.) p. 123.
- Dettmann, M. E., and Clifford, H. T. 1992. Phylogeny and biogeography of *Ruffordia*, *Mohria* and *Anemia* (Schizaeaceae) and *Ceratopteris* (Pteridaceae): evidence from in situ and dispersed spores. *Alcheringa*, 16(4), 269-314.
- Diéguez, C., Peyrot, D. and Barrón, E. 2010. Floristic and vegetational changes in the Iberian Peninsula during Jurassic and Cretaceous. *Review of palaeobotany and Palynology*, 162(3), 325-340.
- Dolz, T. Sánchez-Fenollosa S. y Suñer, M. 2022. Cómo escapar del Jurásico. Una nueva fórmula didáctica en Alpuente. En: Libro de resúmenes XXXVII Jornadas SEP y V Congreso Ibérico de Paleontología, del 5 al 8 de octubre de 2022, Blanco, F. et al. Eds., Cuenca, España p.66.
- Filatoff, J. 1975. Jurassic palynology of the Perth Basin, western Australia. *Palaeontographica Abteilung B*, 154, 1-120.
- Gamonal, A., Granados, A., Suñer M. y Santisteban, C. de. 2018. Vertebrate remains from the breccia level of Cañada Judía, Alpuente, Valencia, Spain. In: Amayuelas, E., et al. Eds., Life finds a way, Libro de resúmenes del XVI EJIP, Gasteiz, 63-66.

- Gamonal, A., Suñer, M., Santisteban, C. de. 2019. New post-cranial remains of a large teleosaurid in the Villar del Arzobispo Formation, Alpuente, Valencia, Spain. IMERP 2019, Cuenca, Spain, p.27.
- Gascó-Lluna, 2022. *Losillasaurus giganteus*, el dinosaurio saurópodo gigante de Los Serranos (Valencia). AOBH, Cuadernos de Ciencia Abierta Aras de los Olmos Big History nº4, 14pp.
- Lapparent, A.F. 1966. Nouveaux gisements de reptiles mesozoiques en Espagne. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 84, 103–110.
- López-Fernández, P., Santos A.A., Diez, J.B. and Suñer, M. 2021. Palynology from different dinosaur-bearing beds in Alpuente area (Villar del Arzobispo Fm, Valencia, Spain). In: 3rd Palaeontological Virtual Congress - Book of Abstracts “Palaeontology in the virtual era” (Eds. Vlachos et al.) p. 80.
- López-Fernández, P., Santos A.A., Diez, J.B. and Suñer, M. 2022. Palinoestratigrafía del yacimiento de dinosaurios de Los Ganchos (Fm. Villar del Arzobispo, Alpuente, Valencia). En: Abstract book of IX Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno 07-10 de septiembre de 2022. Salas de los Infantes (Burgos, Castilla y León, España). p 94.
- Marin-Monfort, MD.; Holgado, B.; García-Martínez, D.; Bastir, M. and Suñer, M. 2016. First European evidences of pupal chambers on dinosaur bones from the Jurassic-Cretaceous boundary (Valencia, Spain). En: Conference proceedings. 1st IMERP-XIV EJIP. Alpuente (Valencia), p. 67.
- Marin-Monfort, MD.; Sánchez-Fenollosa, S.; Gamonal, A.; Santisteban C.de and Suñer, M. 2023. Taxonomic analysis of a Late Jurassic assemblage from Alpuente (Valencia, Spain), the Corral de Marín site. In: Alba, D.M., Marigó, J., Nacarino-Meneses, C., Villa, A. (Eds.), Book of Abstracts of the 20th Annual Conference of the European Association of Vertebrate Palaeontologists, 26th June – 1st July 2023. *Palaeovertebrata*, Special Volume 1-23. DOI: 10.18563/pv.eavp2023. p160.
- Marquina-Blasco, R.; Herráiz, J.L.; Suñer, M. and C. Martínez-Pérez. 2020. Lissambhobia from the Villar del Arzobispo Formation (Upper Jurassic). The oldest Spanish albanerpetontid. In: 2nd Palaeontological Virtual Congress - Book of Abstracts “Palaeontology in the virtual era” (Eds. Vlachos et al.) p.136
- Mas, R., Alonso, A. y Meléndez, A., 1984. La Formación Villar del Arzobispo: un ejemplo de llanuras de marea siliciclásticas asociadas a plataformas carbonatadas. Jurásico terminal. (NE de Valencia y E de Cuenca). En: Homenaje a Luis Sánchez de la Torre (A. Obrador Tuduri, Ed.). Universidad Autónoma de Barcelona (Publicaciones de Geología, 20), Bellaterra, 175-188.
- Mohr, B.R. and Schmidt, D. 1988. The Oxfordian/Kimmeridgian boundary in the region of Porto de Mós (Central Portugal): stratigraphy, facies and palynology. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. Abhandlungen*, 176(2), 245-267.
- Museums and Galleries Commission. 2004. *Standards in the Museum Care of Geological Collections* (revised ed. Stanley, M.). Museums and Galleries Commission, Londres, 75pp.
- Rothé, B. 1959. Étude géologique détaillée de la région d’Alpuente (Valencia). Diplomes d’étudiants.
- Royo y Gómez, J. 1925. Sobre los restos de reptiles wealdicos de Benagéber (Valencia) y algunos moluscos cuaternarios de Villavieja (Castellón). *Boletín de la Real Sociedad de Historia Natural*, 25, 251-252.

- Royo y Gómez, J. 1926a. Notas geológicas sobre la provincia de Valencia. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 26: 66-87.
- Royo y Gómez, J. 1926b. Los descubrimientos de reptiles gigantes en Levante. Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura, 7, 147-162.
- Royo-Torres, R., Cobos, A. y Alcalá, L. 2006. A Giant European Dinosaur and a New Sauropod Clade. *Science*, 314, 1925-1927.
- Sánchez-Fenollosa, S. 2021. Preparación fósil y estudio sistemático de los restos de estegosaurio (*Stegosauria*) del yacimiento By Pass (Formación Villar del Arzobispo; Jurásico Superior) en Alpuente (Valencia, España). Universitat de València - Universitat D'Alacant. Inédito.
- Sánchez-Fenollosa, Suñer, M. and Cobos, A. 2022a. New fossil sites with stegosaurian remains from the Upper Jurassic of the eastern Iberian Peninsula (Spain). *Diversity* 14(12). [Doi.org/10.3390/d14121047](https://doi.org/10.3390/d14121047).
- Sánchez-Fenollosa, S., Suñer, M., Gamonal, A. and Santisteban, C. 2021b. First evidence of a non-thalattosuchian mesoeucrocodylian from the Upper Jurassic of Spain (Villar del Arzobispo Formation, Alpuente). *Comunicações Geológicas*, 108, Especial I, p.149-152. DOI: <https://doi.org/10.34637/stdj-wn53>.
- Sánchez-Fenollosa, S., Suñer, M., Verdú, F.J. & Santisteban, C. 2022b. Tracing Late Jurassic ornithopod diversity in Eastern Iberia: *Camptosaurus*-like postcranial remains from Alpuente (Valencia, Spain). *Journal of Iberian Geology*. DOI.org/ 10.1007/s41513-021-00182-z
- Sánchez-Fenollosa, S., Suñer, M., Verdú F.J., Gamonal, A. and de Santisteban, C. 2019. New postcranial remains of an ornithopod from the Upper Jurassic of Alpuente (Valencia, Eastern Iberia). Book of Abstracts 63rd Annual Meeting of the The Palaeontological Association. p.122.
- Sánchez-Fenollosa, S., Verdú F.J. and Suñer, M. 2021a. Systematics and phylogeny of an ornithopod tooth from the Upper Jurassic of Alpuente. XVIII Conference of the European Association of Vertebrate Palaeontologists. p.140.
- Santisteban, C. de, 2004. Ambiente sedimentario y ciclicidad estratigráfica de los materiales de la Formación "Arenas y arcillas del Collado" (Cretácico Inferior) en el sector de Alpuente (Valencia). *Geogaceta* 35, 15-18
- Santisteban, C. de y Esperante, R., 2005. Estructura de un cauce encajado (Incised Valley), en materiales de la formación Calizas, areniscas y arcillas de Villar del Arzobispo, Cuenca Ibérica Suroccidental, Valencia. *Geo-Temas* 8,109-112.
- Santisteban, C. de y Holgado, B. 2011. Murmullos y silencios de Parque Jurásico. En: Pérez-García, A., Gascó, F., Gasulla, J. M. & escaso, F. (eds.) en: Viajando a mundos pretéritos. Ayuntamiento de Morella, Morella, Castellón, 363-370.
- Santisteban, C. de y Santos-Cubedo, A. 2008. El entorno geológico de los yacimientos con dinosaurios del Jurásico Superior y Cretácico Inferior del Levante. II. En: Dinosaurios del Levante Peninsular (coords. Poza, B., Galobart, A., Suñer, M. y Nieto, E.). Institut Català de Paleontologia, Sabadell, 22-37.
- Santisteban, C. de and Santos-Cubedo, A. 2009. Environmental meaning of the breccias and conglomerates with dinosaurs remains in the deposits with purbeck and weald facies of the eastern part

- of the Iberian system (Spain). En: Abstracts book Tenth International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota (coords. Delgado-Buscalioni, Á. y Fregenal Martínez, M.). Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 255-256.
- Santisteban, C. y Santos-Cubedo, A. 2010a. Relación entre playas aterrazadas y cauces encajados, en depósitos deltaicos de la Formación Villar del Arzobispo (Cuenca Íbero-Levantina). Comunicaciones del V Congreso Jurásico de España. Museo Jurásico de Asturias (MUJA), Colunga, 135–141.
- Santisteban, C. y Santos-Cubedo, A. 2010b. Patrones de variación de facies en relación con regresiones forzadas en los depósitos de la Formación Villar del Arzobispo (Cuenca Íbero-Levantina). Comunicaciones del V Congreso Jurásico de España. Museo Jurásico de Asturias (MUJA), Colunga, 142–148.
- Santisteban, C., Galobart, A., Gaete, R. y Company, J. 2001. Implicaciones de la presencia de huellas de dinosaurios en el límite cartográfico entre las facies Purbeck y Weald de la cuenca Ibérica Suroccidental, en el entorno de Losilla (Valencia). *Geogaceta*, 30, 171-173.
- Santisteban, C.; Gaete, R.; Galobart, A. y Suñer M. 2003. Rastros de dinosaurios en el Jurásico terminal (facies Purbeck) de Corcolilla (Los Serranos, Valencia). *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos de España*, 33-40.
- Santisteban, C.; Suñer, M. y Vila, B. 2009. El yacimiento de icnitas de dinosaurios de Cañada Paris, Alpuente, Valencia. *Actas de las IV Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno*. Salas de los Infantes, Burgos, 301-309.
- Santisteban, C., Vila, B. y Suñer, M. 2007. Huellas de dinosaurios conservadas en materiales del cortejo transgresivo en cauces encajados. Jurásico superior y Cretácico inferior de Alpuente, Valencia. *Geogaceta*, 42, 79-82.
- Santos, A. A., Piñuela, L., Rodríguez-Barreiro, I., García-Ramos, J. C. and Diez, J. B. 2022a. Jurassic Palynology from “The Dinosaur Coast” of Asturias (Lastres Fm., Northwestern Spain): Palynostratigraphical and Palaeoecological Insights. *Biology*, 11(12), 1695.
- Santos, A. A., Sender, L. M., Piñuela, L., García-Ramos, J. C. and Diez, J. B. 2022b. First evidence of Ricciaceae in the Jurassic of the Iberian Peninsula (Asturias, NW Spain): *Ricciopsis asturicus* sp. nov. *Botany Letters*, 169(4), 557-567.
- Suñer M. 2016. Estudio paleontológico de los dinosaurios saurópodos del tránsito Jurásico-Cretácico (Titoniense-Berraniense) de la Formación Villar del Arzobispo en el término municipal de Alpuente (comarca de Los Serranos, Valencia, España). PhD Thesis, Universidad Autónoma de Madrid (UAM). Inédito.
- Suñer, M. and Marin-Monfort, M.D. 2020 A taphonomical approach to encourage local collaboration and social appreciation of the paleontological heritage. In: 2nd Palaeontological Virtual Congress - Book of Abstracts “Palaeontology in the virtual era” (Eds. Vlachos et al.) p. 87.
- Suñer, M. y M. Martín. 2009. Un nuevo yacimiento del tránsito Jurásico-Cretácico de Alpuente (Los Serranos, Valencia, España): resultados preliminares. *Paleolusitana; Journal of Paleontology and Paleoecology*, Volumen 1, 441-447.

