

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE LA PALEONTOLOGÍA, TAFONOMÍA, Y ESTRATIGRAFÍA DEL PLIOCENO DE CUEVAS DEL ALMANZORA (CUENCA DE VERA, ALMERÍA, ESPAÑA)

JOAQUÍN SENDRA SÁEZ
MIQUEL DE RENZI DE LA FUENTE
EDUARDO MAYORAL ALFARO
FERNANDO MUÑIZ GUIMEA

Resumen: Esta publicación trata de la paleontología de Cuevas del Almanzora (Cuenca de Vera, Almería, España). La edad considerada abarca desde el Plioceno inferior al superior. La mayoría de los vertebrados fósiles del área estudiada se clasifican como mamíferos marinos (si exceptuamos los peces). Muchos de los fósiles estudiados pertenecen al Orden Cetacea aunque hay algunos que pertenecen al Orden sirenia, incluso hay algunos escasos vertebrados continentales en los niveles marinos. Debido a la evolución de los fan-deltas, aparecieron ambientes restringidos que hicieron posible condiciones de fosilización excepcional. Como consecuencia de ello, apareció en el límite Plio-Pleistoceno un Konservat Fossil-Lagerstätte conteniendo restos fósiles de animales de cuerpo blando, peces y también vegetales tanto continentales como marinos.

Abstract: This paper concern with paleontology from Cuevas del Almanzora (Vera Basin, Almería, Spain). The considered age ranges from Lower to upper Pliocene. The general stratigraphical section is grain coarsening upward -marls and silts to sandstones and conglomerates-, from marine to continental sediments. The majority of vertebrate fossils in the studied area are classified as marine mammal remains (making a exception with fish remains). Most of the fossils

that have been studied belong to the Order Cetacea but there are also some that belong to the Order Sirenia; there are even some scarce terrestrial vertebrates into the marine levels. Due to the fan-delta evolution, restricted environments take place and this made possible exceptional fossilization conditions in some places. As a consequence of this, a Konservat Fossil-Lagerstätte containing fossils of soft-bodied animals, fish and also terrestrial and aquatic vegetal fossil remains appear at the Plio-Pleistocene limit. (Figura 1)

INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo es el de describir los estudios realizados durante los últimos años, precisando la estratigrafía local y general, así como también los datos paleoambientales que de los estudios sedimentológicos, paleontológicos y paleoecológicos se desprenden. (Figura 2, página siguiente.)

Los depósitos del área de Cuevas del Almanzora han sido estudiados en diferentes lugares por su interés paleontológico. Los afloramientos geológicos de la Cuenca de Vera, concretamente en la localidad de Cuevas del Almanzora (Almería), han proporcionado

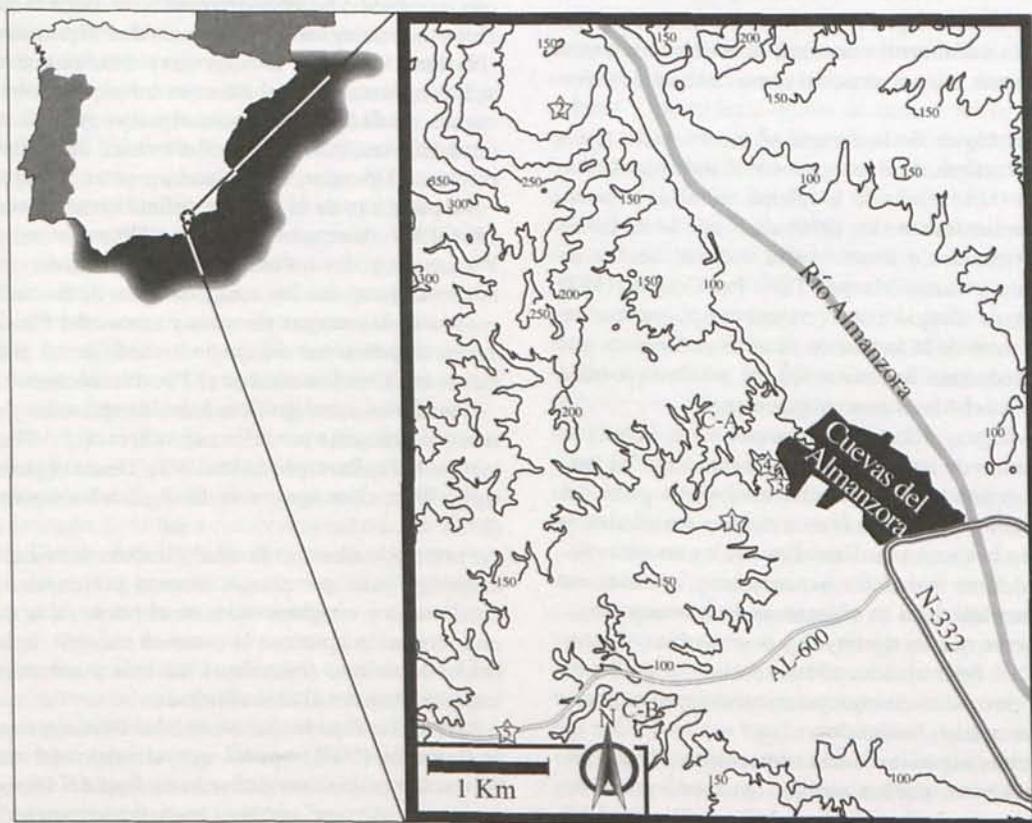


FIG. 1. Localización de los puntos de referencia del presente trabajo. 1) localización del cetáceo articulado. 2) localización del sirenio articulado. 3) localización del delfínido. 4) localización del félido. 5) localización del muestreo principal del Konservat Fossil-Lagerstätte. C-A) columna litológica a través del Miembro Vera norte (fan-delta marginal). C-B) columna litológica a través del Miembro Almanzora.

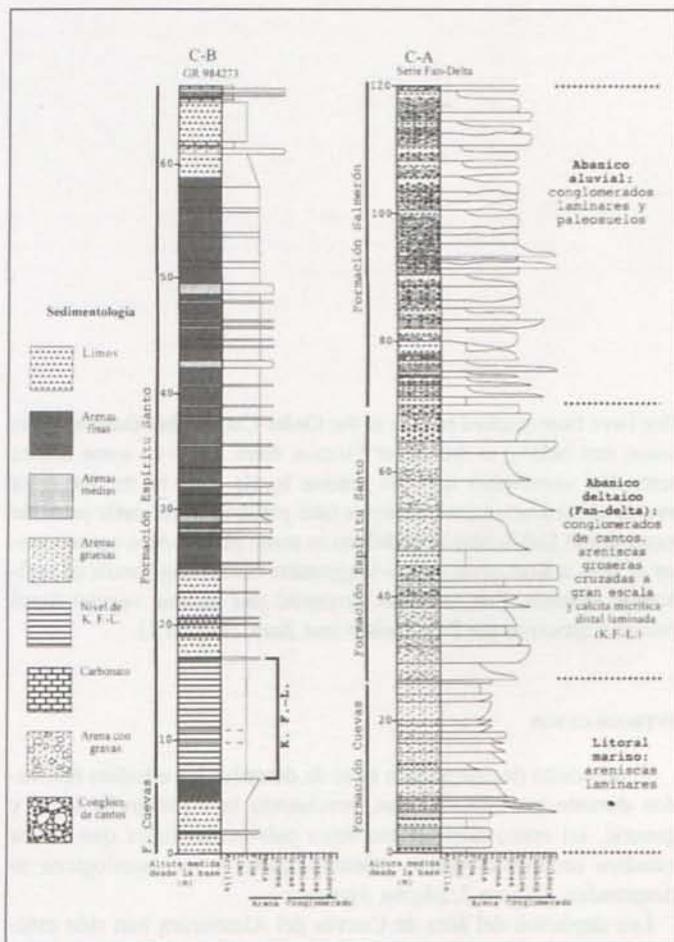


FIG. 2: Columnas estratigráficas del área estudiada (Sendra y otros 1996, Stokes & Sendra 1996, redibujado). C-A) columna litológica a través del Miembro Vera norte (fan-delta marginal). C-B) columna litológica a través del Miembro Almanzora.

recientemente una abundante representación de fósiles de vertebrados marinos asociados a sedimentos marinos, de vertebrados terrestres en las facies marinas más someras, así como también de invertebrados y vegetales.

La historia paleontológica de la cuenca, al menos en lo que a mamíferos marinos se refiere, se recoge desde el siglo pasado con el trabajo de Schrödt (1896, fecha de la edición traducida al castellano del original alemán fechado en 1890) en el que se revisa un amplio grupo de vertebrados e invertebrados y donde se cita un resto de cetáceo. Posteriormente Mariano De la Paz Graells (1897) destaca la presencia de Zeuglodonos (erróneamente, ya que se extinguieron mucho antes de la formación de estos sedimentos que nos ocupan) en los alrededores de Cuevas de Vera, nombre que tenía la localidad de Cuevas del Almanzora antiguamente.

El registro paleontológico se forma, en su mayor parte, a partir de los restos más resistentes de los seres vivos, generalmente las partes esqueléticas mineralizadas que usualmente forman parte del esqueleto (tanto interno como externo) en todas sus variedades, y así sucede también en la Cuenca de Vera. Los tejidos no mineralizados están constituidos por materiales metaestables y, además, son fuente de alimento para infinidad de organismos tanto macroscópicos como microscópicos, que los destruyen y desarticulan (Allison, 1990). No obstante, en determinadas circunstancias, se producen localmente una serie de condiciones que permiten excepcionalmente que tales materiales queden fosilizados.

