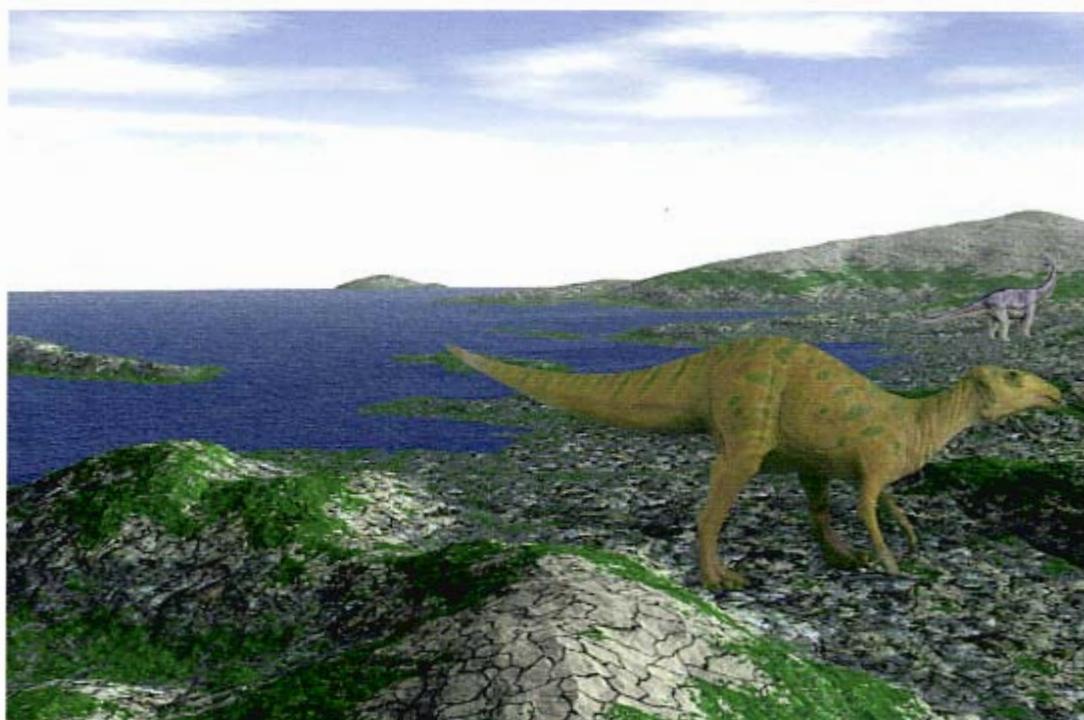


LA DINOTURBACIÓN DE ARIÑO

* Por José Ignacio CANUDO¹, Santiago ALBERTO², José Luis BARCO^{2, 3},
Rafael ROYO-TORRES^{2, 4} y José RUIZ-OMENACA².



Reconstrucción hipotética del yacimiento de huellas de dinosaurio de Ariño durante el Barremiense superior, con un ornitópodo en primer plano y un saurópodo al fondo.

INTRODUCCIÓN

Los dinosaurios son quizás los fósiles más conocidos, pero esta fama no va pareja al conocimiento que tenemos sobre ellos. Sus restos suelen ser escasos y fragmentarios, por tanto cualquier evidencia de su presencia supone una pieza, quizás única, que nos informa sobre estos organismos extinguidos. Una de las líneas prioritarias de investigación del Museo Paleontológico y de la Universidad de Zaragoza es el estudio de los dinosaurios de Teruel, y en ese contexto se está haciendo un gran esfuerzo en el descubrimiento y estudio de yacimientos con vertebrados fósiles del Mesozoico en el entorno del Parque Cultural del Río Martín. En el Parque hay un importante afloramiento de rocas continentales del Cretácico Inferior potencialmente adecuadas para tener restos de dinosaurios.

*

1 Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza. 50009 Zaragoza.

2 Departamento de Ciencias de la Tierra (Paleontología), Universidad de Zaragoza. 50009 Zaragoza

3 Paleoymás, c/ N.Sra. del Salz, 4 (local). 50017 Zaragoza

4 Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel, c/ Valenzuela, 9. 50004 Zaragoza



Por el momento sólo conocemos restos fragmentarios, pero que nos permiten empezar a conocer la diversidad de estos organismos fósiles en el Cretácico Inferior del Parque. Una de estas piezas del rompecabezas son las huellas (icnitas) de dinosaurio de Ariño.