- Suñer M., Gamonal A., Sepúlveda A., Piñango P. y Albir C. 2018. La ruta Dinosaurios y estrellas de Alpuente (Valencia, España). En: II Congreso Internacional de Musealización y puesta en Valor del Patrimonio Cultural, LEGATUM 2.0, Daimiel, Ciudad-Real.
- Suñer, M.; Marin-Monfort, M.D. y Santos, A. 2007. Técnicas para la extracción de restos fósiles de macrovertebrados. En: *Cantera Paleontológica* (eds. Cambra-Moo, O., Martínez-Pérez, C., Chamero, B., Escaso, F., de Esteban Trivigno, S. y Marugán-Lobón, J.). Diputación Provincial de Cuenca, Cuenca, 349-360.
- Suñer, M., Marin-Monfort, M.D., Santos-Cubedo, A., Royo-Torres, R. Holgado, B. , Gamonal A., Galobart, À. and Santisteban C. 2018. Taphonomic analysis of an Upper Jurassic sauropod site from the Villar del Arzobispo Formation (Alpuente, Valencia, Eastern Spain). In: 78th Annual meeting of the Society of Vertebrate Paleontology (SVP). Abstracts of papers (Eds. A. Farke, A. MacKenzie and J. Miller-Camp). Albuquerque, New Mexico, U.S.A. p. 224.
- Suñer M., Olucha R., Albir C., Gamonal A. y Marin-Monfort M. D. 2017. PaleoCaching, una manera diferente de conocer el patrimonio paleontológico de Alpuente (Valencia, España). En: I Congreso Internacional de Musealización y puesta en Valor del Patrimonio Cultural, LEGATUM 2.0, Daimiel, Ciudad-Real.
- Suñer, M., Razzolini, N.L, Holgado,B., Santisteban, C. de. and Galobart, A. 2016a. New insights on the Jurassic-Cretaceous boundary dinosaur tracksite of Corcolilla (Valencia, Spain). Conference proceedings. 1st IMERP-XIV EJIP. Alpuente (Valencia), p. 76.
- Suñer, M., Royo-Torres, R., Santisteban, C. de. and Galobart, A. 2016b. A late Jurassic-Early Cretaceous neosauropod from Southeastern Iberia (Alpuente, Valencia, Spain). En: Conference proceedings. 1st IMERP-XIV EJIP. Alpuente (Valencia), p. 77.
- Suñer, M., Royo-Torres, R., Marin-Monfort, M.D., Sánchez-Fenollosa, S., Gamonal, A., Àngel Galobart, A. and Santisteban, C. de. 2022a. El braquiosáurido de Los Ganchos (Jurásico Superior) de Alpuente (Valencia, España). Recuperación, estudio y divulgación. En: Abstract book of IX Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno. Salas de los Infantes (Burgos, Castilla y León, España). p.147.
- Suñer, M., Royo-Torres, R., Sánchez-Fenollosa, S., Marín-Monfort, M. D., Gamonal, A., Verdú, F. J. Santos, A. A., Castanera, D., Santos-Cubedo, A., Marquina-Blasco, R., Galobart, A. y de Santisteban, C. 2021a. 20 años de estudio del registro fósil de la Formación Villar del Arzobispo en la comarca de Los Serranos (Valencia, España). En: Libro de resúmenes XXIV Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural (eds. García-Forner, A., Conejero-Ortega, N. & Díaz-Acha, Y.). Valencia, p.232-234
- Suñer, M., Sánchez-Fenollosa S. y Marin-Monfort, D. 2022b. La tafonomía a través del juego. En: Libro de resúmenes XXXVII Jornadas SEP y V Congreso Ibérico de Paleontología, del 5 al 8 de octubre de 2022, Blanco, F. Et al. Eds., Cuenca, España. p.185.
- Suñer, M., Santisteban, C. y Royo-Torres, R. 2014. Nuevas evidencias de dinosaurios saurópodos en el tránsito Jurásico-Cretácico de Alpuente (Los Serranos, Valencia). ¡Fundamental! 24. XXX Jornadas de Paleontología de la SEP. Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel – Dinópolis, Royo-Torres et al. coord., 233–236.

- Suñer M., Sepúlveda A. y Poza, B. 2021b. Actividades y recursos didácticos sobre dinosaurios: el proyecto paleontológico de Alpuente (Valencia). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2021 (29.1), 79-89.
- Suñer M., Sepúlveda A., Albir C., Gamonal A. y Piñango P. 2022c. Un ejemplo de geología y paleontología urbana: El rally paleontológico de Alpuente. En: *De vuelta a (y a vueltas con) la interpretación y presentación patrimonial. LEGATUM 2.0*. Daimiel, Ciudad-Real. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. Colección Jornadas y congresos nº38, 347-356.
- Trullenque, R. 1915. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 15, 103–104.
- Villena, J.A. y Martínez-Pérez, C. 2005. La divulgación paleontológica en el municipio de Alpuente: El aula paleontológica. *Libre de Resums, III Trobada de joves investigadors en Paleontologia*, St Cornelli, 99-100.

Los yacimientos cársticos del Mio-Plioceno del Complejo Almenara-Casablanca (Castellón)

Ana Fagoaga^{1,2,3,4}, Rafael Marquina-Blasco^{1,2,3} y Francisco Javier Ruiz-Sánchez¹

¹*Palaeontology of Cenozoic Vertebrates Research Group (PVC-GIUV). Área de Palaeontología, Universitat de València, 46100 Valencia, España.*

²*Institut Català de Paleologia Humana i Evolució Social, 43007 Tarragona, España*

³*Museu Valencià d'Història Natural, 46010 Alginet, España*

⁴*Centro de Investigação em Ciências Geo-Espaciais (CICGE), Universidade do Porto, Vila Nova de Gaia, Portugal.*

Introducción

Los yacimientos paleontológicos que forman el complejo cárstico de Almenara-Casablanca están ubicados en la provincia de Castellón (Comunitat Valenciana), en el municipio de Almenara (Figura 1 al inicio de esta guía de campo), en el área conocida como La Muntanyeta Blanca d'Almenara. Este municipio se encuentra en la costa mediterránea en el extremo más meridional de la Serra d'Espadà, dentro del dominio Ibérico. Se trata de una zona con un alto valor ecológico al formar parte de la colindante Marjal de Almenara de la Red Natura 2000, habiendo sido declarada como Lugar de Interés Comunitario (LIC) y Zona de Especial Conservación (ZEC), y estando incluida en el Catálogo de Zonas Húmedas de la Comunitat Valenciana.

Por la riqueza y diversidad del conjunto de fósiles que en él se ha recuperado, el complejo de yacimientos de Almenara es considerado como uno de los más importantes del Neógeno del Levante peninsular (Ruiz-Sánchez y Montoya, 2009).

Hasta el presente, la labor de los diferentes equipos multidisciplinares (arqueólogos y paleontólogos, principalmente) que han trabajado en el área de La Muntanyeta Blanca d'Almenara, ha puesto al descubierto un total de diez rellenos, cinco de los cuales presentan una riqueza fosilífera considerable (Figura 2), en el que predominan especies de fauna vertebrada (mamíferos, anfibios y reptiles), además de especies de invertebrados (moluscos) (Ruiz-Sánchez y Montoya, 2009).

La excavación minera que se desarrolló hasta los años 80 del siglo XX en el entorno de La Muntanyeta Blanca ha puesto de manifiesto la presencia de dos áreas donde se concentran los principales rellenos fosilíferos del complejo: sector oriental y sector occidental (Figura 2).

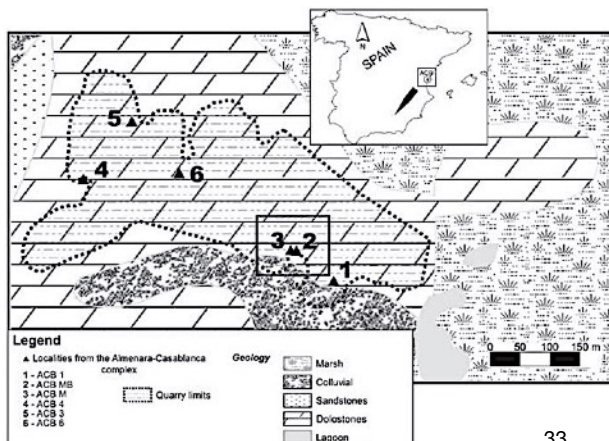


Figura 2. Situación de los yacimientos paleontológicos en los sectores oriental y occidental en Almenara-Casablanca (modificado de Mansino *et al.*, 2016).

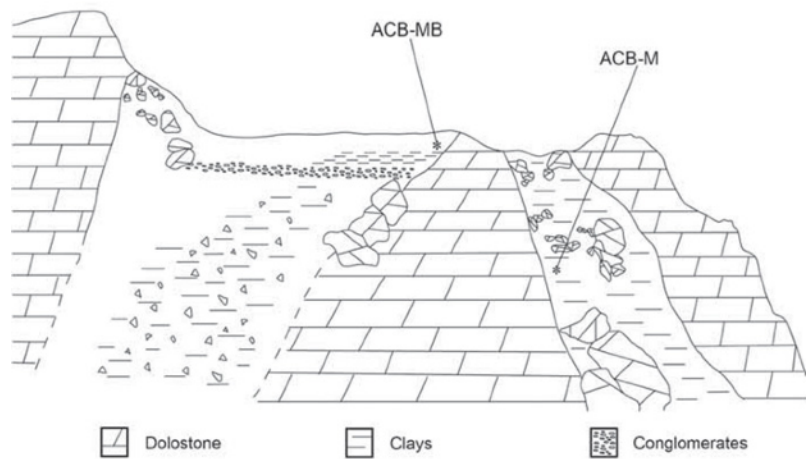


Figura 3. Corte geológico de las fisuras que contienen las localidades Almenara-Casablanca M y Almenara-Casablanca Mb (modificado de Mansino *et al.*, 2016).

En el sector oriental se han descrito los yacimientos de Almenara-Casablanca 1 (ACB-1), Almenara-Casablanca M (ACB-M) y Almenara-Casablanca Mb (ACB-Mb), y en el sector occidental los yacimientos Almenara-Casablanca 3 (ACB-3), Almenara-Casablanca 4 (ACB-4) y Almenara-Casablanca 6 (ACB-6).

El amplio rango cronológico que abarcan las faunas encontradas en los distintos yacimientos del complejo (Mioceno superior a Pleistoceno inferior), le confiere una especial relevancia, ya que abarca un periodo de profundos cambios ambientales que, desde el Mioceno superior conducen a las actuales faunas cuaternarias que jalonan nuestro territorio. Cronológicamente, los yacimientos más antiguos corresponden a ACB-M y ACB-Mb (Figura 3).

La relevancia científica de este complejo de yacimientos queda reflejada en las numerosas publicaciones en revistas especializadas (Agustí y Galobart, 1986; Köhler *et al.*, 2000; Freixes, 2005; Agustí *et al.*, 2006, 2011; Mansino *et al.*, 2016). También se han realizado numerosas publicaciones en revistas de divulgación, noticias de prensa, conferencias y exposiciones, con el objetivo de lograr una paleontología inclusiva, útil y reflexiva del público en general.