Mientras que los restos esqueléticos más endurecidos (como huesos o conchas de moluscos) pueden soportar un cierto grado de energía del medio, así como de fluctuaciones de las condiciones del mismo, los materiales metaestables necesitan unas condiciones muy particulares para su conservación. Los depósitos en los que encon-

tramos este último tipo de fósiles es lo que conocemos con el nombre de Konservat Fossil-Lagerstätten (Seilacher, 1970 in Allison, 1988). Esta terminología se aplica en lo referente al registro fósil y no a la litología de las rocas sedimentarias (Seilacher y otros, 1985; Seilacher, 1990), que puede ser muy diferente de un caso a otro. De todos modos, el número de factores bióticos y abióticos que intervienen en la creación de condiciones excepcionales de conservación es limitado; las diferentes combinaciones posibles de los mismos han sido recogidas por diversos autores (Seilacher y otros 1985; Seilacher, 1990; Allison, 1988).

CONTEXTO GEOLÓGICO

La Cuenca de Vera es una de las cuencas intramontañosas neógenas que se hallan instaladas en la zona oriental de las Cordilleras Béticas. Por el SO comunica con la Cuenca de Sorbas a través del pasillo de Almocáizar, y al N con la Depresión de Lorca a través del pasillo de Pulpí, mientras que al Este se abre al Mediterráneo (G Barragán 1986-1987). La orientación submeridiana de la Cuenca de Vera difiere de las de las cuencas adyacentes como las de Sorbas, Nijar-Carboneras, etc. (Barragán y otros, 1990).

La tectónica, desde la crisis de salinidad del Mesiniense, ha determinado la compartimentación de la cuenca (junto con los efectos de la erosión durante la desecación; Barragán y Penela, 1994) y, posteriormente, su acción ha sido la responsable de la formación de áreas subsidentes, como la del sector SO de Cuevas del Almanzora. El relleno sedimentario de la cuenca comprende materiales que van desde el Burdigaliense al Holoceno, con predominancia de niveles marinos, aunque también se observan eventos de continentalización en diversos puntos, previos a la definitiva que tuvo lugar en el Plioceno inferior. Coppier y otros (1990) concluyen que las estructuras sedimentarias definen un sistema aluvial de descarga no confinado, un fan-delta responsable del relleno de esta parte de la cuenca. Barragán (1986-1987) afirma el carácter post-evaporítico de los niveles que preceden inmediatamente a los de la Formación Cuevas, con un episodio lacustre intermedio anterior a la nueva transgresión. Estos materiales los ubica en la unidad Messiniense II - Plioceno I (Plioceno inferior o Zanclayense). Tras la reentrada del mar los sedimentos marinos del Plioceno inferior comienzan a colmar la cuenca produciendo una somerización gradual, evidenciada entre otros factores, por la aparición errática de fósiles de procedencia continental (Sendra, 1992; Sendra y otros, 1996).

La parte alta de la serie se definió como Plioceno II (Barragán, 1986-1987; Barragán y otros, 1990), que es el equivalente a Plioceno superior o Placeniense. Es el último episodio marino de la cuenca junto con los conglomerados de fan-delta que se colocan encima de las margas arenosas y arenas del Plioceno I, y que a su vez se disponen por debajo de los sedimentos continentales posteriores, cuya base se sitúa en el Plio-Pleistoceno.

Los niveles estratigráficos han sido revisados y datos micropaleontológicamente por diferentes autores (cf. Völk, 1967, Montenat y otros 1976, Barragán 1986-1987). Desde el punto de vista litoestratigráfico, clásicamente se distinguían las siguientes formaciones (Völk, *Op. cit.*):

Formación Cuevas, de edad Plioceno inferior. Constituida, fundamentalmente, por margas limosas y arenosas. Pasa a areniscas bioclásticas y conglomerados en el borde de la cuenca. Dentro de esta formación aparecen la inmensa mayoría de los grandes vertebrados superiores (mamíferos marinos y terrestres) fósiles que se han localizado en el área estudiada.

Formación Espiritu Santo, de edad Plioceno superior. No obstante Barragán (1994) apunta que el inicio del desarrollo de esta Formación podría remontarse hasta final del Plioceno inferior. Son conglomerados que cambian gradualmente en las partes distales a margas limosas y arenosas, con estratificación cruzada a gran escala, que pertenecen a depósitos deltaicos de tipo fan-delta. Esta

Formación ha sido revisada en profundidad últimamente y ha sido subdividida de acuerdo a sus características sedimentológicas, estratigráficas y paleontológicas a su vez en dos partes: los niveles conglomeráticos del *Miembro Vera* (progradaciones de los fan-delta) y las calizas y limos laminados distales del *Miembro Almanzora* (Sendra y otros, 1996; Stokes & Sendra, 1996), que es donde precisamente se generaron los niveles que hoy conforman el *Konservat Fossil-Lagerstätte* (sensu Seilacher y otros 1985; Seilacher, 1990) y otros niveles.

Formación salmerón, con edad atribuida al Plio-Cuaternario. Conglomerados, arenas y limos rojos de origen fluvial con potentes costras de caliches. Hasta el momento no se ha encontrado fósiles de vertebrados en esta formación (dentro del área que nos ocupa), aunque no es descartable su presencia.

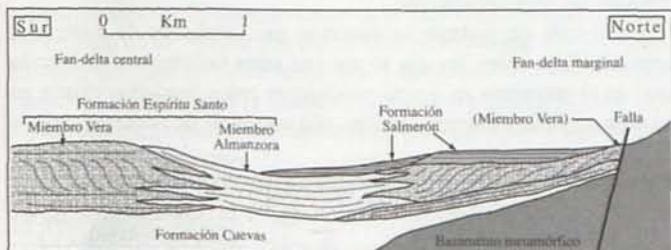


FIG. 3: Estratigrafía del sector norte de la Cuenca de Vera (Sendra y otros, 1996; Stokes y Sendra 1996) redibujado.

En el límite Plio-Pleistoceno, la evolución del sistema fan-delta genera unos lóbulos deltaicos que protege un área lagunar marina con influencias continentales, cuyas condiciones propiciarían la formación del *Konservat Fossil-lagerstätte* (en el Miembro Almanzora). Por encima de éste aparecen niveles con turberas y macrofauna de agua salobre y dulce (principalmente moluscos bivalvos y gasterópodos).

Para Völk y otros autores, el origen de, al menos, una parte de los lóbulos deltaicos está en un supuesto macizo situado en una posición más oriental y hoy sumergido en el mar. Barragán (*op. cit.*) opina, en cambio, que el principal aporte detrítico venía dado por un importante curso de agua que ingresaba en la depresión de Vera por el Nordeste, a través del Pasillo de Pulpí, y, a consecuencia de la estructura de la cuenca, se originaron depósitos progradantes del Este al Oeste.

Aunque la existencia del fan-delta dentro del Pasillo de Pulpí es clara, en nuestra opinión la mayor parte de los cuerpos deltaicos de la Cuenca de Vera se alimentaban de una masa terrestre al otro lado de una falla transformacional, que actualmente forma la Sierra Almagrera (Sendra y otros, 1996; Stokes y Sendra, 1996).

Este aparato deltaico estuvo enormemente influido por la tectónica, con la cual se asociaron, a su vez, manifestaciones hidrotermales (Barragan, 1994). La tectónica fue la responsable de la modificación de la estructura de la cuenca, llegando a cambiar el curso del principal alimentador del sistema deltaico. La diferencia de profundidad (varía de 0 a 50 m) se explica por el elevado ángulo de buzamiento de las capas ligadas al frente deltaico; en cualquier caso, la deposición de los niveles del *K. F.-L.* se produjo una vez el delta estaba ya bastante formado. Esto fue a consecuencia de la actividad tectónica durante la fase de distensión. Posteriormente, y justo por encima de las zonas desecadas, encontramos una nueva transgresión importante (evidenciada por la presencia de restos de cetáceos parcialmente articulados), seguida de una fase regresiva.

La litología de los materiales del *Lagerstätte* consiste en sedimentos finos (limos carbonatados y arcillas). En los lugares en que están menos expuestos a la meteorización hay abundancia y diversidad de fósiles muy bien conservados. En corte fresco, se caracterizan por un fuerte olor a hidrocarburos, lo que daría a pensar en la presencia inicial de materia orgánica sin oxidar. Presentan, en general, un carácter rítmico, que se pierde en las zonas más próximas hacia el límite de contacto con el Miembro Vera.

UN CETÁCEO ARTICULADO

El cetáceo recuperado se encontró a unos tres kilómetros al sur del borde de cuenca norte, dentro de los niveles netamente marinos (y algo profundos) de la Formación Cuevas, estimándose su edad (en este punto en concreto) como Plioceno inferior (o Zanclayense), aunque hacia el techo. El ejemplar excavado en 1997 era conocido por el trabajo previo realizado por uno de nosotros (Sendra, 1992).

Sistemática:

Orden Cetacea Brisson, 1762.
Suborden Mysticeti Flower, 1864.
Familia indet. (en estudio).

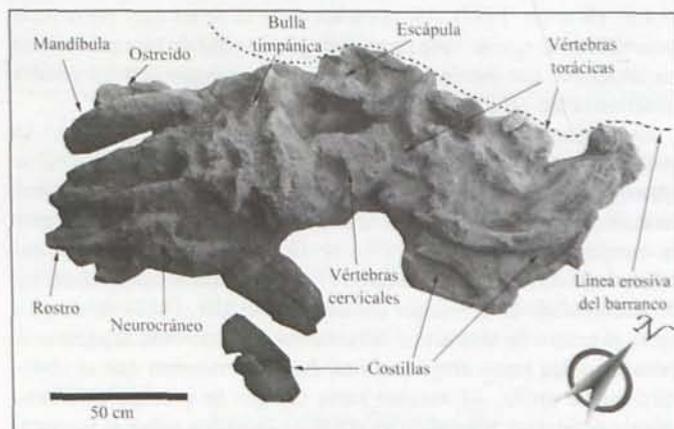


FIG. 4: Ejemplar excavado. Se indican los diferentes restos esqueléticos.