Las icnitas nos informan acerca del comportamiento de los dinosaurios, si viajaban en grupo o eran solitarios, la velocidad que podían alcanzar, si se desplazaban a cuatro o a dos patas, etc. Los restos directos en cambio nos dan características anatómicas que nos permiten deducir comportamiento, pero no lo confirman. El interés del yacimiento de Ariño es doble; el cultural viene dado por la fácil accesibilidad para ponerlo en valor y visitarlo; el científico viene dado por ser las únicas huellas conocidas del Barremiense superior de Aragón.

En este trabajo se hace una breve reseña histórica, se describen, se proponen los posibles productores de dichas huellas y se hacen una serie de observaciones paleobiológicas que nos dan información sobre los dinosaurios y sobre el paleoambiente en que vivían.

¿DÓNDE ESTÁN Y QUIÉN LAS HA ESTUDIADO?

Las huellas se encuentran en un afloramiento a pie de la carretera de Ariño a Oliete (fig. 1). Para visitarlas desde Ariño, se tiene que seguir la dirección sur (hacia Oliete), una vez pasado el puente sobre el río Ecuriza las huellas se encuentran en el primer talud a la derecha (margen izquierda del Ecuriza) (fig. 2).

Fig 1: Vista general del yacimiento de Ariño y equipo de estudio tomando mediciones.

Foto: J. Royo

Estas huellas se citaron por primera vez en la literatura científica en la tesis doctoral de Canerot (1974), investigador francés que hizo un amplio trabajo de síntesis sobre el Cretácico inferior de Teruel. Posteriormente, Auqué et al. (1995) las incluyen en una guía didáctica editada por el Ministerio de Educación y Ciencia.

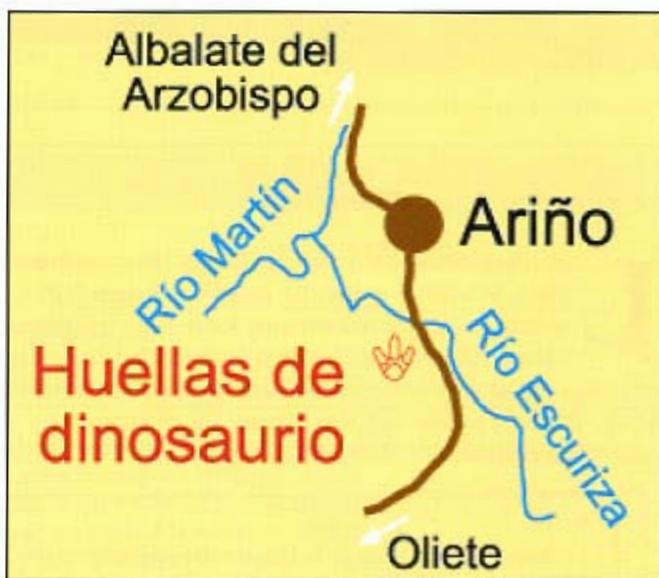


Fig 2: Mapa de situación y accesos a la dinoturbação de Ariño.

Estos autores, en un estudio preliminar, hicieron la primera identificación de los productores de las huellas (Iguanodon). Este trabajo tuvo mucha difusión, y en consecuencia el yacimiento ha sido visitado con frecuencia. Para favorecer la visita, el Parque Cultural del Río Martín realizó un cartel explicativo que ilustraba los conocimientos de ese momento. Desgraciadamente desapareció en 1999, víctima de una gamberrada.

¿CÓMO ERA ARIÑO EN EL BARREMIENSE?

La edad del yacimiento sería Barremiense superior (Cretácico Inferior), es decir unos 120 millones de años (Soria, 1997). En Aragón únicamente hay yacimientos del Barremiense superior en Vallipón (Castellote), en donde se ha encontrado una diversa fauna de dinosaurios (Ruiz-Omeñaca et al., 1996, 1998). Por ejemplo los clásicos yacimientos de Galve son más antiguos (fig. 4), ya que los restos más modernos de esta localidad provienen del Barremiense inferior (Sanz, et al., 1987; Canudo et al., 1997).