Historia del descubrimiento

A comienzos de la década de 1980, en una antigua cantera de explotación de caliza, durante unas prospecciones realizadas por el Servicio de Investigaciones Arqueológicas y Prehistóricas de la Diputación de Castellón (SIAP), se produce el hallazgo de varios de los yacimientos que hoy conforman el complejo cárstico de Almenara-Casablanca. Son precisamente estos trabajos de explotación minera los que ponen en evidencia las distintas cavidades y su relleno (Freixes, 2005). A partir de este momento, el equipo coordinado por los doctores Francesc Gusi y Eudald Carbonell inicia los trabajos de excavación en el área, centrándose inicialmente en ACB-1, lo que lleva a la identificación de diferentes niveles de gran interés paleontológico en este primer relleno (Gusi, 2005). Con el objetivo de proteger ACB-1, el yacimiento es vallado por la Diputación Provincial. A partir de este momento, los trabajos se realizan bajo la supervisión del SIAP y miembros del Institut Català de Paleontologia “Miquel Crusafont” (ICP) de Sabadell entre los años 1984 y 1986 (Figura 4; Gusi, 2005). Como resultado de esta excavación se obtuvieron pequeñas piezas de sílex a las que se atribuyó en un primer momento un origen antrópico. Sin embargo, dado que no pudo demostrarse de forma inequívoca que esos restos de sílex fuesen producidos por humanos, el carácter arqueológico de la excavación pasó a un segundo lugar, siendo reemplazado por un interés puramente paleontológico. A partir del año 1986, las investigaciones y actuaciones en el complejo se centran en la fracción micropaleontológica, debido al hallazgo en las diferentes cavidades del complejo de enormes acumulaciones de restos de microvertebrados, destacando la calidad de las piezas halladas y el rango temporal que abarcaban, cubriendo buena parte de los últimos seis millones de años (Agustí *et al.*, 2011).

No es hasta inicios del siglo XXI que no se realizaron nuevas campañas de excavación en el complejo. Así, en el verano de 2004 el ICP y el Grup Guix de Vila-real y la Universitat Jaume I de Castellón realizan una pequeña excavación en ACB-4, de la que obtienen gran cantidad de restos faunísticos.



Figura 4. Imágenes aéreas de las campañas de excavación realizadas en ACB-1 en 1984 (izquierda) y 1985 (derecha). Modificado de Gusi *et al.* (2005).

Unos años más tarde, en 2007, la Conselleria de Cultura de la Generalitat Valenciana decide evaluar el estado de conservación de estos yacimientos, y para ello solicita al Departament de Geologia de la Universitat de València (UV) un informe que ponga de manifiesto el estado de protección del conjunto de yacimientos. El informe de los doctores Francisco Javier Ruiz Sánchez y Plinio Montoya Belló, del Área de Paleontología de la UV, concluye el pésimo estado de conservación de ACB-1 y ACB-M (principalmente por la destrucción parcial del vallado perimetral de ACB-1 y la destrucción de la parte superior del relleno de ACB-M) y el hallazgo de algunos rellenos nuevos que hasta ahora pasaron desapercibidos como es el caso de ACB-Mb (Ruiz-Sánchez y Montoya, 2009).

Fruto de los trabajos desarrollados en el año 2007 y 2016, el Grupo de Investigación en Paleontología de Vertebrados Cenozoicos de la UV publica los resultados obtenidos de los muestreos realizados en ACB-Mb, lo que permite concluir una edad próxima al límite Mio/Plioceno (Mansino *et al.*, 2016).

Desde entonces, se han realizado varios muestreos en el relleno donde se ubica ACB-Mb, y cuyos resultados preliminares arrojan la presencia de nuevos restos de anfibios y reptiles, actualmente en estudio (Marquina-Blasco, com. pers.). El resultado final de las prospecciones y excavaciones históricas desarrolladas en el complejo llevan a conocer la presencia del conjunto de yacimientos que se incluyen en la Figura 5.

Figura 5. Yacimientos del complejo de Almenara-Casablanca en una visión cenital del entorno de Els Estanys de Almenara (Marquina-Blasco, 2012).



Contexto geológico

La localidad de Almenara se sitúa en el extremo más meridional de la Serra d'Espadà, dentro del dominio de la Cordillera Ibérica. Esta constituye una alineación montañosa con un marcado predominio de materiales del Triásico Inferior y Medio. También están presentes materiales de edad Jurásica y, en ciertas áreas de la zona central de la cordillera afloran materiales del Paleozoico (López *et al.*, 2014). Son las areniscas, las calizas y las margas, las rocas que dominan en la Serra d'Espadà, lo que condiciona tanto el relieve como la hidrogeología de la región. Son abundantes y extensos los afloramientos de las calizas del Buntsandstein y del Muschelkalk, así como las arcillas y yesos del Keuper, respectivamente (Figura 6).

Los materiales geológicos que afloran en la zona de Els Estanys de Almenara se corresponden con una secuencia deposicional triásica que incluye materiales del Buntsandstein en forma de depósitos detríticos siliciclásticos, así como la parte inferior del Muschelkalk inferior (M1), en los que se aprecian procesos de carstificación con rellenos de materiales arcillosos cenozoicos (Mioceno, Plioceno y Pleistoceno). Asociados a estos materiales, hacia el Este se localizan las extensas llanuras de materiales cuaternarios, constituidos fundamentalmente por limos negros con materia orgánica que forman las áreas de la marjalería (López *et al.*, 2014).

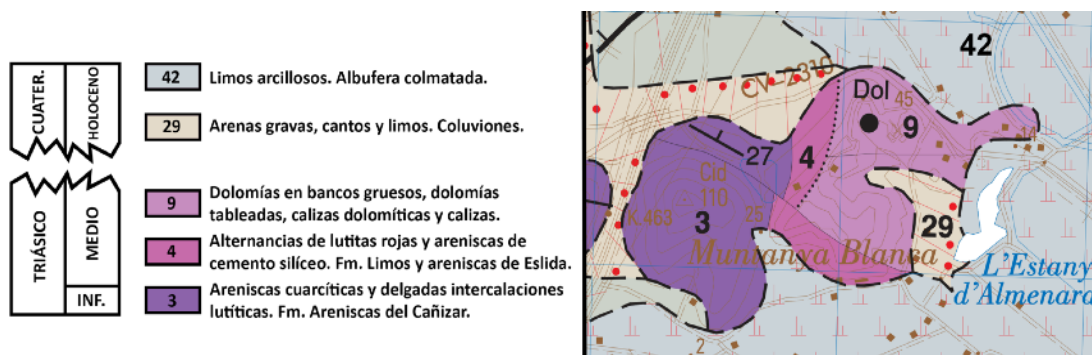


Figura 6. Contexto geológico del complejo cárstico de La Muntanyeta Blanca d'Almenara, tomado de Huerta Carmona *et al.* 2021. Mapa geológico de la Hoja nº 668 (Sagunt/Sagunto). Mapa Geológico de España escala 1:50.000. IGME, CSIC. Madrid. Publicación en línea.

El complejo de Almenara-Casablanca constituye un paleocarst, cuyas cavidades pertenecerían a las formas endocársticas de la zona de infiltración. Éstas se localizan en los afloramientos de rocas carbonatadas de la Cantera "Casa Blanca", correspondientes a la facies Muschelkalk. Las litofacies que presentan una mayor representación son: carniolas, brechas formadas por dolomías micríticas y dolomías olíticas, entre otras. Las cavidades, alineadas según la orientación NNW/SEE, presentan un desarrollo principalmente vertical, y se encuentran totalmente colmatadas. El relleno de las mismas, está formado por

arcillas (*terra rossa*) y cantos procedentes del propio interior de la cavidad. En el entorno próximo del yacimiento, es posible contemplar otras formas propias del modelado cárstico, en este caso, formas de superficie como lapiaces de morfología diversa. La extensión del sistema cárstico pretérito sería de mayor extensión que la que actualmente se deduce del conjunto de cavidades de la cantera (Freixes, 2005).



Figura 7. Vista de Els Estanys de Almenara.



Figura 8. Vista de ACB-M.

Yacimiento ACB-M

Almenara Casa Blanca M, originalmente referido como Casablanca 2 (Gusi, 2005; Agustí *et al.*, 2011), se localiza en la zona sur de la antigua cantera en lo que actualmente constituye el merendero de Els Estanys. El yacimiento se ubica en una sima colmatada con arcillas amarillentas y gran cantidad de clastos de gran tamaño (Figura 8), correspondientes tanto a materiales autóctonos (espeleotemas) como alóctonos (Agustí *et al.*, 2011). La gran abundancia de fragmentos óseos hace de ACB-M una de las fisuras más ricas en restos fósiles del complejo (ver Tabla 1).

La presencia en la asociación de *Apodemus gudrunae*, *Paraethomys meini* y *Stephanomys ramblensis* permiten datar al yacimiento como Mioceno superior (MN13) (Agustí y Galobart, 1986; Agustí *et al.*, 2011), indicando la existencia de una fase de carstificación anterior al resto de rellenos estudiados en el complejo. La presencia de estos taxones está ligada a los eventos asociados a la Crisis de Salinidad del Messiniense (MSC, siglas en inglés), acaecida entre hace 5,6 y 5,32 millones de años aproximadamente, en la que se produjo la incomunicación total del mar Mediterráneo con el Atlántico por el paulatino cierre de, inicialmente, el corredor Bético y, posteriormente, el Rifeño (Soria, 2007). Este suceso provocó un importante déficit hídrico en la cuenca mediterránea y su práctica desecación.

La MCS termina con la apertura de una nueva vía marina –el Estrecho de Gibraltar– en el arco Bético-Rifeño y el relleno de la cuenca mediterránea en un lapso corto de tiempo hace aproximadamente 5,33 millones de años, evento conocido como Inundación Zancliense (García-Castellanos *et al.*, 2009). Asociado a la MCS se produjo un intenso intercambio de comunidades faunísticas entre los tres continentes que cierran el mar Mediterráneo (África, Asia y Europa). En este intervalo de edad de la historia geológica del sur de Europa se han descrito diversas oleadas de dispersión de taxones de roedores en la península ibérica desde el norte de África, así como en sentido contrario (Agustí *et al.*, 2006; Gibert *et al.*, 2013;

Mammalia	Carnivora	Felidae	Felidae indet.
		Canidae	cf. <i>Nyctereutes</i> sp.
	Hyracoidea	Plyohiracidae	<i>Pliohyrax graecus</i>
	Artiodactyla	Bovidae	Bovidae indet.
	Primates	Cercophitecidae	<i>Macaca</i> sp.
	Rodentia	Muridae	<i>Stephanomys ramblensis</i>
			<i>Castillomys crusafonti</i>
			<i>Occitanomys</i> cf. <i>adroveri</i>
			<i>Apodemus gudrunae</i>
			<i>Paraethomys meini</i>
		Cricetidae	<i>Ruscinomys lasallei</i>
			<i>Apocricetus alberti</i>
			<i>Blancomys</i> sp.
	Calomyscidae	<i>Calomyscus</i> sp.	
Insectivora	Erinaceidae	<i>Parasorex</i> cf. <i>ibericus</i>	
	Soricidae	<i>Blarinella</i> cf. <i>europaea</i>	

Tabla 1. Asociación fósil descrita en el yacimiento ACB-M. Tomado de Agustí y Galobart (1986), Pickford *et al.* (1997); Köhler *et al.* (2000) y Agustí *et al.* (2011).

García-Alix *et al.*, 2016). De forma general, estos autores coinciden en señalar la existencia de tres eventos principales: (i) un intercambio inicial, en torno a los 7,2 millones de años, donde se registra una importante renovación de las asociaciones registradas de múridos (*Murid Event*); (ii) hace aproximadamente entre 6,3 y 6,2 millones de años se registra la dispersión de géneros norteafricanos de mamíferos, como por ejemplo *Paraethomys*, *Paracamelus* y *Hexaprotodon*, en la península (*Paraethomys Event*); (iii), finalmente, hace entre 5,9 y 5,3 millones de años los gerbílidos colonizan la península ibérica desde el norte de África (*Gerbil Event*). De esta forma, la abundancia y diversidad de restos fósiles de ACB-M lo convierten en un yacimiento clave para la caracterización del “*Gerbil Event*” (Agustí *et al.*, 2006).

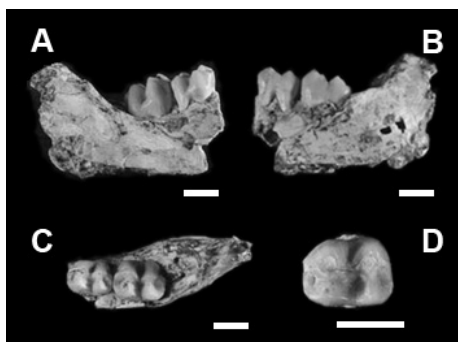


Figura 9. Restos de *Macaca* sp. procedentes de ACB-M: fragmento mandibular, mostrando p4 y m1 en vistas labial (A), lingual (B) y oclusal (C), y p4 en vista oclusal (D). Escala: 0,5 mm. Modificado de Köhler *et al.* (2000).