Este fósil se localizó dentro de margas arenosas azul-grisáceas en el talud sur de uno de los barrancos tributarios del río Almanzora. Estas margas arenosas, en las cercanías del fósil estudiado aquí, presentaban numerosos restos de pectínidos y braquiópodos desarticulados, aunque en general bastante bien conservados. Tampoco es raro observar alguna pequeña acumulación de estos invertebrados no mayor de un metro de sección longitudinal. No obstante, existen también cerca de estos niveles zonas con *Amusium cristatum* articulados y en perfecto estado de conservación, por lo que creemos que en este punto, estas acumulaciones de elementos desarticulados estarían en relación con las variaciones de las corrientes submarinas procedentes de los fan-delta, que cambian constantemente con la evolución de estas estructuras sedimentarias. Incluso, debajo de una de las mandíbulas del cetáceo apareció un fragmento (23 cm.) de un enorme ostreido arrecifal muy reelaborado y perforado. Este elemento no encaja con el entorno, y la única explicación es su llegada a este punto mediante un suceso turbidítico, asociado también a la dinámica de los fan-delta. Otros fósiles encontrados en los alrededores son los equinodermos irregulares en distintos grados de conservación y/o fragmentación, y una gran abundancia de macroforaminíferos bentónicos. Junto a los elementos esqueléticos del cetáceo aparecieron también algunos dientes de pequeños seláceos, mostrando una posible actividad de carroñeo sobre el cadáver.

Previamente a los trabajos de extracción de los restos esqueléticos, se acondicionó una superficie de 2 m. X 6 m. con maquinaria pesada que realizó un escalón de estas dimensiones con un corte vertical de 2 m. en el talud donde se comenzó a trabajar sobre la superficie horizontal, estableciendo una red de 50 cm. de malla para tomar las pertinentes orientaciones de los restos. Tras la limpieza del sedimento que tapaba el esqueleto, apareció la mitad cefálica de un pequeño misticeto articulado, al cual le faltaba la mitad caudal por la erosión (fig. 4). La longitud total estimada del ejemplar debió ser de unos 6 m., tamaño muy pequeño para el grupo en general, aunque existen en la actualidad un par de excepciones: la *Caperea marginata* (Gray 1846) de la familia *Balaenidae*, que posee un

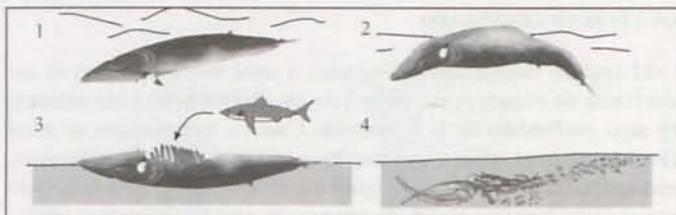


FIG. 5: Interpretación tafonómica del fósil. Explicación en el texto.

tamaño medio en los adultos actuales de unos 5 m., con un registro máximo de 6.4 m. y la *Balaenoptera acutorostrata* Lacépède 1804, el más pequeño representante actual de la familia *Balaenopteridae*, que tiene un tamaño medio en adultos de 8 m., con un máximo de 9.4 m. (Watson, 1985). Así pues, sin dejar de tener muy presente la posibilidad de que se trate de un ejemplar juvenil de otra especie, no es imposible que pueda ser un cetáceo relacionado con los citados anteriormente. (Figura 5)

Los cetáceos son animales migratorios (fig. 5.1), y por tanto su área de dispersión mayor que donde se le encontró. En el fósil se observa que el ejemplar descansa yaciendo sobre la espalda, como lo indica el hecho que las costillas cubren las vértebras torácicas y la escápula única localizada (fig. 4). Eso se explicaría por la flotabilidad que confiere a los cetáceos el gas de la descomposición (Fig. 5.2) acumulado en el interior del cuerpo (Schäfer, 1962). Al desplazarse el centro de masas por inflamamiento del abdomen, la parte más pesada cuelga hacia abajo (cabeza, espalda) mientras que el abdomen queda arriba. Al escapar parte del gas se produjo el hundimiento definitivo, quedando en posición invertida sobre el sustrato, colapsándose las costillas sobre las vértebras (fig. 5.4). No se observa ninguna reorientación posterior por corrientes. Un par de restos esqueléticos estaban desplazados unos 50 cm. al E, lo que al no detectar efectos de corrientes estimamos que podría haberse producido por efecto desarticulador del carroñero (Fig. 5.3), como parece que ocurrió por los dientes de seláceos encontrados. Las partes esqueléticas más voluminosas como el cráneo al permanecer expuestas sobre el fondo durante un tiempo más prolongado quedaron fuertemente erosionadas, como la parte ventral del cráneo, que ha desaparecido.

UN SIRENIO ARTICULADO

El sirenio excavado se localizó en trabajos anteriores (Sendra, 1992) un kilómetro al sur del borde de cuenca norte, dentro de unas arenas masivas medias/gruesas pobremente cementadas de la Formación Cuevas. Aunque todavía no hemos realizado una datación con microfósiles en este punto, por su posición estratigráfica y la correlación de estos cuerpos sedimentarios con los del resto de la cuenca, es evidente que estas arenas se corresponden con los primeros sedimentos (tras los conglomerados de borde de cuenca) depositados al finalizar la crisis del Messiniense, ya que se encuentran infrayaciendo al resto de formaciones geológicas del área, por lo que lo consideramos Plioceno inferior (o Zanclayense), probablemente basal.

Sistemática

Orden Sirenia Illiger, 1811
 Familia Dugongidae Gray, 1821
 Género (?) *Metaxytherium* de Christol, 1840
 Especie indet.

El ejemplar fue encontrado dentro de un nivel de arenas poco cementadas en donde hubo que realizar un corte vertical de cuatro metros para llegar al nivel fosilífero. Los trabajos se efectuaron de manera totalmente manual, dada la dificultad de acceso al lugar. Estas arenas de apariencia masiva, al ser excavadas mostraron unas tenues superficies que se pudieron definir (entre ellas el plano en el

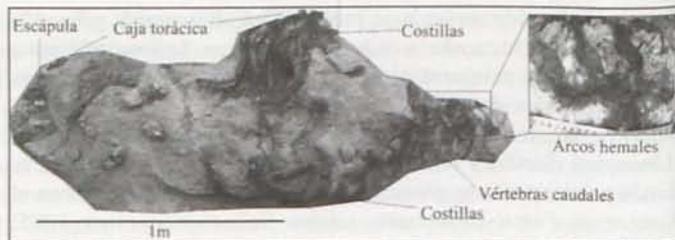


FIG. 6: sirenio articulado excavado. Se indican esquemáticamente los distintos elementos esqueléticos. En el recuadro se muestra un detalle de los arcos hemales articulados con las vértebras caudales.

que se encontraba el esqueleto del sirenio). Estas buzan hacia el sur con un ángulo de 20°, al menos en este punto. Al final se preparó una superficie de tres metros de larga por dos de ancha sobre la que trabajamos horizontalmente.

En el área circundante se observan paleorrelieves de materiales metamórficos sobre los que se apoyan estos sedimentos, indicando que en el momento en que se produjeron estos depósitos existía en el área un paleoambiente somero, con una serie de islotes dispersos

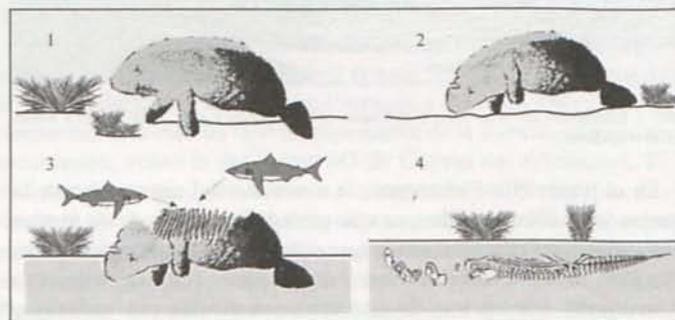


FIG. 7: Interpretación tafonómica del fósil (explicación de las figuras en el texto).

por una especie de marisma muy poco profunda, condiciones que coinciden con los hábitos de vida que tienen los representantes actuales del Orden Sirenia.

Tras limpiar la cobertura de los restos fósiles se comprobó que se trataba de un ejemplar con la caja torácica casi completa, así como gran parte de la región caudal. La parte cefálica faltaba, posiblemente erosionada por una pequeña cárcava que se encontraba en esta posición (Fig. 6).

El ejemplar se encontraba orientado cefalocaudalmente apuntando hacia 210° SO. Un par de vértebras se habían desarticulado y desplazado unos 60 cm en sentido 140 SSE, el resto del esqueleto se encontraba perfectamente articulado descansando las costillas sobre las vértebras torácicas y una escápula, por lo que estaba yaciendo de espalda al ser enterrado. Esta posición debió producirse cuando tras morir uno de estos animales herbívoros (fig. 7.1), los gases de descomposición otorgaron cierta flotabilidad al cadáver al inflar las cavidades internas (fig. 7.2), como ocurre usualmente en los mamíferos marinos (Schäfer, 1962), posición que sería favorecida por el desplazamiento del centro de gravedad del cuerpo al dilatarse el abdomen. Tras escapar un pequeño volumen de gases debió quedar en el fondo depositado de espaldas o ligeramente ladeado, donde debió quedar parcialmente enterrado y pudo sufrir el carroñero por parte de pequeños seláceos (fig. 7.3), como indican los pequeños dientes encontrados entre los huesos.