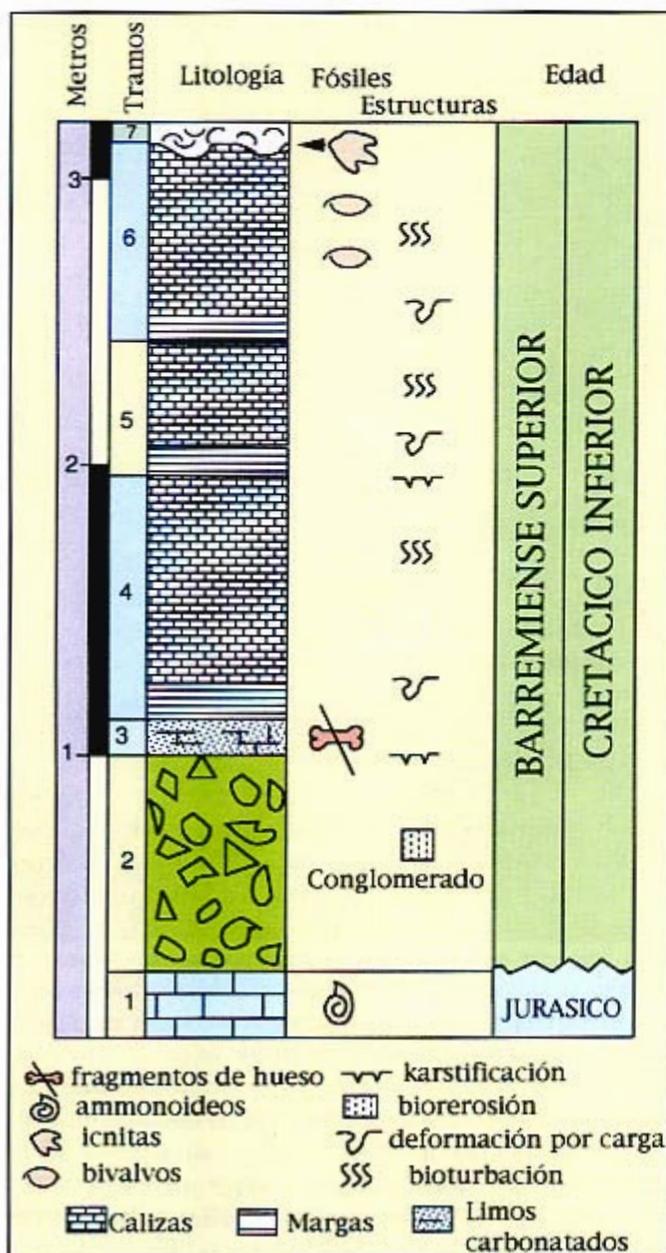


Fig 3: Columna litológica del yacimiento de huellas de Ariño.

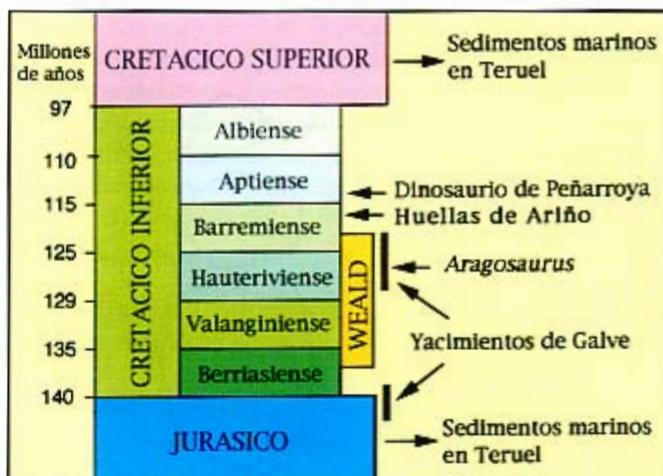


Fig 4: Esquema cronoestratigráfico del tránsito Jurásico-Cretácico.

Los geólogos denominamos con nombres de localidades a los diferentes estratos, por ejemplo la Formación Escucha son las rocas de las cuales se explota el carbón en las Cuencas Mineras de Teruel. Las huellas de Ariño se encuentran en la parte inferior de la Formación Calizas de Alacón, llamada así porque en Alacón es donde se encuentra el afloramiento más desarrollado. La Formación Alacón en Ariño se encuentra inmediatamente encima de las calizas marinas del Jurásico (fig. 3).

En el mismo afloramiento, se pueden observar molles de ammonioideos en unos estratos por debajo de las huellas. Esto significa que el Jurásico marino se encuentra inmediatamente por debajo de las huellas de dinosaurio de Ariño (Barremiense superior). Observando una tabla del tiempo geológico (fig. 4) el lector se podrá dar cuenta de que falta la mayor parte del Cretácico Inferior, que pertenece a una unidad estratigráfica informalmente definida como el "Weald".

El "Weald" está bien desarrollado en Teruel, su facies característica son arcillas rojas que son utilizadas en cerámica y se explotan en lugares cercanos como Alacón o Galve. Precisamente en el "Weald" es donde se han encontrado los restos de dinosaurios en Galve y por tanto sabemos que son más antiguos que las huellas de Ariño.