Curiosamente, la comunidad de roedores representadas en ACB-M incluye a taxones con afinidades africanas, como es el caso de la presencia de los gerbílidos *Myocricetodon jaegeri* y *Debruijijmys almenarensis*, y asiáticas, caso de, probablemente, *Pseudomeriones abbreviatus* y *Calomyscus* sp. (Agustí y Galobart, 1986; Agustí *et al.*, 2016).

Es interesante señalar que para Moyà-Solà *et al.* (1984), la presencia de *Myocricetodon* en ACB-M se debería a una expansión del género desde la región oriental mediterránea ligada a los eventos originados por la MSC. No obstante, estudios posteriores (por ejemplo, García-Alix *et al.*, 2016) señalan la afinidad norteafricana de este género. La presencia de *Macaca* es otro elemento de claro origen norteafricano en la asociación de ACB-M (Figura 9), el cual supone además el registro más antiguo del género en Europa (Köhler *et al.*, 2000).

Desde un punto de vista paleoecológico, la abundancia de gerbílidos y la baja diversidad de insectívoros parecen indicar unas condiciones climáticas subdesérticas en ACB-M durante el Mioceno superior (Agustí *et al.*, 2011).

Yacimiento ACB-Mb

Con motivo del informe solicitado por la Generalitat Valenciana, en el que se caracterizó el conjunto de yacimientos paleontológicos, Ruiz-Sánchez y Montoya (2009) localizaron un nuevo yacimiento en el sector oriental de la cantera de La Muntanyeta Blanca d'Almenara a escasos 10 metros al sur de ACB-M. Entre ambas fisuras existe un saliente calizo, que podría corresponder a la roca encajante de ACB-M, distinguiéndose por tanto dos rellenos distintos (Figura 10). El hecho de que hasta fechas tan recientes como 2009, ACB-Mb haya pasado inadvertido, es reflejo del todavía potencial paleontológico de la zona.



Figura 10. Situación del yacimiento ACB-Mb de acuerdo a Mansino *et al.* (2016).

Ruiz-Sánchez y Montoya (2009) procesaron una pequeña muestra de sedimento de este nuevo enclave, mostrando una rica diversidad de restos fósiles de microfauna (roedores, insectívoros y reptiles) (Figura 11). Posteriormente, Mansino *et al.* (2016) estudiaron la asociación recuperada de roedores, insectívoros y quirópteros de esta nueva localidad (Tabla 2).

En base a esta asociación de pequeños mamíferos, Mansino *et al.* (2016) han propuesto una cronología para ACB-Mb perteneciente al Ruscinense temprano (MN14, Plioceno inferior), cerca del límite Mio/Plioceno. Esta edad hace que ACB-Mb sea probablemente la localidad más antigua con dos especies diferentes del género *Eliomys*, apoyando la hipótesis de un proceso acladogenético de especiación durante el Mioceno superior. Por su parte, los restos de *Miniopterus fossilis* constituyen el registro más joven de esta especie, que hasta ahora era el yacimiento MN13 de Salobreña.

Mammalia	Rodentia	Muridae	<i>Stephanomys dubari</i>
			<i>Occitanomys alcalai</i>
			<i>Paraethomys meini</i>
		Cricetidae	<i>Ruscinomys cf. schaubi</i>
			<i>Apocricetus</i> sp.
		Gliridae	<i>Eliomys truci</i>
	<i>Eliomys</i> sp.		
	<i>Muscardinus cf. vireti</i>		
	Sciuridae	<i>Heteroxerus</i> sp.	
		Insectivora	Erinaceidae
	Soricidae		<i>Asoriculus gibberodon</i>
	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis</i> sp.
<i>Miniopterus fossilis</i>			

Tabla 2. Asociación fósil descrita en el yacimiento ACB-Mb. Tomado de Mansino *et al.* (2016).

El análisis paleoecológico del conjunto de micromamíferos de ACB-Mb apunta a un ambiente cálido y relativamente húmedo, con cierta cobertura vegetal. Estos resultados contrastan con los de la localidad cercana de ACB-M, en la que la presencia de gerbílidos sugiere un ambiente subdesértico. Esta tendencia hacia condiciones más húmedas desde el Mioceno Superior hacia el Plioceno inferior ha sido registrado también en otras cuencas ibéricas, como por ejemplo Alcoy y Granada (Mansino *et al.*, 2016).

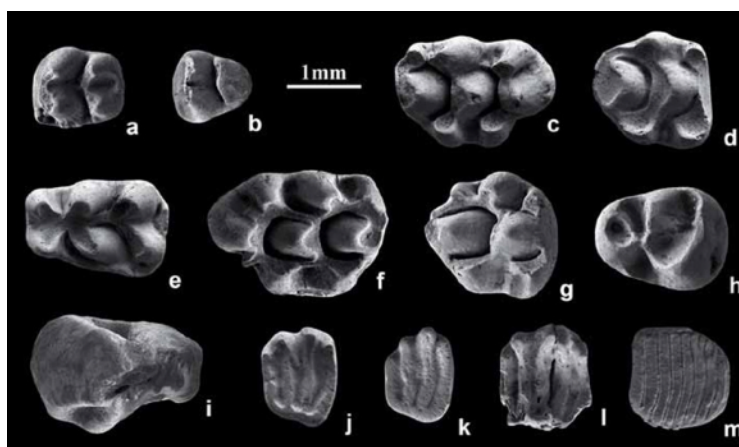


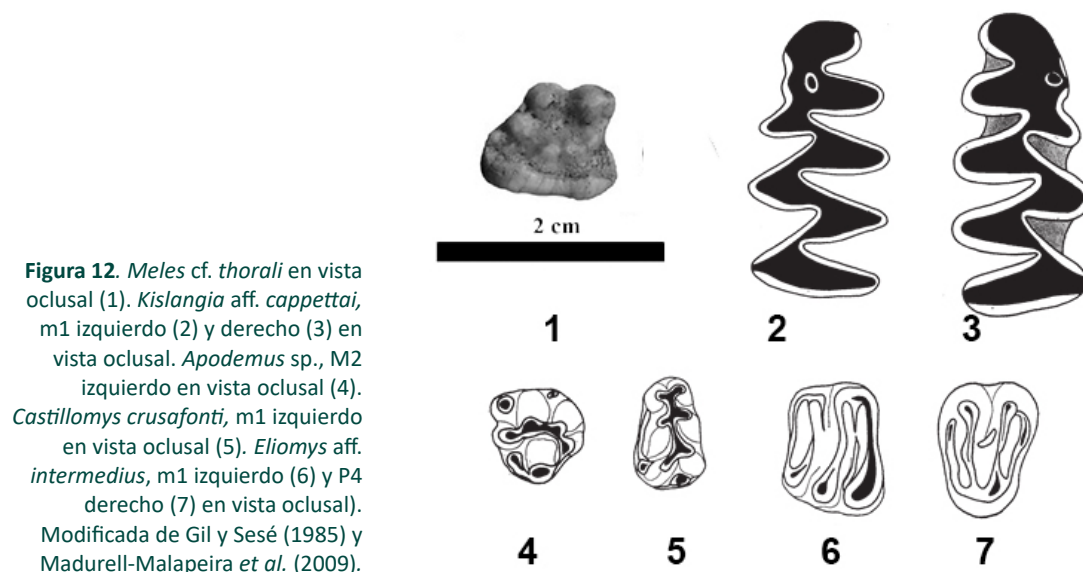
Figura 11. Roedores procedentes de ACB Mb. *Occitanomys alcalai*, a) m2 izquierdo, ACBMB-29; b) m3 izquierdo, ACBMB-38. *Paraethomys meini*, c) M1 derecho, ACBMB-7; d) M2 derecho, ACBMB-17. *Stephanomys dubari*, e) m1 izquierdo, ACBMB-27; f) M1 izquierdo, ACBMB-3; g) M2 derecho, ACBMB-16. *Apocricetus* sp., h) M3 derecho, ACBMB-43. *Ruscinomys cf. schaubi*, i) m3 izquierdo, ACBMB-44. *Eliomys truci*, j) m2 derecho, ACBMB-50. k) M1 derecho, M2, ACBMB-47; *Eliomys* sp., l) M3 derecho, ACBMB-48. *Muscardinus cf. vireti*, m) M1 derecho, M2, ACBMB-49. Escala: 1 mm. Modificado de Mansino *et al.* (2016).

Yacimiento ACB-4

Las actuaciones en ACB-4, denominado ACB-B en Gil y Sesé (1985), se limitan a un par de excavaciones, una en 1983 y otra en el verano de 2004, en el que intervinieron miembros del ICP de Sabadell, el Grup Guix de Vila-real y la Universitat Jaume I de Castellón. Los taxones identificados hasta la fecha en el yacimiento de ACB-4 se incluyen en la Tabla 3.

A pesar de haberse recuperado fósiles de mamíferos de gran tamaño, hasta la fecha los únicos restos estudiados en profundidad han sido los atribuidos a *Meles cf. thorali*, que constituyen el registro más antiguo del género en Europa (Madurell-Malapeira *et al.*, 2009) (Figura 12.1).

En un primer momento, se propuso para este yacimiento una edad equivalente a ACB-1 (MN17) (Agustí y Galobart, 1986). No obstante, las excavaciones de 2004 permitieron recuperar una mayor cantidad de restos. El análisis de los roedores hallados, en especial de *Kislangia aff. cappetai* (Figura 12.2 y 3), indicó una edad inferior para ACB-4, es decir, una edad atribuible al Plioceno superior (MN16) (Agustí *et al.*, 2011).



En la página siguiente:

Tabla 3. Asociación fósil descrita en el yacimiento ACB-4. Tomado de Madurell-Malapeira *et al.* (2009) y Agustí *et al.* (2011).

Mammalia	Carnivora	Mustelidae	<i>Meles cf. thorali</i>
	Rodentia	Arvicolidae	<i>Kislangia aff. cappettai</i>
		Muridae	<i>Stephanomys gr. minor</i>
			<i>Castillomys crusafonti</i>
			<i>Apodemus aff. mystacinus</i>
			<i>Apodemus sp.</i>
	Gliridae	<i>Eliomys aff. intermedius</i>	
	Insectivora	Talpidae	<i>Desmana inflata</i>
			<i>Talpa cf. fossilis</i>
		Soricidae	<i>Myosorex meini</i>
			<i>Deinsdorfia doukasi</i>
			<i>Sorex minutus</i>
		Rhinolophidae	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>
			<i>Rhinolophus euryale</i>
			<i>Rhinolophus hipposideros</i>
		Vespertilionidae	<i>Myotis myotis</i>
			<i>Myotis nattereri</i>
			<i>Myotis emarginatus</i>
			<i>Myotis sp. I (especie pequeña)</i>
			<i>Plecotus sp.</i>
<i>Eptesicus sp.</i>			
<i>Pipistrellus sp.</i>			
<i>Miniopterus schreibersii</i>			
<i>Miniopterus sp.</i>			
Amphibia	Anura	Discoglossidae	cf. <i>Discoglossus sp.</i>
		Pelobatidae	cf. <i>Pelobates cultripes</i>
		Pelodydae	<i>Pelodytes sp.</i>
		Bufoidae	<i>Bufo bufo s.l.</i>
		Ranidae	<i>Pelophylax sp.</i>
		Blanidae	<i>Blanus cinereus s.l.</i>
Reptilia	Squamata	Agamidae	Agamidae indet.
		Phyllodactylidae	cf. <i>Tarentola</i>
		Lacertidae	<i>Timon cf. lepidus</i>
			Lacertidae indet.
		Anguidae	<i>Dopasia sp.</i>
		Colubridae	<i>Coronella girondica</i>
		Psammophiidae	<i>Malpolon monspessulanus</i>
		Viperidae	<i>Vipera latastei</i>

Yacimiento ACB-1

ACB-1 constituye el depósito más rico en fósiles de todo el complejo. De hecho, presenta una de las concentraciones más abundantes de pequeños vertebrados conocidas en el contexto de la península ibérica, y por este motivo fue el primer yacimiento del complejo en ser abordado. Así, durante los años 1983 a 1985, y bajo la dirección de Francesc Gusi, se realizaron tres campañas de excavación con personal del SIAP y del ICP. Además, se protegió el yacimiento mediante un vallado. Fruto de estas excavaciones, se pusieron al descubierto distintos niveles sedimentarios de potencia considerable, unos doce metros de grosor, y ricos en restos óseos. En base a la asociación de roedores determinada y a los resultados de análisis de paleomagnetismo se ha propuesto una edad correspondiente al inicio del Pleistoceno inferior (Agustí *et al.*, 2011).