En este ejemplar todos los restos esqueléticos están en el mismo nivel (aunque en la caja torácica se superponen entre sí) por lo que el enterramiento debió ser relativamente rápido (fig. 7.4). En la región caudal, incluso se encuentran perfectamente articulados en su posición anatómica los arcos hemales, que se unen a las vértebras caudales mediante tejido conectivo (fig. 6, detalle), por lo que el enterramiento debió de producirse antes de la total descomposición de la materia orgánica, ya que por la sedimentología observada (are-

nas medias y gruesas) y la alta fragmentación en general de los escasos moluscos observados, la energía del medio ambiente debió de ser moderadamente alta. En este sentido, la desarticulación de las dos vértebras observadas, pudo producirse por efecto de carroñeo, como también parecen indicar los pequeños dientes de seláceo antes mencionados, ya que el resto de las vértebras se encuentran perfectamente articuladas en la columna vertebral. No se observaron adherencias de ostreídos ni reorientación alguna de los elementos esqueléticos por efecto de corrientes. Las costillas de la caja torácica estaban plegadas unas sobre otras (fig.6), mostrando que se habían colapsado así al descomponerse la materia orgánica.

La exposición de una sección del fósil al exterior producida por la erosión del barranco donde fue localizado el ejemplar, produjo que las filtraciones de agua meteorizaran algunos de los elementos esqueléticos. También las raíces de las plantas afectaron al fósil, principalmente en la parte anterior de la caja torácica, que tuvo que ser retirada en un bloque tras envolverlo previamente con escayola. El resto del fósil se retiró asimismo protegido con parte del sedimento en bloques, con la intención de posteriormente realizar una restauración en condiciones apropiadas para poder recomponerlo y estudiarlo óptimamente.

De manera coincidente con otros casos estudiados (Sendra, 1995 sin publicar; Sendra, 1996 sin publicar; Sendra y De Renzi, 1995b), se ha observado que entre el sedimento que íbamos excavando, era muy frecuente encontrar pequeñas partículas carbonosas de origen vegetal, y algún fragmento mayor, de alrededor de 5 cm. de largo, en general no identificables. Sólo en un caso era evidente que el resto vegetal era un estróbilo de conífera de unos 10 cm de largo y 5 de ancho máximo. Estaba aplastado por efecto de la compresión del sedimento, y se deshizo completamente al intentar recuperarlo. Otros de los fragmentos vegetales mostraban muy escasa lignificación, apareciendo prácticamente como impresiones, por lo que es muy probable que pertenecieran a talos de algas. Todo esto, un medio somero con abundancia de materia vegetal no lignificada (algas y herbáceas), con una cierta influencia del medio continental por su proximidad, es coherente con la hipótesis de que este área podría ser la zona de vida de estos animales durante el Plioceno inferior, donde debió de morir el ejemplar estudiado.

UN CRÁNEO DE *ASTADELPHIS*

Bianucci estableció en 1996 este nuevo género (*Astadelphis*) que actualmente sólo incluye la especie *A. gastaldii* (Brandt, 1874). Al revisar diversos restos fósiles (incluyendo al holotipo actual) atribuidos a otras especies del Plioceno italiano como *Steno gastaldii* (Brandt, 1874), *Steno bellardii* (Portis, 1885) *Steno gastaldii* var. *belardii* (Portis y Sacco, 1891) y *Delphinapterus* sp., encontró bajo estos diferentes nombres a individuos de diferente edad de la misma especie, por lo que estableció un nuevo género para todo el grupo, dejando la denominación específica como la del primer hallazgo de 1874.

La diagnosis dada por Bianucci (1996) de este nuevo género de *Delphinidae* es:

“Rostro relativamente delgado y elongado; premaxilar más largo que el maxilar sobre el rostro; premaxilares constreñidos en la base del rostro; senos anteorbitales marcados; neurocráneo cuadrangular en vista dorsal; mesetmoides muy ancho en la cara dorsal del neurocráneo; nasales pequeños; escudete occipital pequeño; procesos anteorbitales robustos y extendidos anteriormente; fosa temporal circular; 24-25 dientes en cada fila dental, con coronas de esmalte liso; fosa del seno anterior relativamente grande con borde anterior redondeado; sinfisis mandibular relativamente elongada y estrecha; perióticos globosos, con una *pars cochlearis* larga y ancha, así como cortos procesos anterior y posterior; timpánicos amplios en vista ventral; foramen neural del atlas amplio y circular; vértebras robustas y sin comprimir anteroposteriormente”.

En mm.	MGPTPU13883	MGPTPU13884	MGPTPU13912	NUESTRO
1	28,8	28,7	28,6	29,31
2	21,4	22,1	22,2	21,03
3	21,0	21,7	21,7	21,96
4	13,7	13,9	13,9	13,87
5	11,5	12,2	12,3	12,32
6	18,3	17,4	17,3	17,86
7	11,3	11,8	11,4	11,13
8	15,8	17,6	17,7	17,78
9	11,4	11,2	11,4	11,54
10	15,5	15,0	15,8	15,54
11	---	29,7	---	34,52*
12	---	20,6	---	19,67
13	N/C	N/C	N/C	27,35
14	---	30,0	---	32,19

El material estudiado es un cráneo (con un timpánico y un periótico) y un cuerpo vertebral. Estos restos se recogieron hace tiempo dentro de los niveles de la *Formación Cuevas* (Völk, 1967), concretamente hacia el techo. La sedimentología y paleontología muestra en este punto un progresivo aumento de continentalización, así como la presencia de fósiles de fauna y flora continental en los niveles marinos más somerizados (Sendra y otros, 1996).

Sistemática:

Orden Cetacea Brisson, 1762.
Suborden Odontoceti Flower, 1864.
Familia Delphinidae Gray, 1821.
Género *Astadelphis* Bianucci, 1996.

Especie *Astadelphis gastaldii* (Brandt, 1854).

El fósil almeriense pertenece a un ejemplar adulto, como refleja el hecho de que el cuerpo vertebral, aunque perdió por la paleoerosión el arco y espina neural así como los procesos laterales, presenta ambas epífisis perfectamente fusionadas, lo que es característico exclusivamente de los delfinoideos completamente adultos, más allá de la madurez sexual.

Los elementos esqueléticos se han comparado con los revisados por Bianucci (*op. cit.*) y con ejemplares actuales de la colección propia de uno de los autores (Sendra), evidenciándose las marcadas coincidencias del fósil con el Género *Astadelphis*.

1.-Cráneo

1.a: Bullas

Los huesos auditivos (o bullas en los cetáceos) son dos pequeñas estructuras oseas que se sitúan en la base del cráneo a derecha e izquierda. Constan de dos grandes subunidades que contienen todo el aparato auditivo de los cetáceos. Su grado de complejidad es tan alto, y poseen tan gran número de estructuras variables entre las distintas especies, que constituyen una de las más poderosas herramientas (cuando están completos) de la taxonomía de estos fósiles. Las del ejemplar español se encuentran perfectamente conservadas. Su constitución paquiostótica les confiere una especial resistencia a la degradación frente a la mayor parte del resto del esqueleto (si exceptuamos los dientes). Se encontró el timpánico y el periótico izquierdos.

Medidas de los huesos auditivos. (1) Longitud máx. del periótico. (2) Anchura máx. del periótico. (3) Anchura del periótico a nivel de la apertura timpánica superior. (4) Espesor máx. del periótico. (5) Espesor del periótico a nivel de la apertura timpánica superior. (6) Longitud de la *pars cochlearis*. (7) Anchura de la *pars cochlearis*. (8) Longitud del proceso anterior del periótico. (9) Longitud del proceso posterior del periótico. (10) Longitud del tubérculo ventral+protuberancia ventral del periótico. (11) Longitud máx. del timpánico. (12) Anchura máx. del timpánico. (13) Longitud máx. del lóbulo medial del timpánico. (14) Longitud del lóbulo lateral del timpáni-

co. Holotipo: MGPTPU13883 (Museo de Geología y Paleontología de la Universidad de Turín). N/C: no consta. * Incluyendo el proceso posterior.

1.b: Caja craneal.

El ejemplar fue encontrado en posición invertida, presentando el ápice rostral, base del cráneo así como maxilar y frontal derechos dañados en distinto grado por la erosión (tanto actual, como paleoerosión), por lo que actualmente está en proceso de restauración (fig. 8). La parte mejor conservada es el rostro, y aunque falta el extremo anterior es muy patente su robustez, especialmente en el premaxilar en comparación con los géneros *Stenella* o *Delphinus*. Asimismo, en el maxilar derecho del fósil (incompleto) se ha observado la presencia de 14/16 alveolos dentarios, frente a los 22 que aparecen proporcionalmente en el mismo tracto en el *Stenella coeruleoalba* (Meyen 1883) o los 26 que aparecen en el *Delphinus delphis* (Linnaeus 1758), calculándose que el fragmento apical del rostro que falta contendría un número de alveolos que coincidiría con *A. gastaldii*. La fila dentaria en *D. delphis* y *S. coeruleoalba* arranca a la altura del borde anterior de la base del Pterigoides mientras que en nuestro ejemplar comienza desde una posición varios centímetros más adelantada, presentándose en el maxilar un espacio sin dientes en la base del rostro, justo donde presenta una constricción el maxilar de manera concordante con *A. gastaldii*. Otro carácter fundamental es el seno maxilar de la base del rostro del ejemplar almeriense, que es mucho más profundo que el de los *S. coeruleoalba*, y que no existe en *D. delphis*. Asimismo, el aspecto general del neurocráneo es más cuadrangular que en las especies citadas. Todos estos caracteres encajan con *A. gastaldii*, por lo que se le adscribe dentro de esta catalogación (Figura 8).