¿Pero que ha sucedido para que en pocos estratos tengamos concentrados varias docenas de millones de años? La respuesta es difícil, ya que es complicado interpretar lo que no está registrado. Al menos conocemos que si llegaron a existir materiales del "Weald", se erosionaron por completo.

Cuando tenemos representación litológica si que podemos hacer una interpretación, como sucede a partir del Barremiense superior. Si observamos el estrato que está inmediatamente por encima de la caliza con ammonites, podemos ver que es un conglomerado formado por grandes bloques de caliza.



Estos bloques tienen abundantes y pequeños perforaciones formados por la actividad orgánica (bioerosión) de pequeños organismos marinos consumidores del carbonato cálcico. ¿Dónde encontramos hoy en día situaciones similares? La respuesta es sencilla en costas marinas con acantilados o pequeñas paredes rocosas. Por tanto, al comienzo del depósito de la Formación Alacón había una línea de costa con un desarrollo de un acantilado más o menos grande. A partir del tramo 3 (fig. 3) se puede observar que cambia la litología de los estratos y por tanto podemos interpretar que cambiaron los ecosistemas representados. En efecto estas rocas se han interpretado como el depósito en un medio sedimentario tipo marisma o pantano costero bajo condiciones de un clima tropical (Soria, 1997).

Como primera aproximación podemos saber que en Ariño durante el Barremiense superior había una línea de costa con desarrollo de acantilados de un mar tropical. En esta costa se desarrollaron pantanos costeros y/o marismas donde vivían y se desplazaban los dinosaurios. Como resultado de este movimiento pisaban áreas húmedas o incluso empapadas de agua dejando las improntas de sus pisadas y produciendo subimpresiones, como posteriormente explicaremos. A lo largo de millones de años se produjeron procesos de litificación, que permitieron que lo que inicialmente era barro se convirtiera finalmente en roca dura.

Fig 5: Mapa con las huellas y subimpresiones de la dinoturbación de Ariño.

Hace relativamente pocos millones de años se desarrollaron grandes movimientos tectónicos (Orogenia Alpina) que produjeron pliegues, y los estratos que originalmente eran horizontales pasaron a ser inclinados, como los observamos en el afloramiento.

EL YACIMIENTO DE ARIÑO

En el yacimiento de Ariño se pueden diferenciar unas depresiones en el estrato aparentemente distribuidas de manera aleatoria (figs. 1 y 5). Son calizas bioclásticas grises con restos de moluscos bivalvos. Hay dos tipos de bivalvos, la gran mayoría son ostreoides (organismos cementadores); y también se pueden observar bivalvos endobentónicos (es decir que viven enterrados), estos últimos conservados en moldes internos. Aparentemente no se encuentran en posición de vida. Los ostreoides están conservados como fósiles corporales. En algunas áreas del yacimiento están distribuidos en agrupaciones que parecen indicar una posición de vida sobre un fondo algo endurecido, aunque quizás estos organismos comenzaron a cementar sobre ostreoides muertos. En otras partes lo único que se han conservado son fragmentos que indican un cierto desplazamiento de su lugar original.

El estrato inmediatamente por encima de donde se encuentran las huellas prácticamente se encuentra erosionado, pero tenemos algunas pistas de cómo era. En la depresión circular situada en el cuadro 4F (fig. 5) se ha conservado una pequeña parte de este estrato. Es una acumulación de fragmentos de ostreoides prácticamente sin matriz, y además está deformada. Esto parece indicar que algunas huellas son subimpresiones (como posteriormente se explica) y no las huellas reales. Ésta sería la razón de la conservación deficiente que actualmente se puede observar en el yacimiento. Para hacer más fácil la lectura nos seguiremos refiriendo a las subimpresiones como huellas.



Fig 6: Detalle de una huella de ornitópodo situada entre el cuadro 1B y 2B.

Foto J. Royo

La bioturbación debida a pisadas de dinosaurios, se le conoce también como dinoturbación. La dinoturbación de Ariño está formada por depresiones conservadas en el techo del estrato, que son epirrelieves cóncavos. Cuando la observación se hace con cuidado se pueden diferenciar tres grupos de estructuras distintas. Las más pequeñas tienen forma de luna menguante, y se interpretan como pertenecientes al miembro delantero de saurópodos.

Las mayores son depresiones circulares de varios tamaños donde no se pueden reconocer dedos, que identificamos como miembros traseros de saurópodos. En alguna de las huellas de tamaño intermedio son identificables tres dedos (huellas tridáctilas), que interpretamos como de ornitópodos. Las huellas de este tercer grupo tienen una morfología variable (fig. 5) lo que es típico de icnitas sobre substratos empapados en agua.