El interés inicial suscitado con el descubrimiento del complejo, también fue debido en buena parte al hallazgo de pequeñas piezas de sílex susceptibles de constituir industria lítica. Por las cronologías del yacimiento, éstas habrían sido manufacturadas por grupos humanos arcaicos. No obstante, al ser analizadas en detalle, se concluyó que estas piezas fueron producto de causas fortuitas de origen natural y no resultado de actividades humanas intencionadas. De esta manera, el interés arqueopaleontológico del yacimiento se tornó en puramente paleontológico (Gusi, 2005).

De acuerdo a las investigaciones realizadas hasta la fecha, la formación de ACB-1 se produce muy probablemente fruto de un depósito de relleno multiepisódico de una antigua cavidad cárstica abierta al exterior y con un paleodesarrollo de una decena de metros de profundidad. La roca encajante de esta localidad está formada por calizas brechoides muy silicificadas en la que se pueden observar algunos cantos de sílex. En cuanto al sedimento del relleno, que provendría principalmente de las corrientes de agua en mayor medida, y de las caídas gravitacionales, en segundo lugar, es principalmente arcilloso, y procede de suelos formados sobre caliza (*terra rossa*) bajo la actuación de un clima húmedo y cálido probablemente. Junto con la arcilla pueden encontrarse clastos de caliza, pequeños fragmentos de sílex, cantos rodados de cuarzo y abundantes restos de microfauna (Gusi *et al.*, 2005; Freixes, 2005).

En esta localidad abundan los restos de micromamíferos, cuyo estado de conservación puede considerarse como excelente. Seguramente la procedencia de estos restos sea de tipo escatológica, esto es, de egagrópilas de rapaces que se situarían próximas a la entrada de la cavidad, donde regurgitarían los restos de las presas que no fueran capaces de digerir (Gusi *et al.*, 2005). Hasta la fecha, los taxones descritos en ACB-1 se incluyen en la Tabla 4.

En las páginas siguientes:

Tabla 4. Asociación fósil descrita en el yacimiento ACB-1. Tomado de Mourer-Chauviré y Sánchez (1988), Sánchez Marco (1996), Bech *et al.* (1997), Madurell-Malapeira (2005) y Agustí *et al.* (2011).

Mammalia	Carnivora	Felidae	<i>Lynx</i> sp.
			<i>Felis</i> sp.
		Hyanidae	<i>Pachycrocuta brevirostis</i>
		Canidae	<i>Vulpes alopecoides</i>
	<i>Canis etruscus</i>		
	Ursidae	<i>Ursus etruscus</i>	
	Perissodactyla	Equidae	<i>Equus stenonis stenonis</i>
		Rhinocerotidae	Rhinocerotidae indet.
	Artiodactyla	Cervidae	<i>Cervus cf. philisi</i>
			<i>Dama nesti</i>
			<i>Eucladoceros</i> sp.
		Bovidae	<i>Gazellospira torticornis</i>
			<i>Procamptoceras brivatensis</i>
			<i>Leptobos</i> sp.
	Ovibovini indet.		
	Lagomorpha	Ochotonidae	<i>Prolagus capensis</i>
			<i>Prolagus</i> sp.
	Rodentia	Arvicolidae	<i>Kislangia gusii</i>
			<i>Mimomys medasensis</i>
			<i>Mimomys tornensis</i>
		Muridae	<i>Stephanomys progressus</i>
			<i>Castillomys crusafonti</i>
			<i>Apodemus</i> cf. <i>Mystacinus</i>
			<i>Apodemus</i> aff. <i>occitanus</i>
	Gliridae	<i>Eliomys</i> sp.	
	Sciuridae	Sciurinae indet.	
	Insectivora	Talpidae	<i>Desmana inflata</i>
<i>Talpa</i> sp.			
Soricidae		<i>Myosorex meini</i>	
		<i>Beremendia fissidens</i>	
		<i>Sorex minutus</i>	
		<i>Sorex</i> sp.	
<i>Pentenyia hungarica</i>			
Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus</i> sp.	
		<i>Rhinolophus</i> cf. <i>mehelyi</i>	
		<i>Myotis</i> sp. 1	

Mammalia	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis</i> sp. 2
			<i>Myotis</i> cf. <i>myotis</i>
		Miniopteridae	<i>Miniopterus</i> aff. <i>schreibersii</i>
			<i>Miniopterus</i> sp.
Amphibia	Anura	Alytidae	cf. <i>Discoglossus</i> sp.
		Pelodytidae	<i>Pelodytes</i> cf. <i>punctatus</i>
		Ranidae	<i>Pelophylax</i> sp.
Reptilia	Chelonia	Testudinidae	<i>Testudo</i> sp.
			Testudinidae indet.
		Emydidae	Emydidae indet.
	Squamata	Agamidae	Agamidae indet.
		Phyllodactylidae	<i>Tarentola</i> sp.
		Scincidae	<i>Chalcides</i> cf. <i>bedriagai</i>
		Lacertidae	<i>Timon</i> cf. <i>lepidus</i>
			Lacertidae indet.
		Anguidae	cf. <i>Dopasia</i> sp.
		Blanidae	<i>Blanus cinereus</i> s.l.
		Colubridae	<i>Coronella girondica</i>
			<i>Zamenis scalaris</i>
		<i>Natrix maura</i>	
Psammophiidae	<i>Malpolon monspessulanus</i>		
Viperidae	<i>Vipera latastei</i>		
Aves	Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto balearica</i>
	Pelecaniforme	Threskiornithida	<i>Geronticus eremita</i>
Bivalvia	Sphaeriida	Sphaeriidae	<i>Pisidium personatum</i>
Gastropoda	Ellobiida	Ellobiidae	<i>Carychina tridentatum</i>
	Hygrophila	Lymnaeidae	<i>Galba truncatula</i>
	Stylommatopora	Succineidae	<i>Succinea oblonga</i>
		Cochlicopidae	<i>Cochlicopa lubrica</i>
		Truncatellinidae	<i>Truncatellina callicatus</i>
		Vertiginidae	<i>Vertigo</i> sp.
		Pupilloidae	<i>Orcula dolium plagiosoma</i>
			<i>Pupilla muscorum</i>
		Valloniidae	<i>Vallonia pulchella</i>
			<i>Vallonia costata</i>
Clausilliidae	<i>Clausilia rugosa pyrenaica</i>		

En el nivel clásico de ACB-1 ha sido descrito *Eliomys* sp., taxón adscrito a *Eliomys quercinus* en Agustí *et al.* (2011). Nuevo material de niveles en estudio de la parte superior del relleno de ACB-1 han permitido describir la presencia de *Eliomys intermedius* (Ferrer, 2023) (Figura 13), taxón que precedería en el linaje que conduce a la especie actual *Eliomys quercinus* (Ferrer, 2023).

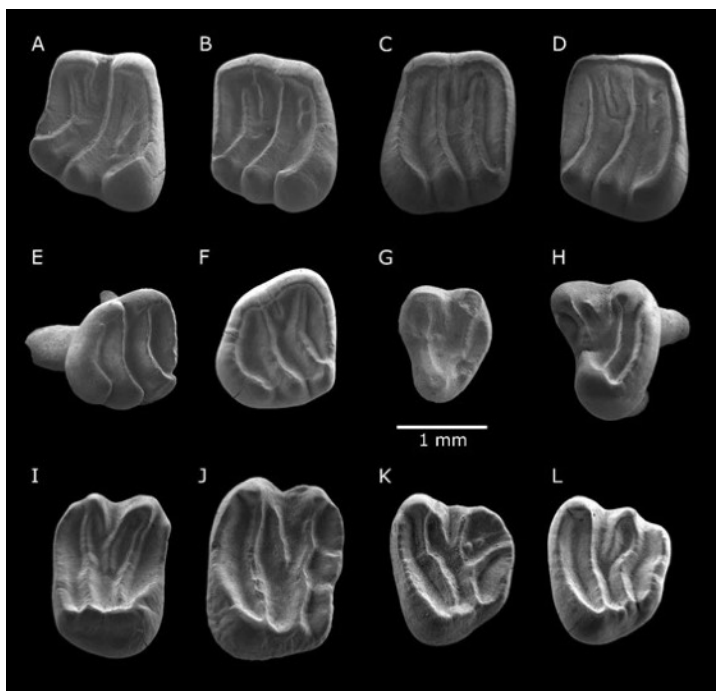


Figura 13. *Eliomys intermedius* de Almenara-Casablanca 1 (nivel clásico).

A) M1 izquierdo (ACB1/CL-1);
 B) M1 izquierdo (ACB1/CL-2);
 C) M2 derecho (ACB1/CL-7);
 D) M2 izquierdo (ACB1/CL-9);
 E) M3 derecho (ACB1/CL-15);
 F) M3 derecho (ACB1/CL-12);
 G) D4 izquierdo (ACB1/CL-17);
 H) P4 izquierdo (ACB1/CL-19);
 I) M1, M2 izquierdo (ACB1/CL-21);
 J) M1, M2 derecho (ACB1/CL-26);
 K) M3 izquierdo (ACB1/CL-30);
 L) M3 izquierdo (ACB1/CL-34).
 Escala 1 mm. Modificado de Ferrer (2023).

Aunque escasos en ACB-1, también han sido descritos restos fósiles atribuibles a aves. Así, Sánchez Marco (1996) atribuye al actual ibis eremita (*Gerontica eremita*) cincuenta restos provenientes de este yacimiento. Este último hallazgo ha tenido una importante repercusión para la conservación de esta especie altamente amenazada, al haber confirmado (junto a los restos procedentes de otros yacimientos paleontológicos y de registros históricos) la presencia de *G. eremita* en la península y justificar así su actual programa de reintroducción.

Yacimiento ACB-3

ACB-3 constituye un pequeño depósito que, junto con ACB-M y ACB-1 presenta una riqueza fosilífera excepcional. No obstante, ACB-3 únicamente ha proporcionado restos de fauna microvertebrada (Agustí *et al.*, 2011; Blain *et al.*, 2010). Los taxones descritos se indican en la Tabla 5 y algunos de ellos son figurados por Blain *et al.* (2007) (Figura 14).

La asociación identificada es más moderna que la procedente de ACB-1 y se adscribe al Pleistoceno inferior tardío (Agustí *et al.*, 2011). Así, constituye el yacimiento más moderno del complejo cárstico de Almenara-Casablanca.

Por desgracia, la mayor parte del relleno que constituye el yacimiento ha sido enterrado por el depósito de residuos sólidos urbanos (RSU) depositados en esta parte del vertedero. En Ruiz-Sánchez y Montoya (2009) se estima que el relleno cárstico ACB-3 se encontraría actualmente enterrado por un conjunto de materiales de entre 9 y 16 metros de espesor. Este hecho impide como es lógico el acceso a este interesante punto del complejo.

Figura 14. Restos de reptiles y anfibios de ACB-3. cf. *Discoglossus* sp., ilion izquierdo en vista lateral (A). *Pelobates cultripes*, escamoso izquierdo en vista lateral (B) y fragmento derecho del frontoparietal en vista dorsal (C). *Pelodytes* cf. *P. punctatus*, húmero izquierdo de ejemplar hembra en vista lateral (D) y vértebra troncal en vista dorsal (E) y posterior (F). *Bufo* s.l., ilion izquierdo en vista lateral (G). *Blanus cinereus* s.l., dentario derecho en vista lingual (H). *Chalcides* cf. *bedriagai*, dentario derecho en vista lingual (I) y labial (J). *Coronella girondica*, vértebra dorsal en vistas dorsal (K), ventral (L) y anterior (M). *Zamenis scalaris*, vértebra dorsal en vistas dorsal (N), ventral (Ñ) y lateral (O). Escala: 2 mm. Modificado de Blain *et al.* (2007).