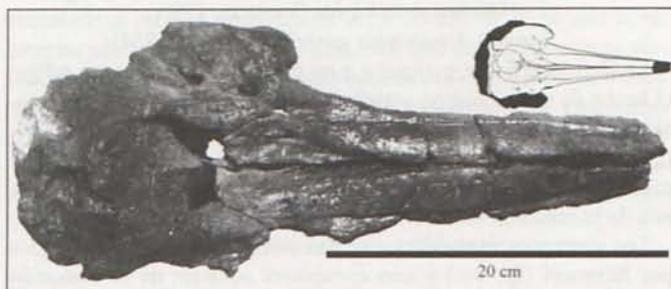


FIG. 8: Ejemplar del *Astadelphis gastaldii* de Cuevas del almanzora en vista dorsal. En el esquema superior se indican las partes que están dañadas en negro.

UNA MANDÍBULA DE FÉLIDO

El material fósil estudiado (fig. 9) consiste en una hemimandíbula derecha (CA-101) con la que estamos efectuando investigaciones conjuntamente con los especialistas en este tipo de carnívoros (El Dr. Jorge Morales, del Museo Nacional de Ciencias Naturales y el Dr. Plinio Montoya, de la Universidad de Valencia). Actualmente hemos publicado un estudio preliminar (Plinio y otros, 1999), del que se reproduce las conclusiones previas más significativas de este ejemplar. El fósil que nos ocupa fue hallado durante una de las campañas de prospección realizadas en 1997 en la zona de Cuevas del Almanzora. Fue recuperado en un nivel de margas arenosas bioclásticas marinas, hacia el techo de la división Plioceno I (o Formación Cuevas), sin que se observara en los alrededores ningún otro resto de procedencia continental.

Sistemática:

Orden Carnivora Bowdich, 1821
 Familia Felidae Gray, 1821
 Subfamilia Felinae Trouessart, 1885
 Género *Lynx* Kerr, 1792
Lynx issiodorensis (Croizet y Jobert, 1828)

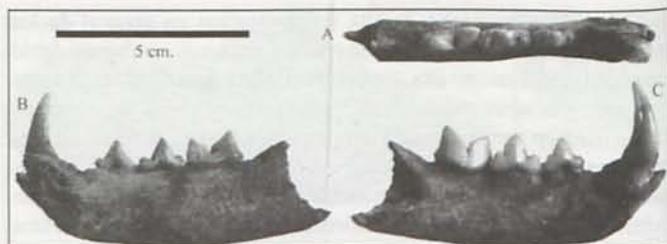


FIG. 9: Mandíbula recuperada de *Lynx issiodorensis* (Croizet y Jobert, 1828). A) vista oclusal. B) vista lingual. C) vista labial.

Descripción: se trata de una mandíbula bien conservada que ha perdido la parte posterior (proceso angular, cóndilo y rama ascendente) y que posee toda la dentición, a excepción de los incisivos (fig. 9). En la parte anterior de la cara labial se observan dos forámenes mentonianos; el anterior es mucho mayor y se sitúa bajo el diastema, mientras que el foramen menor se encuentra bajo la parte media del P3. El canino presenta dos canales labiales, siendo más fuerte y largo el más anterior de ellos. Entre el canino y el P3 se observa un diastema de 8,3 mm. Los premolares (P3 y P4) son relativamente grandes y muestran, además, un buen desarrollo de las cúspides accesorias, tanto anteriores como posteriores, estando este carácter claramente más acentuado en el P4. La carniceira inferior (M1) presenta, en cambio, unas dimensiones relativamente reducidas y posee apenas un talónido rudimentario en forma de un ensanchamiento en la base del borde posterior del diente. El Protocónido se halla dirigido hacia atrás y es claramente más alto que el paracónido. Por otro lado, en vista oclusal, el borde lingual del M1 es ligeramente cóncavo.

Las dimensiones generales que presenta la mandíbula aquí descrita son comparables a las formas mayores de *L. pardinus*, como por ejemplo *L. pardinus spelaea*. Esta característica separa claramente a nuestro ejemplar de *L. issiodorensis issiodorensis* del Plioceno superior de Les Etouaires (Perrier). En cambio, la morfología y las proporciones de la dentición sí apuntan hacia su inclusión en la especie *L. issiodorensis*.

Por lo que se refiere a la morfología dentaria, la carniceira inferior presenta rasgos muy significativos para llevar a cabo su identificación. A este respecto, en el M1 de Cuevas del Almanzora se constata la ausencia de un complejo metacónido-talónido bien desarrollado; además, en vista oclusal, el borde lingual del diente es ligeramente cóncavo. Ambos caracteres son, según Kurtén (1978), típicos de *L. issiodorensis*.

Las dimensiones de la dentición presenta unos valores se encuentran dentro del rango de variación de *Lynx issiodorensis*, cerca de los valores mínimos. Los premolares son claramente mayores que los de *L. pardinus spelaea*, pero no la carniceira, que es incluso menor que alguno de los ejemplares de la gruta de l'Escaie, pertenecientes a esta última forma (Bonifay, 1971). Esto no hace sino corroborar la tendencia observada hacia una disminución en la talla, y un incremento relativo del M1, a lo largo de la evolución del género *Lynx* en Europa (Werdelin, 1981). Por otra parte, al relacionar las longitudes del M1 con las del P3 y P4 observamos que el ejemplar de Cuevas del Almanzora se agrupa perfectamente con las proporciones de *L. issiodorensis*, y se separa claramente de *L. pardinus pardinus* y *L. pardinus spelaea*.

Werdelin (op. cit.) propone una separación de las formas de *L. issiodorensis* en dos subespecies: *L. i. issiodorensis* para las formas del Villafranchiense inferior y medio y *L. i. valdarniensis* para la forma de Valdarno y otras localidades del Villafranchiense superior, presentando esta última una talla inferior, intermedia entre *L. i. issiodorensis* y *L. p. spelaea*, y constituyendo una forma de transición entre *L. issiodorensis* y *L. pardinus*. Al relacionar las longitudes del M1 y del P4 del ejemplar estudiado obtenemos valores plenamente coincidentes con los de la forma de Valdarno (Ficarelli & Torre, 1977; Werdelin, 1981).

Tenemos, por tanto, una mandíbula de *L. issiodorensis* del Plioceno inferior con unas dimensiones claramente menores que las del gran linco del Plioceno superior de Les Etouaires (Kurtén, 1978), y en cambio similares a las formas de pequeña talla del Villafranquiense superior, procedentes, por ejemplo de Valdarno superior, Apollonia o Tasso (Ficarelli y Torre, 1977; Werdelin, 1981; Koufos, 1992). Esto se halla de acuerdo con la hipótesis formulada por Ficarelli y Torre (op. cit.) acerca de que *L. issiodorensis* inicia su historia con formas de talla pequeña a mediana, alcanza gran tamaño durante el Villafranquiense inferior, para ir disminuyendo de talla hasta las formas del Villafranquiense superior.

EL KONSERVAT FOSSIL-LAGERSTÄTTE

Los materiales del Konservat Fossil-Lagerstätte se pueden considerar desde el punto de vista litológico, como limos carbonatados y limos no carbonatados; en ambos casos puede darse o no laminación; los fósiles más abundantes tienen tendencia a aparecer en limos carbonatados laminados, aunque ello pudiera deberse a la mayor facilidad de exfoliación de los mismos. En ambos casos hay abundante materia orgánica que le da un olor característico. En el borde de la cuenca son laminaciones centimétricas mal definidas, con más carbonato, mientras que hacia el centro son inframilimétricas por lo general, con diferencias en contenido paleontológico. El grano no es del tipo tan fino que se observan en otros K.-F.-L. (Sendra y De Renzi 1995 a, 1995c).

Las ritmitas mejor conservadas que se han estudiado se hallan al sur de la carretera AL-600, en el punto en que esta cruza el Barranco del Tomate y al oeste del puente que lo cruza. Estos niveles estaban dentro de un montículo que quedó dividido por el trazado de esta carretera, remodelada durante los años 1992 y 1993.

Los niveles de la *lagerstätte* no sólo aparecen en el sector suroeste del puente en cuestión. En la ladera sur de la Rambla Cirera, al oeste de la Cortijada Aljarilla, aparece una serie de estratos de pocos decímetros de potencia, dentro de margas arenosas, con laminaciones reconocibles. En ellos -más escasos y alterados- hay restos muy semejantes a los que aparecen en los otros sectores. También aparecen en los alrededores del basurero de Cuevas del Almanzora, lugar donde presentan una mala conservación (por la oxidación de la materia orgánica, y posteriormente por meteorización) y una litología que hace difícil la extracción de los fósiles. En el sector NE de la Rambla del Tomate y sector Norte del Barranco del Jaroso también están presentes, estando levemente afectados por el trazado de la misma carretera. Estos niveles evidencian asimismo un mayor estado de oxidación en las muestras analizadas, que se traduce en un peor estado de los restos. En otro afloramiento, sito en la carretera de Cuevas del Almanzora a Antas, se observa un elevado índice de oxidación y una litología de los niveles mucho más masiva y compacta que en el resto de afloramientos; además, hay que sumar los efectos de la tectónica, que ha plegado, cizallado y fallado los niveles de la *lagerstätte*, afectando muy negativamente a los escasos restos que pudiera haber.

Estos sedimentos, que comienzan a generarse en su borde norte en la ladera sur de la Rambla Cirera, van aumentando la potencia en dirección SSO, aproximadamente en el mismo sentido de progradación del delta sobre el que se instala, encontrándose la mayor potencia de niveles en los alrededores del Barranco del Tomate y su continuación, el Barranco del Jaroso. Es en esta zona donde se ha observado una mejor conservación de los restos fósiles. Las barras representadas por la Formación Espíritu Santo (Miembro Vera) constituirían la restinga de cierre de la laguna en donde se depositaron los sedimentos laminados (Miembro Almanzora).