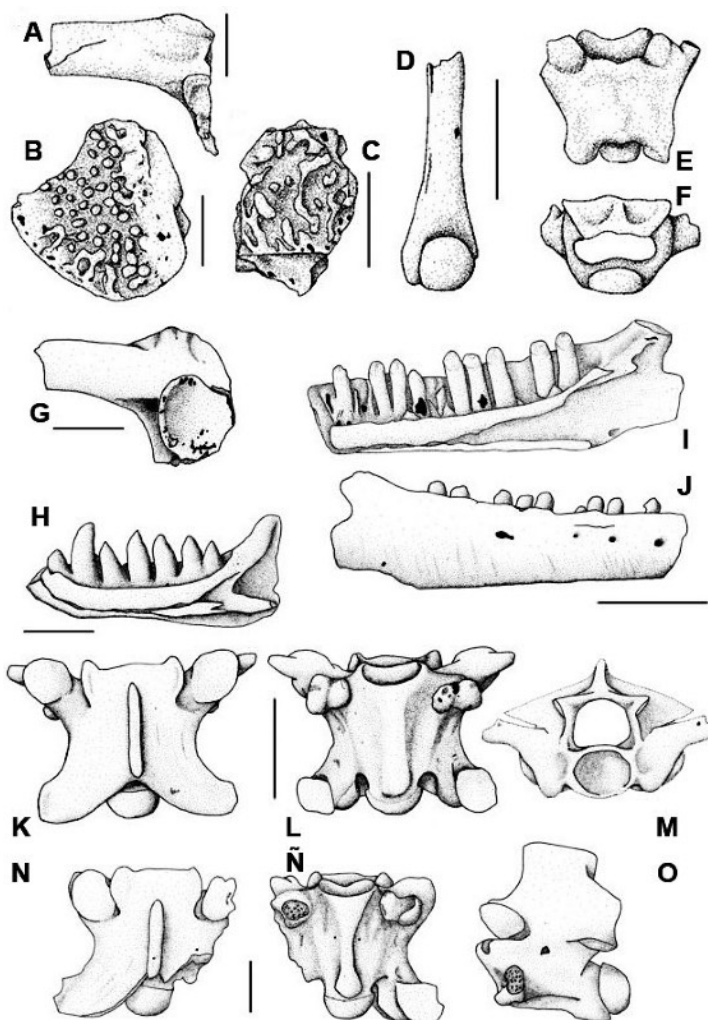


Tabla 5. Taxones identificados en el yacimiento de ACB-3. Tomado de Agustí *et al.* (2011) y Blain *et al.* (2010).

Mammalia	Lagomorpha	Prolagidae	<i>Prolagus</i> sp.
		Leporidae	<i>Oryctolagus</i> sp.
	Rodentia	Gliridae	<i>Eliomys quercinus helleri</i>
		Cricetidae	<i>Allocricetus bursae duraciensis</i>
		Arvicolidae	<i>Mimomys</i> aff. <i>savini</i>
			<i>Allophaiomys chalinei</i>
			<i>Iberomys</i> aff. <i>huescarensis</i>
			<i>Pliomys episcopalis</i>
		Muridae	<i>Castillomys rivas</i>
			<i>Apodemus flavicollis</i>
			<i>Apodemus mystacinus</i>
	Insectívora	Soricidae	<i>Crocidura</i> sp.
			<i>Sorex</i> cf. <i>araneus</i>
			<i>Neomys</i> sp.
	Chiroptera	Verperilionidae	<i>Myotis blythi</i>
Chiroptera indet.		Chiroptera indet.	
Amphibia	Anura	Discoglossidae	cf. <i>Discoglossus</i> sp.
		Pelobatidae	<i>Pelobates cultripes</i>
		Pelodydae	<i>Pelodytes</i> cf. <i>punctatus</i>
		Bufonidae	<i>Bufo bufo</i> s.l.
			<i>Bufotes viridis</i> s.l.
		Ranidae	<i>Pelophylax</i> cf. <i>perezi</i>
		Anura indet.	Anura indet.
Reptilia	Squamata	Blanidae	<i>Blanus cinereus</i> s.l.
		Scincidae	<i>Chalcides</i> cf. <i>bedriagai</i>
		Lacertidae	Lacertidae indet.
		Colubridae	<i>Natrix natrix</i> s.l.
			<i>Coronella giron dica</i>
			<i>Malpolon monspessulanus</i>
			<i>Zamenis scalaris</i>
Viperidae	<i>Vipera latastei</i>		

Yacimiento ACB-6

El yacimiento ACB-6 se localiza en la parte elevada del sector occidental de la cantera que, desde la década de los años 80 del siglo pasado hasta principios del 2000, fue utilizada como vertedero de RSU. La actividad de vertedero desarrollada durante este periodo de tiempo hizo que algunos de los rellenos allí situados fueran cubiertos por RSU quedando fuera de la acción prospectora. Aunque el relleno correspondiente a ACB-6 no fue completamente afectado por el vertido de RSU, el yacimiento no ha podido ser estudiado en profundidad. Únicamente existe un dato publicado en 2002 por Garay (Ruiz-Sánchez y Montoya, 2009), en el que se describe *Mimomys* aff. *medasensis*, taxón típico de la zona MN17 (Plioceno superior).

Afecciones al patrimonio paleontológico

En España, el patrimonio paleontológico puede ser protegido aplicando figuras de la legislación medioambiental o de la cultural, dependiendo de si es considerado como perteneciente al patrimonio natural o histórico, respectivamente. Esta situación crea un interesante debate sobre la adscripción de los bienes paleontológicos dentro del Patrimonio Histórico o del Patrimonio Natural (Marquina-Blasco y Ruiz-Sánchez, 2018). La naturaleza intrínseca de los fósiles (origen, naturaleza y localización) permite englobarlos como un elemento de la geodiversidad (patrimonio geológico-paleontológico). Sin embargo, el tratar a los restos fósiles desde una perspectiva netamente cultural humano y la propia ambigüedad de la definición del Patrimonio Histórico, permite su inclusión en este último. Así pues, si bien no debe obviarse la legislación en materia cultural, la de carácter medioambiental es un referente de apoyo crucial para la protección de este tipo de bienes. En este sentido, la declaración de un espacio natural que proteja el complejo cárstico de la Muntanyeta Blanca d'Almenara relacionado con su elevado valor paleontológico supondría un referente a nivel autonómico para la conservación y gestión de este patrimonio. Máxime cuando en la actualidad los propios yacimientos son objeto de claras afecciones a su propia conservación.

Tras el cese de la explotación minera de la cantera de La Muntanyeta Blanca d'Almenara el vaso occidental (sector "a") de la misma pasó a ser un vertedero, al igual que la zona oriental (sector "c"), hoy día reconvertida para uso como zona de ocio y recreo. La zona occidental está topográficamente rebajada respecto a los alrededores a ésta (sector "b"). Es posible que éste fuera el principal motivo por el cual la primera pasó a constituir un vertedero. A su vez, el sector "a" puede ser dividido en dos sub-sectores distintos, en función del tipo de residuo que albergan: a1) sub-sector "a1", y, a2) sub-sector "a2", parcialmente separados por un entrante de las elevaciones limítrofes (Figura 15).

Existen una diferenciación clara entre los residuos depositados entre los dos subsectores del sector "a". Así, tal y como indican Ruiz-Sánchez y Montoya (2009), en el subsector "a1" se localizan residuos de la construcción dispuestos todos ellos en montículos de descargas suce-

cesivas y ordenadas. El subsector "a2" alberga una mayor diversidad de residuos, distribuidos unos de forma similar a los localizados en "a1", mientras que otros tipos son vertidos directamente sobre contenedores especiales dispuestos al efecto (vertido controlado). En el subsector "a2" se depositan residuos de obra, neumáticos y restos varios.

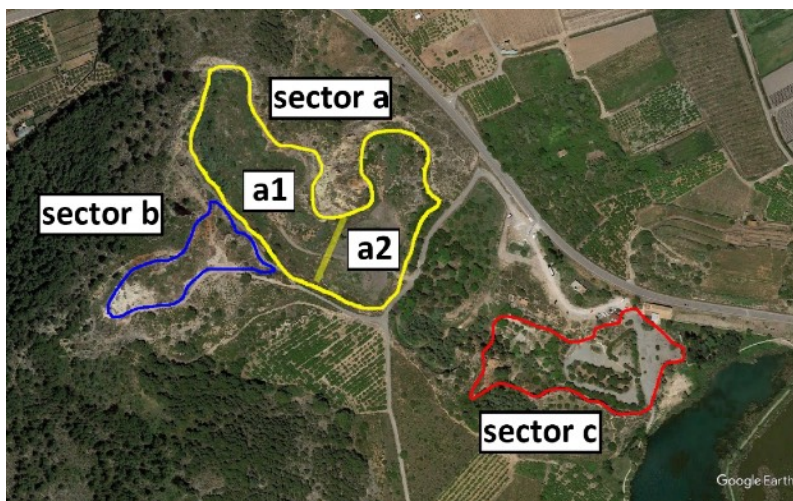


Figura 15. Zonación de La Muntanyeta Blanca d'Almenara en base a la problemática asociada. En amarillo, sector "a", la línea difuminada separa los dos sub-sectores "a1" y "a2"; en verde, sector "b", y, finalmente, en rojo, sector "c". Modificado de Marquina-Blasco (2012).

Los yacimientos implicados por los diferentes vertidos de residuos en el sector "a" de La Muntanyeta Blanca d'Almenara son ACB-3 y ACB-6 (Figura 16). Ambos se encuentran parcialmente enterrados por el acúmulo continuo de estos vertidos desde el abandono de la actividad minera hasta la actualidad, de forma que únicamente puede observarse la parte superior de ACB-3 y ACB-6, localizados en el subsector "a1" y "a2", respectivamente.

El nivel fosilífero ACB-3 (Figura 17) se localiza en la base del relleno, por lo que sucesivos años de vertido de residuos lo han enterrado totalmente, aflorando únicamente la parte superior del yacimiento, estéril desde un punto de vista paleontológico. Mediante la



Figura 16. Vista general del vertedero en el sector occidental. Se señala la posición aproximada de los yacimientos afectados. Modificado de Marquina-Blasco (2012).



Figura 17. Imagen superior. Vista de ACB-3. Nótase la acumulación de escombros que se aprecia a los pies del yacimiento (flecha). **Figura 18. Imagen inferior.** Detalle de la acumulación de residuos en las inmediaciones de ACB-6.

comparación de fotografías tomadas por el doctor Francesc Gusi en 1984 con medidas tomadas de hitos preservados intactos, Ruiz-Sánchez y Montoya (2009) calcularon la profundidad a la que se debía encontrarse la base del relleno de ACB-3. Los cálculos arrojaron valores de entre 9 y 16 metros. Por tanto, en la actualidad, el yacimiento es totalmente inaccesible para su estudio.

El otro yacimiento directamente afectado por el vertedero es ACB-6 (Figura 18). Nuevamente, como en el caso anterior, el nivel fosilífero se sitúa en la base del relleno cárstico. Por tanto, actualmente se encuentra totalmente cubierto por los residuos depositados en la zona. Ruiz-Sánchez y Montoya (2009), aplicando la misma metodología que en el caso de ACB-3, calcularon que la acumulación fosilífera (yacimiento) se encontraba a 7 metros de profundidad. Como ocurre con ACB-3, es de esperar que, al encontrarse

enterrado, el nivel fosilífero continúe intacto pero totalmente inaccesible para su estudio y puesta en valor.

La zona oriental fue antiguamente utilizada como vertedero, al igual que la parte occidental. La zona oriental, denominada como sector “c”, fue reconvertida por el Ajuntament d’Almenara como zona de ocio y recreo (Figura 19). Para ello, el consistorio instaló diversos elementos al efecto, como mesas y taburetes de obra, paellers, áreas vegetadas y servicios. En la actualidad, la zona soporta una gran afluencia de público, especialmente los fines de semana.

En las cercanías del área de recreo se localizan hasta tres yacimientos paleontológicos: ACB-1, ACB-M y ACB-Mb, todos ellos fácilmente accesibles desde dicha zona. El más cercano de todos es ACB-1. En las inmediaciones de este yacimiento, la Diputació Provincial de Castelló instaló una valla perimetral de defensa. La valla en cuestión limita directamente con las mesas que forman parte del área recreativa. Actualmente, dicha valla presenta un deplorable estado de conservación, estando la puerta de acceso al yacimiento, permanentemente abierta, facilitando mucho el acceso al mismo (Figura 20). Todo ello hace que, el fácil acceso, la gran abundancia de restos fósiles desperdigados en la base de ACB-1 y el más que probado grado de conocimiento por parte de un público aficionado a la paleontología, lleven a la existencia de un alto riesgo de expolio de este yacimiento. En varias visitas de control en los últimos años, se han evidenciado marcas de excavación en el yacimiento. Además, la naturaleza arcillosa de la matriz que contiene los fósiles de ACB-1 hace que el yacimiento sea extremadamente vulnerable a los procesos de erosión, tal y como atestigua la gran cantidad de materiales desprendidos en la base del mismo. Dichos procesos de destrucción natural se ven potenciados por el acceso de personas al mismo, haciendo que al desplazarse éstas por la pendiente hacia cotas más altas, provocan un proceso conocido como “*trampling*”, en el que además se provoca el desprendimiento de los materiales al andar sobre ellos. Otro proceso erosivo registrado es el producido por la fauna



Figura 19. Zona de ocio localizada en la zona oriental de la cantera.

del entorno. En concreto, dada la facilidad de excavación de este tipo de materiales, pueden observarse en la base del relleno ACB-1 gran cantidad de madrigueras de conejos (*Oryctolagus cuniculus*). ACB-1 es, por tanto, un yacimiento que soporta un fuerte impacto, producido tanto por la erosión natural como por la acción de expolio. Si bien, la destrucción y pérdida de material por efecto de la erosión es, al fin y al cabo, el proceso natural que soporta todo yacimiento paleontológico de estas características, parece lógico la reparación inmediata del vallado perimetral para minimizar tanto el carácter antrópico del proceso erosivo como el expolio continuo soportado por ACB-1.

Los yacimientos ACB-M y ACB-Mb se localizan en la parte más occidental del área de recreo. Durante los fines de semana, momento de máxima afluencia al área, las cercanías de ambos yacimientos son utilizadas como zona de recreo por parte de los visitantes del entorno. En los últimos años ACB-M ha sido objeto de profundas transformaciones para impedir el desprendimiento de materiales que pusieran en peligro la integridad física de los visitantes. En concreto, Ruiz-Sánchez y Montoya (2009) informan de las obras que en la década de los años noventa del pasado siglo rebajaron, del orden de 6,5 metros, la cota superior del yacimiento con el fin de evitar desprendimientos. En la actualidad, el nivel fosilífero ACB-M se sitúa en la parte más alta del relleno cárstico. Por otro lado, ACB-M ha sufrido un importante proceso erosivo, fácilmente observable en la zona de unión entre el material de relleno y el encajante calizo que lo delimita. Es relativamente sencillo el acceso a la parte superior de ACB-M, pero no así a la parte media del relleno. La propia naturaleza del relleno (pendiente y naturaleza del material) junto a la densa vegetación circundante dificulta el acceso a la parte media e inferior del yacimiento. No obstante, los materiales óseos contenidos en ACB-M son fácilmente observables a simple vista, por lo que no es despreciable el riesgo de expolio del mismo.



Figura 20. Estado actual del vallado perimetral de ACB-1.

Anexos

LOS YACIMIENTOS CÁRSTICOS DEL MIO-PLIOCENO DEL COMPLEJO ALMENARA-CASABLANCA (CASTELLÓN)

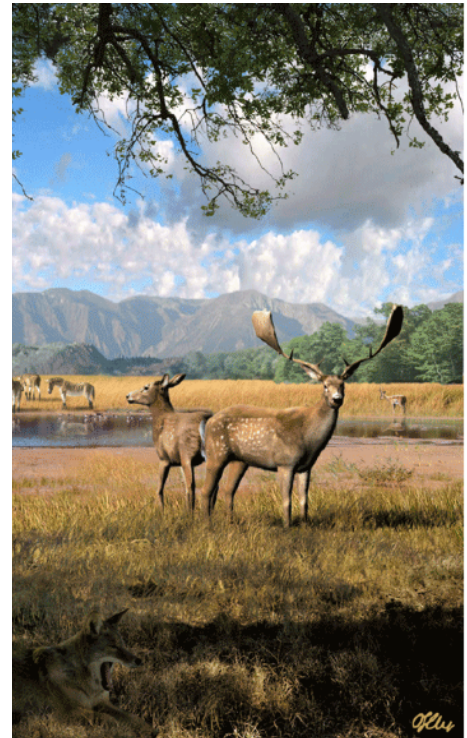
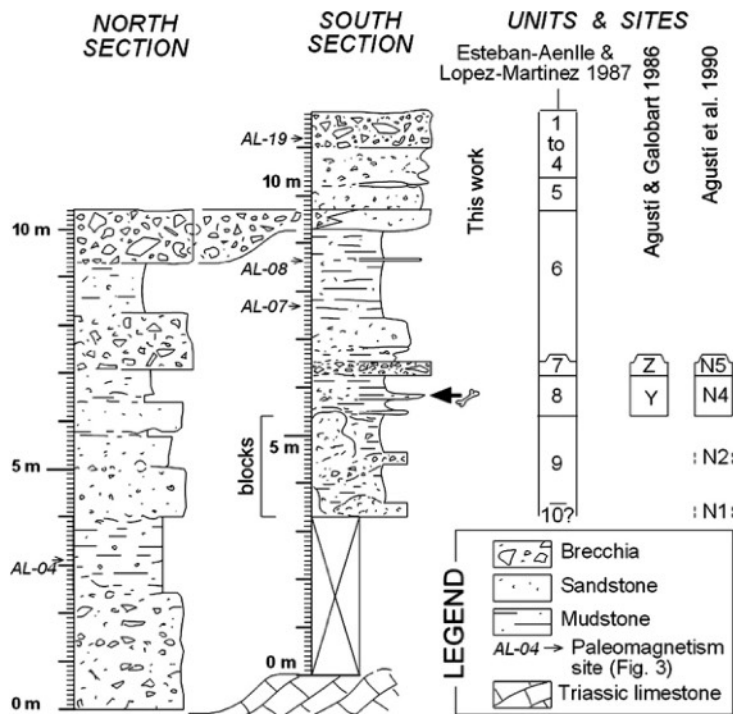
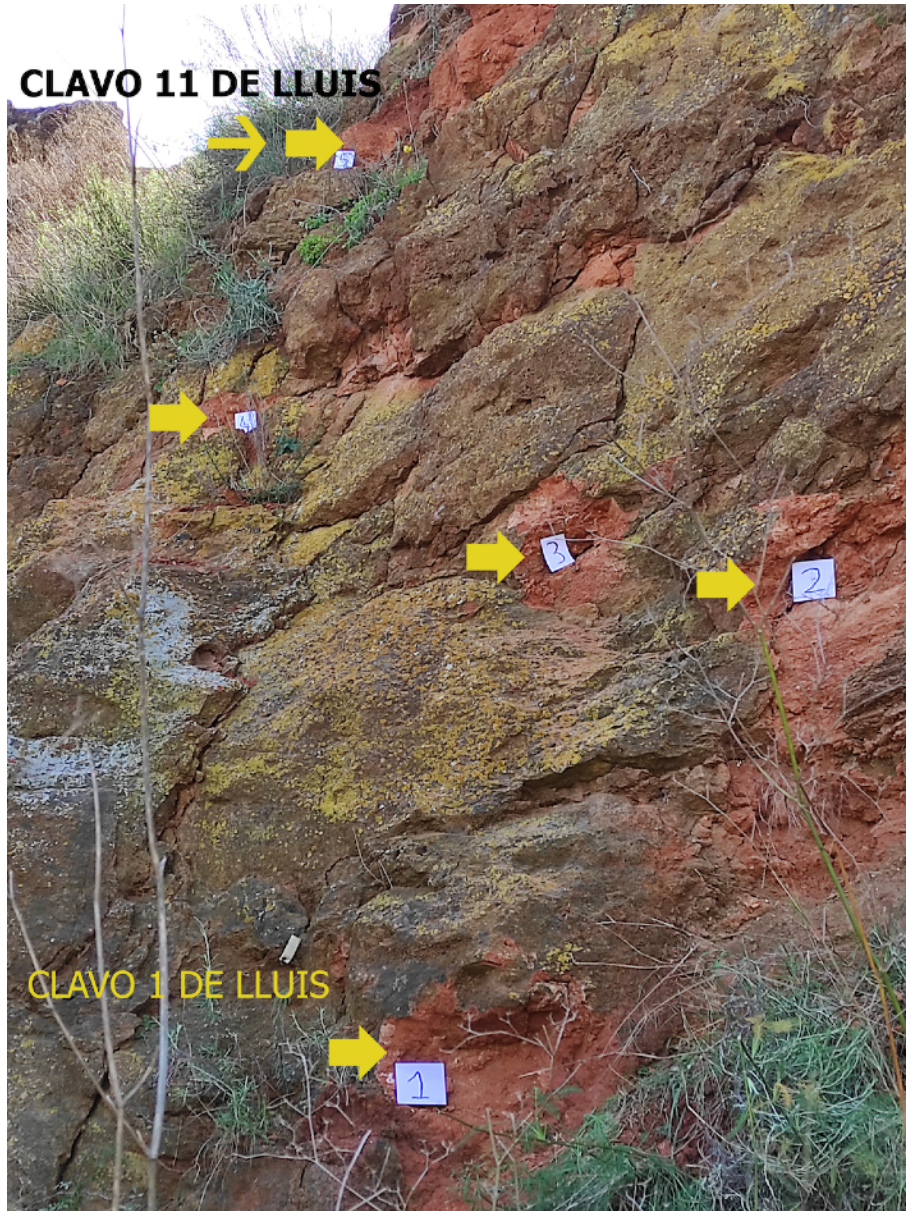
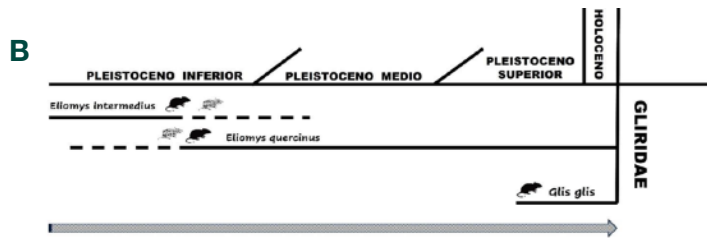
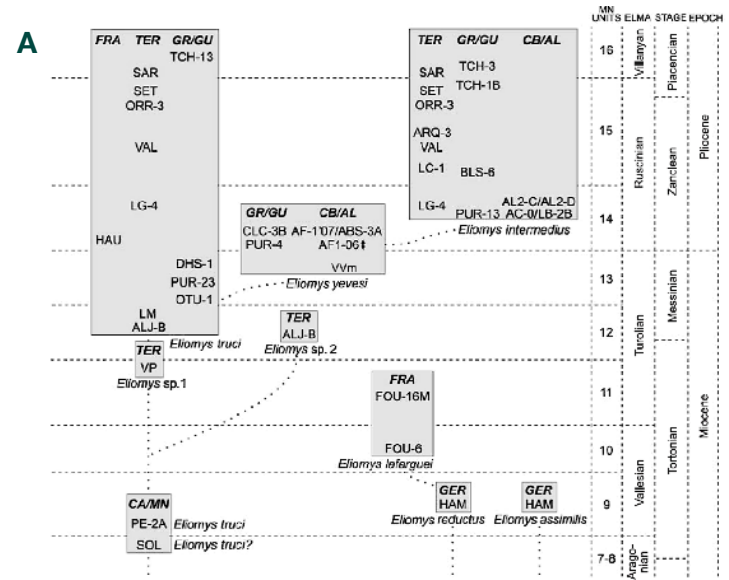


Imagen izquierda. Secciones del yacimiento Almenara-Casablanca 1 con inclusión de los niveles muestreados por Benítez (2022) (modificado de Agustí *et al.*, 2011).