MATERIALES PALEONTOLÓGICOS

Desde el punto de vista taxonómico, este yacimiento presenta una variedad de animales de cuerpo blando de conservación imposible en otras condiciones. Entre los invertebrados cabe destacar la presencia de ejemplares de poliqueto de vida libre y un cefalópodo decápodo. Además, otros que aparecen representados son gasterópodos micróscopicos y bivalvos. También aparecen crustáceos, que se reparten en tres morfologías distintas. En cuanto a los teleosteos, existen tanto individuos juveniles como adultos de dos especies de clupeidos, hecho que indica que era su zona de vida normal, así como algunos carángidos y soleideos. En la actualidad se está investigando en profundidad las posibles especies que pueda haber.

Los vegetales incluyen, en primer lugar, tres morfologías distintas de algas (rodofitas y/o feofitas). También hay dos morfotipos de fanerógamas marinas (de los géneros *Posidonia* y *Zostera* probablemente), así como algunas impresiones de hojas atribuibles a plantas continentales, dado que presentan una red vascular muy evidente. También es destacable la presencia de dos fósiles que poseen una estructura muy similar a la parte más coriácea de flores de manglares (brácteas y partes internas) así como otros restos que podrían pertenecer a hojas y semillas de estas plantas (en estudio). Otros restos vegetales son fragmentos carbonosos (de tamaño incluso de varios centímetros); en algunos de ellos son visibles detalles de la red vascular al microscopio electrónico. Otros fósiles que se encuentran en abundancia son coprolitos (varias morfologías y composiciones); también aparecen unos nódulos de forma variada cuya génesis no es clara (en estudio).

Desde el punto de vista tafonómico, hay que hacer especial mención de que varios fósiles de organismos de cuerpo blando no son meras impresiones, sino que presentan restos de materia orgánica mineralizada (cefalópodo, poliquetos), aunque todavía no hemos distinguido tejidos. Es importante destacar algo normalmente raro: la presencia de talos macroscópicos de algas, de más de 30 cm. de longitud (comparar con los datos de Bernier *et al.*, 1993, sobre Cerin) cuya impresión se reviste de una película carbonosa.

Entre las arcillas que engloban los niveles carbonatados ha aparecido, de momento, un crustáceo decápodo con el esqueleto muy deformado a modo de película; también hay foraminíferos bentónicos en ellas, que indican que existió un medio muy restringido y pobre en oxígeno. Por el contrario los esqueletos carbonatados casi no se han encontrado en los niveles más laminados y de grano más grueso y, cuando aparecen, lo hacen bastante mal conservados. Gasterópodos y bivalvos lo hacen en forma de moldes; los bivalvos, además, son propios de las zonas más cercanas a la restinga. Los crustáceos aparecen generalmente como impresiones, con la excepción de algún representante mayor de 2 cm., en que aparece algo de material, quizás conservado gracias a la protección de la parte no carbonatada del exoesqueleto. La ausencia de esqueletos carbonatados en el centro del K. F-L podría indicar una cierta acidez del medio en las partes más profundas, algo previsible en las condiciones de estos yacimientos. Por otra parte, la conservación de tales esqueletos en materiales más arcillosos no estaría en contradicción con lo dicho, ya que si el enterramiento es rápido, el carácter impermeable de la arcilla impediría el ataque.

Hay que hacer hincapie en lo siguiente: aunque se obtuvo un decápodo y foraminíferos de la arcilla, la inmensa mayoría de los fósiles articulados apareció en el material laminado carbonatado de grano más grueso. En cuanto a los peces, en estos mismos sedimentos se hallan arqueados en distintos grados, lo cual denota diferentes periodos de exposición. Asimismo estamos estudiando la variación de concentraciones de las diferentes formas que aparecen en los diferentes subniveles, por si pudieran ser indicativos de fenómenos cíclicos.

Los crustáceos, sobre todo unos de pequeño tamaño, han aparecido concentrados en ciertos niveles. Aunque el estudio detallado de una placa con más de un centenar de ejemplares no ha dado como

resultado ninguna orientación claramente preferente de la corriente, no creemos oportuno concluir nada hasta que no sea explorado una parte significativa del material. Otros artrópodos -aunque más raros- son los insectos (solo un caso, *Hymenoptera indet.*). Muestran retraimientos en su postura, y un estado de conservación bastante ruinoso que hace pensar en un prolongado tiempo de exposición al medio previo a su enterramiento definitivo.

Otro de los aspectos interesantes es la posible presencia de tapices microbianos o algales; en los niveles, aparecen como un entramado muy tenue que al microscopio se muestra mineralizado. Determinados autores asocian este crecimiento microbiano con la fosilización temprana de los restos (e.g. Gall 1990).

Por último, en determinados niveles de carácter centimétrico, se observa abundante material vegetal muy fragmentado (mayoritariamente *Zostera sp.* y *Posidonia sp.*). Esto es una constante en todas las muestras analizadas de estos niveles, lo cual sumado a la grano-selección observada al microscopio, nos hace pensar en atribuirlo a eventos de tempestades.

CONSERVACIÓN EXCEPCIONAL

Los factores bióticos y abióticos que intervienen en la creación de condiciones excepcionales de conservación es limitado; las diferentes combinaciones posibles de los mismos han sido recogidas por diversos autores (Seilacher y otros, 1985; Seilacher, 1990; Allison, 1988). El caso particular que nos ocupa, está íntimamente relacionado con la actividad deposicional de unos fan-delta, que generaron áreas restringidas. Además, se observó una serie de fenómenos hidrotermales desarrollados en la misma zona en los que se había descrito un quimismo anómalo, con travertinos yesíferos subactuales formados en relación a estos fenómenos hidrotermales (Barragán, 1994).

Por regla general la conservación de tejidos blandos, al menos como impresiones (fig. 10), indica que o bien su enterramiento ha sido extraordinariamente rápido o bien su degradación antes del enterramiento ha sido retrasada considerablemente. Esto último puede deberse a la anoxia, pero la salinidad también es un inhibidor de la acción bacteriana (Rolfe y Brett, 1969; Viohl, 1990 in Briggs and Crowther). La presencia de yesos en los depósitos del Miembro Almazora, o en relación con ellos, hizo pensar en la posibilidad de que este factor estuviera implicado en la conservación. La presencia de fuertes manifestaciones hidrotermales pudo estar, parcialmente, relacionada con el origen de estos yesos (Barragán, *op. cit.*).

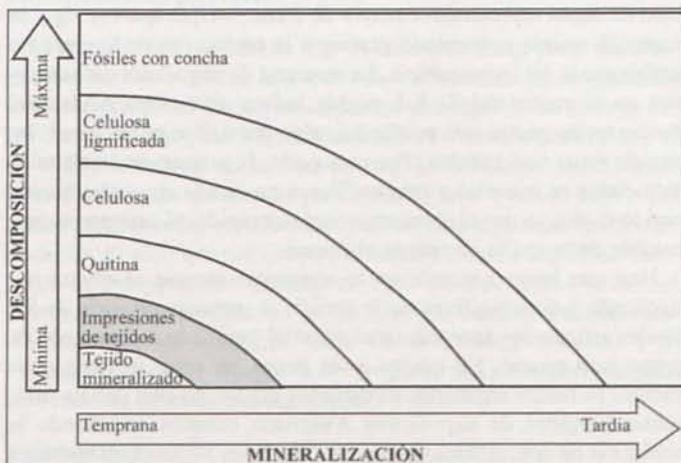


FIG. 10: Diagrama que muestra la relación entre la descomposición y la mineralización en la preservación de organismos de cuerpo blando y/o debilmente esqueléticos (modificado de Allison, 1988, 1990). La zona oscurificada señala la situación (hasta el momento) de los fósiles del K. F.-L. de Cuevas de Almazora. La posible existencia de tejido mineralizado está en estudio.

Vamos a detallar, pues, las observaciones que nos han llevado a esto, que las ordenaremos de N a S. Al N de la Rambla Cirera encontramos conglomerados y niveles de areniscas y calcarenitas que están muy afectados por fallas; forman parte del borde de cuenca para la Formación Cuevas. Aquí, el movimiento distensional de la misma es muy patente, y ha ido acompañado por fenómenos hidrotermales hasta épocas históricas. Todo esto ha tenido como consecuencia la circulación de aguas termales subterráneas con quimismo anómalo (Barragán, *op. cit.*) y la precipitación de yesos (travertinos subactuales de Los Baños de los Cocones).

Hacia el centro de la cuenca (todavía en la parte N, entre Los Baños de los Cocones y el Cerro del Sombrero) tenemos niveles marinos someros (parte superior de la Formación Cuevas y del Miembro Vera); hacia el techo de estos niveles aparecen mineralizaciones producidas por el paso de fluidos hidrotermales; las capas inmediatamente superiores se disponen con un contacto ligeramente erosivo sobre las precedentes, con aumento de la pendiente de buzamiento. Barragán (*op. cit.*) ha estudiado también estas manifestaciones hidrotermales en algunos puntos; concluye que afectarían, a favor de las fracturas, a los niveles superficiales del aparato deltaico o incluso al propio fondo marino. En este sentido, nosotros hemos podido comprobar la existencia, hacia el S, de un nivel de arenas sin cementar y muy impregnadas de óxidos de hierro, que se acuñan hacia el interior de la cuenca hasta desaparecer; sin embargo, llegan a alcanzar varias decenas metros de espesor en los bordes. Estos fluidos hidrotermales que precipitaron primero los minerales menos solubles al irse enfriando (hierro, etc...) serían capaces de llegar al mar con una importante carga de sales más solubles (cloruros, sulfatos, etc...) donde quedarían retenidos en las depresiones del relieve o en zonas restringidas y de poca capacidad de renovación de su agua.