Imagen derecha. ilustración realizada por Óscar Sanisidro como reconstrucción de la fauna y el paleoambiente correspondiente a los yacimientos de Almenara-Casablanca 1.



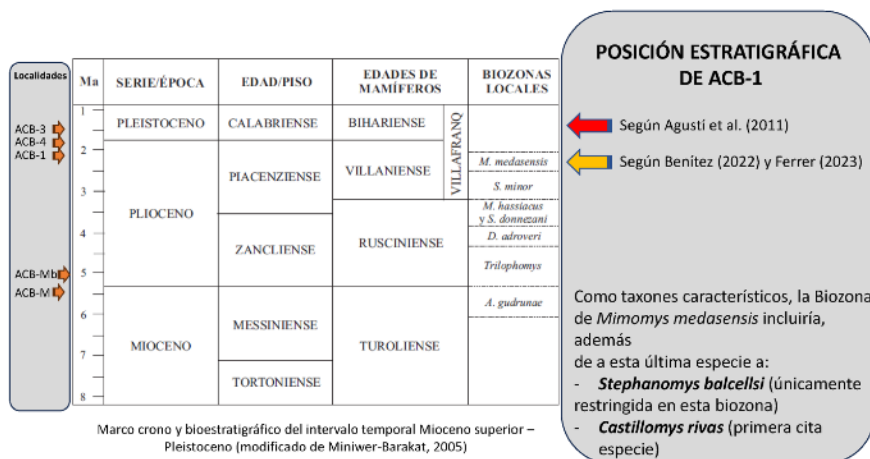
Niveles fosilíferos de la sección norte del yacimiento Almenara-Casablanca 1
(tomado de Benítez, 2022)



A) Distribución estratigráfica entre el Vallesiense inferior (Tortonense inferior) y el Villaniense inferior (Piacenziense) y relaciones filogenéticas propuestas en el género *Eliomys* (modificado de García-Alix et al. 2008).

Abreviaciones: **ABS**, Alcoi Barranc Sud; **AC**, Alcoy Cristian; **AF**, Alcoi Forn; **AL**, Alcoy; **ALJ**, Aljezar; **ARQ**, Arquillo; **BLS**, Barranco de Blas; **CA/MN**, Calatayud-Montalbán Basin; **CB/AL**, Cabriel and Alcoy Basins; **CLC**, Calicasas; **DHS**, Dehesa; **ELMA**, European Land Mammal Age; **FOU**, Lo Fournas; **FRA**, France; **GER**, Germany; **GR/GU**, Granada and Guadix Basins; **HAU**, Hautimagne; **Ham**, Hammerschmiede; **LB**, La Bullana; **LC**, Lomas de Casares; **LG**, La Gloria; **LM**, Los Mansuelos; **MN**, Mammal Neogene Units; **ORR**, Orrios; **OTU**, Otura; **PE-2A**, Pedregueras 2A; **PUR**, Purcal; **SAR**, Sarrión; **SET**, Sète; **SOL**, Solera; **TCH**, Tollo de Chiclana; **TER**, Teruel Basin; **VAL**, Villaba Alta; **VVm**, Venta del Moro; **VP**, Viveros de Pino.

B) Distribución estratigráfica de los Gliridae del Cuaternario en España (tomado de Ferrer, 2023).



Referencias bibliográficas

LOS YACIMIENTOS CÁRSTICOS DEL MIO-PLIOCENO DEL COMPLEJO ALMENARA-CASABLANCA (CASTELLÓN)

- Agustí, J., y Galobart, A. 1986. La sucesión de micromamíferos en el complejo cárstico de Casablanca (Almenara, Castellón): problemática biogeográfica. *Paleontología i Evolució* 20, 57-62.
- Agustí, J., Garcés, M., Krijgsman, W., 2006. Evidence for African-Iberian exchanges during the Messinian in the Spanish mammalian record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 238, 5-14.
- Agustí, J., Santos-Cubedo, A., Furió, M., De Marfá, R., Blain, H. A., Oms, O., y Sevilla, P. 2011. The late Neogene-early Quaternary small vertebrate sucesión from the Almenara-Casablanca karst complex (Castellón, Eastern Spain): Chronologic and paleoclimatic complex. *Quaternary International*, 243, 183-191.
- Bech, M., Villalta, J.F. y Abad, A. 1997. Mol-luscs continentals del Pliocé superior del jaciment de Casablanca I (Almenara, Castelló de la Plana). *Batalleria*, 7, 25-29.
- Benítez, S. 2022. Micromamíferos fósiles del sector norte del relleno fosilífero de Almenara-Casablanca 1 (almenara, castellón). Trabajo Final de Máster. Máster Interuniversitario en Paleontología, Universitat de València. Inédito.
- Blain H.-A., Bailon S. & Agustí J. 2007. Anurans and squamate reptiles from the latest early Pleistocene of Almenara-Casablanca-3 (Castellón, East of Spain). Systematic, climatic and environmental considerations. *Geodiversitas*, 29, 269-295.
- Blain, H.-A., Gibert, L., y Ferràndez-Canadell, C. 2010. First report of a green toad (*Bufo viridis* sensu lato) in the Early Pleistocene of Spain: Palaeobiogeographical and palaeoecological implications. *Comptes Rendus Palevol*, 9, 487-497.
- Ferrer, L. 2023. Caracterización del material del género *Eliomys* (Gliridae, Mammalia) del yacimiento clásico de Almenara-Casablanca 1 y su relación con las subespecies actuales de *Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1776) en la península Ibérica. Trabajo de Fin de Grado. Grado de Biología, Universitat de València. Inédito.
- Freixes, A. 2005. Informe geológico. En: Gusi, F. (coord.), Roedores, monos, caballos y ciervos: faunas fósiles de Casa Blanca-Almenara de 5 a 1 millones de años (Castellón). Servei d'Investigacions Arqueològiques i Prehistòriques, Diputació de Castelló, 37-41.
- García-Alix, A., Minwer-Barakat, R., Martín Suárez, E., Freudenthal, M., Aguirre, J., y Kaya, F. 2016. Updating the Europe–Africa small mammal exchange during the late Messinian. *Journal of Biogeography*, 43, 1336-1348.
- García-Castellanos, D.; Estrada, F.; Jiménez-Munt, I.; Gorini, C.; Fernández, M.; Vergés, J. y De Vicente, R. 2009. Catastrophic flood of the Mediterranean after the Messinian salinity crisis. *Nature*, 462, 778-781.
- Gibert, L., Scott, G.R., Montoya, P., Ruiz-Sánchez, F.J., Morales, J., Luque, L., Abella, J. y Lería, M. 2013. Evidence for an African-Iberian mammal dispersal during the pre-evaporitic Messinian. *Geology*, 41, 691–694.
- Gil, E., y Sesé, C. 1985. Micromamíferos (Insectivora, Rodentia y Lagomorpha) del nuevo yacimiento villafranquiense de Casablanca B (Almenara, prov. de Castellón). *Estudios Geológicos*, 41, 495-501.

- Gusi, F. 2005. Introducción al yacimiento. En: Gusi, F. (coord.), Roedores, monos, caballos y ciervos: faunas fósiles de Casa Blanca-Almenara de 5 a 1 millones de años (Castellón). Servei d'Investigacions Arqueològiques i Prehistòriques, Diputació de Castelló, 17-30.
- Gusi, F., Carbonell, E., Olària, C. y Gibert, J. 2005. El contexto estratigráfico de Casa Blanca-1 en la campaña de excavaciones de 1985. En: Gusi, F. (coord.), Roedores, monos, caballos y ciervos: faunas fósiles de Casa Blanca-Almenara de 5 a 1 millones de años (Castellón). Servei d'Investigacions Arqueològiques i Prehistòriques, Diputació de Castelló, 55-60.
- Huerta Carmona, J.J., Ramírez Merino, J. I., Portero García, G. y Rodríguez Fernández, L. R. 2021. Mapa geológico de la Hoja nº 668 (Sagunt/Sagunto). Mapa GEológico de España escala 1:50.000. IGME, CSIC. Madrid. Publicación en línea.
- Köhler, M., Moyà-Solà, S., Martínez Alba, D., 2000. *Macaca* (Primates, Cercopithecidae) from the Late Miocene of Spain. *Journal of Human Evolution*, 38, 447-452.
- López, B., Meseguer Costa, S., Mestre Froissard, S., Nebot Marqués, I., Poza Falset, B., Puértolas Mayayo, M. J., Recatalá Romero, T., Safont Villarreal, P. M., Santos-Cubedo, A. y Vilanova Añó, E. 2014. Geología y Paleontología de “Els Estany” (Almenara). *Geología* 11 de mayo de 2014. Guía de campo. [http: https://sge.usal.es/archivos_pdf/gdia14gui_castellon.pdf](https://sge.usal.es/archivos_pdf/gdia14gui_castellon.pdf)
- Madurell-Malapeira, J.M. 2005. Grandes mamíferos: mamas, pelo y sangre caliente. En: Gusi, F. (coord.), Roedores, monos, caballos y ciervos: faunas fósiles de Casa Blanca-Almenara de 5 a 1 millones de años (Castellón). Servei d'Investigacions Arqueològiques i Prehistòriques, Diputació de Castelló, 241-254.
- Madurell-Malapeira, J., Santos-Cubedo, A., y Marmi, J. 2009. Oldest European of *Meles* (Mustelidae, Carnivora) from the Middle Pliocene (MN16) of Almenara-Casablanca-4 Karstic Site (Castellón, Spain). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 29, 961-965.
- Mansino, S., Crespo, V. D., Lázaro, M., Ruiz-Sánchez, F. J., Abella, J., y Montoya, P. 2016. Fossil micro-mammals of the early Pliocene locality of Almenara MB: biostratigraphical and palaeoecological implications. *Spanish Journal of Palaeontology*, 31, 253-270.
- Marquina-Blasco, R. 2012. Propuesta de declaración como Monumento de interés del complejo cársico de la Muntanyeta Blanca d'Almenara (Almenara, Castellón). Trabajo Fin de Máster. Máster en Biodiversidad: conservación y evolución, Universitat de València. Inédito.
- Marquina-Blasco, R., y Ruiz-Sánchez, F.J. 2018. El dilema del patrimonio paleontológico: ¿es posible su protección a través de las leyes de conservación de espacios naturales?. *Revista PH*, 94, 324-325.
- Minwer-Barakat, R. 2005. Roedores e insectívoros del Turolense superior y el Plioceno del sector central de la cuenca de Guadix. Tesis doctoral. Universidad de Granada. Inédito.
- Mourer-Chauviré, C. y Sanchez Marco, A. 1988. Présence de *Tyto balearica* (Aves, Strigiformes) dans des gisements continentaux du Pliocène de France et d'Espagne. *Geobios*, 21, 639-644.
- Moyà-Solà, S., Agustí, J. y Pons-Moyà, J. 1984. The Mio-Pliocene insular faunas from the West Mediterranean origin and distribution factors. *Paleobiologie Continentale*, 14, 347-357.

- Pickford, M., Moyà-Solà, S., Mein, P., 1997. A revised phylogeny of Hyracoidea (Mammalia) based on new specimens of Pliohyracidae from Africa and Europe. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie – Abhandlungen*, 205, 265-288.
- Ruiz-Sánchez, F.J. y Montoya, P. 2009. Informe sobre la prospección paleontológica en la cantera de la Muntanyeta dels Estanys d'Almenara (Conselleria de Cultura i Esports). Generalitat Valenciana. Unpublished, 1-77.
- Sánchez Marco, A. 1996. The presence of the Waldrapp *Geronticus eremita* (Plataleidae) in the Plio-Pleistocene boundary in Spain. *Ibis*, 138, 560-561.
- Soria, J. M. 2007. La Crisis de Salinidad del Messiniense. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15; 47-55.

Notas

Organiza:



VNIVERSITAT ID VALÈNCIA



VNIVERSITAT ID VALÈNCIA
Jardí Botànic

Colabora:



VNIVERSITAT ID VALÈNCIA [UV] Facultat de Ciències Biològiques

VNIVERSITAT ID VALÈNCIA [UV] **ICBiBE**
Institut Universitari Cavanilles
de Biodiversitat i Biologia Evolutiva



Museo Paleontológico de Alpuente