En el margen SO de la Rambla Cirera (NO del Cementerio) aparecen, a su vez, los niveles del K. F.-L. acuñados. Los niveles carbonatados presentan un aspecto masivo. En las lutitas de este punto aparecen yesos en mayor profusión que en otras zonas, llegando a formarse hacia el techo niveles laminados de yeso. La presencia de alguna pista (bioturbación) en ellos demuestra su carácter primario. Sus estructuras son interpretables como marcas de polígonos de expansión, a los cuales se asocian crecimientos de cubos de halita y también cristales de aragonito; entre nivel y nivel de yeso hay láminas de lutitas blancas con *Ammonia sp.* y ricas en detritus vegetales. Todo ello muestra que existieron zonas marginales someras y con desecación frecuente. En las áreas más centrales (Barranco del Tomate) no hubo desecaciones, calculándose una profundidad máxima aproximada de la cuenca de unos 50 m. durante la formación del Lagerstätte.

En esta parte más profunda del K. F.-L., la fina laminación indica que la sedimentación ha sido bastante lenta, por lo que ha debido intervenir uno o varios de factores que han retrasado la descomposición de los restos orgánicos lo suficiente como para que hoy encontremos estos fósiles con partes blandas identificables. En estos niveles del K.F.-L. son muy frecuentes (entre otros fósiles) los peces, especialmente los clupeidae, mostrando la mayor parte de ellos rasgos necrolíticos debidos a una deshidratación en un medio hipersalino, como es un arqueamiento de los ejemplares (fig. 11), muy parecido al estado como aparecen en algunos puntos de Solnhofen. Estos peces suelen mostrar impresiones de los tejidos blandos abdominales (Viohl, 1990 en Briggs y Crowther). También y de manera similar a Solnhofen, se ha encontrado un cefalópodo coleoideo del Orden Teutoidea con restos de la tinta en el molde dejado por la bolsa, así como el contorno del tejido del animal marcado en la roca.

Al analizar por RX unas muestras de roca de los niveles laminados más carbonatados del K.F.L. se obtuvo que la mayor parte está compuesto por calcita, con trazas de cuarzo. La laminación muestra una variación importante de la proporción de materia orgánica dentro de cada nivel laminado, aspecto que está siendo revisado

más detalladamente en la actualidad. Al microscopio de scanning apareció más claramente el origen de las laminaciones. Los restos esqueléticos de los peces aparecen como fosfato cálcico muy bien conservado (fig. 12.1). Los peces están incrustados en calcita micrítica, y suprayaciendo a los peces y otros fósiles en las laminaciones, e íntimamente relacionados con ellos aparecen yesos (fig. 12.2), formando por tanto las laminaciones alternancias de margas muy carbonatadas y yesos.

Estos datos, aunque continuamos ampliando las investigaciones, sugieren conjuntamente con las observaciones de campo (yesos laminados con halita y trazas fósiles sobre ellos) que efectivamente se trata de yesos primarios formados al mismo tiempo que las laminaciones en un medio hipersalino (al menos en el fondo de la cuenca), y esto promovió la conservación excepcional de los fósiles que hoy podemos encontrar en el denominado Konservat Fossil-Lagerstätte de Cuevas del Almanzora.

CONCLUSIÓN.

Durante el Plioceno, tras finalizar las crisis salinas del Messiniense (Mioceno Superior) se produce de nuevo la sedimentación y el depósito en estos sedimentos de un amplio registro de fauna y flora, tanto marinas como continentales. Dentro de la fauna marina es destacable la de mamíferos marinos, especialmente en lo que a cetáceos y sirenios se refiere. En cuanto a vegetales, aparecen restos continentales (estróbilos de conífera, hojas) y marinos (algas y fanerógamas marinas). De los datos de algunos de estos fósiles, como es el caso de los sirenios, manglares y algunos peces (*Spratelloides sp.*) se desprende que en el Plioceno superior había un clima de tipo subtropical, que desaparece definitivamente al iniciarse el Pleistoceno. La tectónica ha jugado un papel importante para la formación de estos sedimentos que contienen estos fósiles.

Los fenómenos distensivos que se produjeron durante el Plioceno superior parece que tuvieron relación también con la formación del K.F.-L. En primer lugar, como preparación de una cuenca relativamente profunda y restringida. En Segundo lugar, por la producción de procesos hidrotermales que pudieran haber favorecido la formación de un fondo esencialmente reductor (con SH_2) e hipersalino (aporte de sulfatos (Barragán, 1994). La variación de profundidad es la que hace compatible la presencia de formas de mar abierto con otras típicamente someras. Los fondos hipersalinos ricos en alimento pudieron haber atraído depredadores de hábitat profundo, quedando atrapados en ellos, tal como ocurre actualmente en el Golfo de Méjico (Macdonald, 1992). Probablemente la anoxia reductora estuvo relegada a las partes profundas, lo cual sería desfavorable para la conservación de conchas y caparazones carbonáticos (presencia de crustáceos abundantes y en muy mal estado); en los márgenes, la fuerte hipersalinidad pudo ser la responsable de la conservación de este tipo de restos (presencia también de bivalvos).

Esta preservación excepcional sólo fue posible cuando una porción del área quedó limitada por el fan-delta en desarrollo, favoreciendo la existencia de las condiciones de anoxia y/o hipersalinidad al dificultar la renovación del agua de la laguna interna.

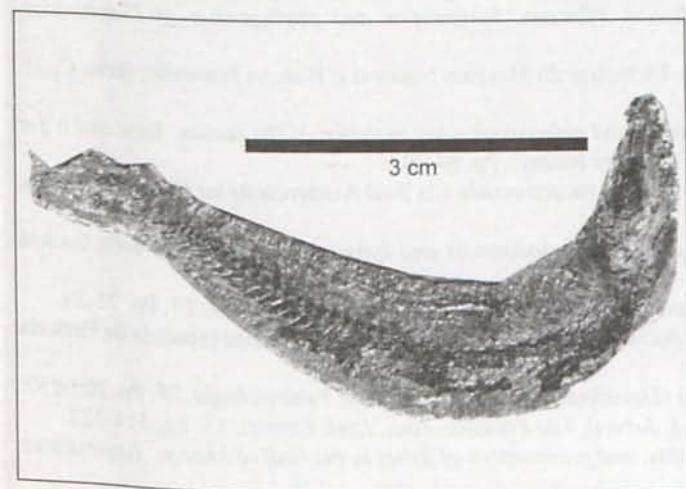


FIG. 11: Ejemplar de teleósteo, Familia Clupeidae, Gen. *Spratelloides*, Esp. *Spratelloides sp.* Muestra un arqueamiento por deshidratación.

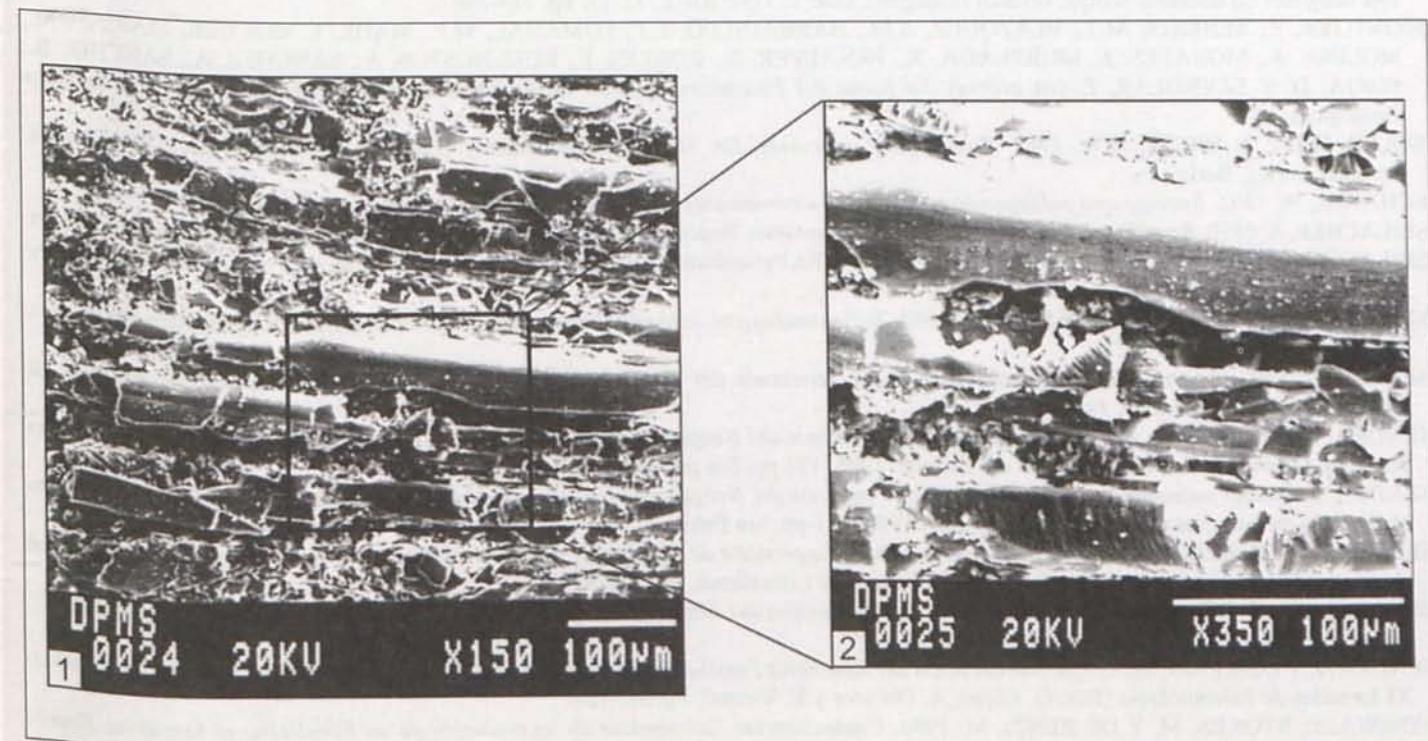


FIG. 12: 1) Costillas de clupeido conservadas como fosfato cálcico. 2) Detalle de los yesos entre los restos esqueléticos.

Bibliografía

- ALCALÁ, L. 1994. *Macromamíferos neógenos de la fosa de Alfambra-Teruel*. Instituto de Estudios Turolenses, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Teruel, 554 pp.
- ALCALÁ, L., Morales, J. y Soria, D. 1989-1990. *El registro fósil neógeno de los carnívoros (Creodonta y Carnivora, Mammalia) de España*. *Paleontología i Evolució*, 23. Pp. 55-66.
- ALLISON, P. A. 1988. *Konservat Fossil-Lagerstätten: cause and classification*. *Paleobiology*, 14(4). Pp. 331-344.
- ALLISON, P. A. 1990. *Decay processes*. En: *Paleobiology a synthesis* (D. E. G. Briggs y P. R. Crowther, editores.). Pp. 213-216.
- BARRAGÁN, G. 1986-1987. *Una nueva interpretación de la sedimentación neógena en el sector suroccidental de la Cuenca de Vera*. *Acta Geológica Hispánica*, 21-22. Pp. 449-457.
- BARRAGÁN, G. 1994. *Algunos datos sobre la actividad hidrotermal Pliocena al Oeste de Cuevas del Almanzora*. *Encuadre geológico y Cronológico de las manifestaciones magmáticas e hidrotermales de la depresión de Vera (provincia de Almería)*. Simposio de Recursos Naturales y Medio Ambiente en el Sureste Peninsular. Investigación y Aprovechamiento. Cuevas del Almanzora (Almería). Pp. 43-51
- BARRAGÁN, G. Y PENELA, A. J. (1994) *Diversidad en el registro sedimentario de la crisis mesiniense en la Cuenca de Vera (Almería)*. Análisis e interpretación. Pp. 17-26.
- BARRAGÁN, G., MONTENAT, C. Y OTT D'ESTEVOU, PH. 1990. *The Vera Basin*. *Paleontología i evolució*, Memòria Especial 2. Pp. 35-43.
- BERNIER, P., BARALE, G., BOURSEAU, J. P., BUFFETAUT, E., GAILLARD, C., GALL, J. P., WENZ, S. 1993. *Les calcaires litographiques de Cerin (Jura méridional, France)*. Cuaderno de campo editado para el Premier congrés européen de paléontologie, 18 pp.
- BIANUCCI, G. 1996. *The odontoceti (Mammalia, Cetacea) from Italian Pliocene*. *Systematics and phylogenesis of Delphinidae*. *Palaeontographia Italica*, Vol. 83. Pp. 73-167.
- BONIFAY, M.-F. 1971. *Carnivores Quaternaires du sud-est de la France*. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, serie. C, 21. Pp. 43-377.
- COPPIER, G., OTT D'ESTEVOU, PH. Y MONTENAT C. 1990. *Kinematics and paleogeographic evolution of the Sorbas, Vera and Nijjar basins*. En *Paleontología i evolució*, memòria especial num. 2 "Iberian Neogene basins". Pp. 54-59.
- DE LA PAZ GRAELLS, MARIANO. 1897. *Fauna Mastodológica Ibérica*. Memoria presentada a la Real Academia de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid. P. 552.
- FICCARELLI, G. Y TORRE, D. 1977. *Phyletic relationships between Lynx group issiodorensis and Lynx pardina*. *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, 16. Pp. 197-202.
- GALL, J. C. 1990: *Les voiles microbiens. Leur contribution à la fossilisation des organismes au corps mou*. *Lethaia*, Vol. 23. Pp. 21-28.
- JIMÉNEZ DE CISNEROS, D. 1908. *Excursiones por el S. y SW. de la provincia de Alicante*. *Boletín de la Real Sociedad española de Historia Natural*, 8. Pp. 193-208.
- KOUFOS, G. D. 1992. *The Pleistocene Carnivores of the Mygdonia Basin (Macedonia, Greece)*. *Annales de Paléontologie*, 78. Pp. 205-257.
- KURTÉN, B. 1978. *The lynx from Etouaires, Lynx issiodorensis (Croizet & Jobert), late Pliocene*. *Ann. Zool. Fennici*, 15. Pp. 314-322.
- MACDONALD, I. R. (1992). *Sea-floor brine pools affect behavior, mortality, and preservation of fishes in the Gulf of Mexico: Lagerstätten in the making?*. *Palaios*, Vol. 7. Pp. 383-387.
- MONTENAT, C., BIZON, G., BIZON, J.J., CARBONELL, G., MULLER, C. ET RENEVILLE, P., (1976). *Continuité ou discontinuité de sédimentation marine Mio-Pliocene dans le Medeteranéen occidentale. L'exemple du Basin de Vera (Espagne méridionale)*. *Rev. Inst. Fr. Pétrole*, n° 31. Pp. 613-661.
- MONTENAT, C., ott d'estevou, Ph., y Coppier, G. 1990. *Les bassins néogènes entre Alicante et Cartagena*. En C. Montenat (coord.) *Les bassins néogènes du domaine bétique oriental (Espagne)*. *Doc. et Trav. IGAL*. 12-13. Pp. 313-368.
- MONTOYA, P., ALBERDI, M.T., BLÁZQUEZ, A.M., BARBADILLO, L.J., FUMANAL, M.P., MADE, J. VAN DER, MARÍN, J.M., MOLINA, A., MORALES, J., MURELAGA, X., PEÑALVER, E., ROBLES, F., RUIZ BUSTOS, A., SÁNCHEZ, A., SANCHIZ, B., SORIA, D. Y SZYNDLAR, Z. (en prensa). *La fauna del Pleistoceno inferior de la Sierra de Quibas (Abanilla, Murcia)*. *Estudios Geológicos*.
- ROLFE, W.D.I. & BRETT, D.W. 1969. *Fossilization processes*. En: *Organic Geochemistry* (Eglinton & Murphy, eds.). Pp. 213-244. Springer-Verlag, Berlin.
- SCHÄFER, W. 1962. *Ecology and palaeoecology of marine environments*. The University of Chicago Press, 568 pp.
- SEILACHER, A. 1970. *Begriff and bedeutung der Fossil-Lagerstätten*. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*. Pp. 34-39.
- SEILACHER, A. 1990. *Taphonomy of Fossil-Lagerstätten*. En *Palaeobiology, a synthesis*. Derek E. G. Briggs y Peter R. Crowther editors. Pp. 266-270.
- SEILACHER A., W.E. REIF Y F. WESTPHAL. 1985. *Sedimentological, ecological and temporal patterns of Fossil Lagerstätten*. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 311. Pp. 5-23.
- SENDRA, J. 1992. *Aporte al conocimiento de la fauna vertebrada del Terciario del Sureste Peninsular*. *Libro de las VIII Jornadas de Paleontología*, Resúmenes P. 149.
- SENDRA, J. *Estudio de los yacimientos de mamíferos marinos del Neógeno del sur de Alicante*. Memoria interna del Instituto de Cultura Juan Gil-Albert, Diputación Provincial de Alicante. 1995. 151 pp. Sin publicar.
- SENDRA J. *Estudio paleontológico de los mamíferos marinos del Neógeno de la Comunidad Valenciana*. Memoria interna del Instituto Valenciano de Estudios e Investigación (I.V.E.I). 1996. 121 pp. Sin Publicar.
- SENDRA, J. Y DE RENZI, M. 1995a. *El Konservat Fossil-Lagerstätte de Cuevas del Almanzora (Plioceno, Almería, España)*. En *Extended abstracts of the II International Symposium on Lithographic Limestones*. Pp. 133-137.
- SENDRA, J. Y DE RENZI, M. 1995b. *Mamíferos marinos fósiles del Neógeno del sur de Alicante*. *XI Jornadas de Paleontología* (Eds. G. López, A Obrador y E. Vicens). Pp.165 - 166.
- SENDRA, J. Y DE RENZI, M. 1995c. *Nuevos datos del Konservat Fossil-Lagerstätte de Cuevas del Almanzora (Plioceno, Almería, España)*. *XI Jornadas de Paleontología* (Eds. G. López, A. Obrador y E. Vicens). Pp.167-168.
- SENDRA, J., STOKES, M. Y DE RENZI, M. 1996. *Consecuencias Tafonómicas de la evolución de un Fan-Delta: el Konservat Fossil-Lagerstätte de Cuevas del Almanzora (Plioceno, Almería, España)*. *Comunicaciones de la II Reunión de Tafonomía y Fossilización*, Institución Fernando el Católico. Pp. 357-362.

- STOKES, M. Y SENDRA, J.R. 1996. *Stratigraphical, Sedimentological and Paleontological consequences of Pliocene Fan-delta Evolution, Vera Basin, Southeast Spain*. 2nd Urra Field Meeting, SE Spain: Field Guide. University of Plymouth, U.K. Pp. 49-57.
- SCHRODT, J. 1896. *Estudio de la fauna Pliocena del Sur de España*. Boletín de la comisión del Mapa Geológico de España. Tomo XXIII, (tomo II de la 2ª serie). Pp. 85 - 151.
- VIOHL, G. 1990. *Solnhofen lithographic limestones*. En: Palaeobiology a synthesis. Derek E.G. Briggs and Peter Crowther editores. Pp 285-289.
- VÖLK, H. R. 1967. *Zur geologie und stratigraphie des neogenbeckens von Vera, Südöst-Spanien*. Tesis Doctoral. 164 páginas.
- WATSON, L. 1985. *Whales of the world*. Century Hutchinson Ltd, Brookmont House, 62-65 Chandos Place, London WC2N 4NW. 302 pp.
- WERDELIN, L. 1981. *The evolution of lynxes*. Ann. Zool. Fennici, 18. pp. 37-71.