LAS HUELLAS DE ORNITÓPODOS (¿IGUANODONTIDOS?) DE ARIÑO

Las huellas se estudian en primer lugar de manera individual. Se realiza una descripción pormenorizada sobre su morfología, que incluye los detalles anatómicos conservados en la huella, y las medidas que podamos realizar sobre la misma huella. Las pisadas tridáctilas del Mesozoico generalmente se han atribuido a Dinosaurios. De éstos, los únicos conocidos que serían capaces de dejar huellas tridáctilas, son los terópodos (dinosaurios carnívoros bípedos) y los ornitópodos (dinosaurios herbívoros, bípedos y a veces cuadrúpedos). Los dedos que se ven en una huella tridáctila son (contando a partir del pulgar, que por convenio se designa como el primero), el segundo, el tercero y el cuarto, y se nombran con números romanos (dedos II, III y IV).

Las huellas tridáctilas de Ariño (color naranja en las figs. 5, 6) tienen el talón redondeado, carecen de señales de garras (que sí aparecen en los dinosaurios carnívoros) y tienen una anchura prácticamente igual a la longitud. En definitiva nuestro productor era un dinosaurio bípedo, herbívoro y de tamaño relativamente grande (Thulborn, 1990). Todo ello sugiere que son de ornitópodo. Hay cuatro grupos de ornitópodos conocidos que podrían dejar huellas de este tipo: Hadrosáuridos, Iguanodóntidos, Hysilofodóntidos y Paquicefalosaúridos (Weishampel et al., 1990).

Las huellas de Ariño tienen una longitud máxima que oscila sobre los 30 cm, lo que indica un ornitópodo de tamaño grande, lo que excluye que sean de Hysilofodóntidos y Paquicefalosaúridos que son dinosaurios relativamente pequeños. Por otra parte los hadrosáuridos son dinosaurios típicos del Cretácico Superior y no están citados en el Barremiense. En definitiva únicamente nos quedan los iguanodóntidos. Estos dinosaurios son abundantes en el Barremiense de Teruel, habiéndose encontrado en muchos yacimientos de la provincia (Sanz et al., 1987), por lo se identifican estas huellas tridáctilas como pertenecientes a iguanodóntidos, o a un ornitópodo relacionado con este grupo aunque sin poder precisar la especie que las produjo. Este dinosaurios tuvieron un gran desarrollo en el Cretácico inferior de Europa, habiéndose encontrado sus restos en casi todos los continentes (Weishampel et al., 1990).

El estudio del conjunto de huellas dejadas por un mismo individuo, que forman un rastro, también puede aportar datos interesantes sobre su velocidad de desplazamiento. Podrían estar alineadas algunas de las huellas de ornitópodo de Ariño (ver fig. 5) pero la gran cantidad de huellas impide observar claramente un rastro individualizado.

A partir del tamaño de las huellas se puede apuntar que el ornitópodo debía tener un tamaño que estaría sobre los 7 m de longitud. Su miembro trasero tendría unos 1,20 m de altura hasta la cadera (para este grupo de dinosaurios se calcula aproximadamente cuatro veces la longitud de la huella). Cuando produjo las huellas, iba prácticamente caminando despacio de manera bípeda; hay que tener en cuenta que los iguanodóntidos podían desplazarse también de manera cuadrúpeda, apoyando sus miembros delanteros (Moratalla et al., 1997).

El resultado es que además de la huella, se forman por debajo subimpresiones en el interior del sedimento (fig. 7). Estas subimpresiones están peor marcadas que las huellas y terminan por desaparecer progresivamente hacia el interior (Moratalla et al., 1997). En nuestra hipótesis de trabajo consideramos que son de saurópodos, en primer lugar por su gran tamaño y por la presencia de huellas en forma de luna, algunas de las cuales parecen asociadas a las huellas circulares. Esta morfología es típica de los miembros delanteros de saurópodos (Thulborn, 1990).

Si nos fijamos con detalle en las huellas circulares sólo encontramos fragmentos de ostreoides, sin embargo fuera de ellas hay numerosos ejemplares de ostreoides formando agrupaciones aparentemente en posición de vida. La única explicación a este hecho es que al desplazarse el peso del saurópodo rompiera los ostreoides, y se mantuvieran inalterados en las áreas sin dinoturbación.



Fig. 7:
Huella de saurópodo.
Foto J. Royo.

LOS SAURÓPODOS DE ARIÑO

Las huellas circulares plantean más problemas de identificación, ya que no se observan señales de dedos, ni se identifican posibles rastros. En alguna de las huellas se puede identificar un rodete de barro, típico de la proyección lateral al pisar sobre un suelo empapado en agua. Generalmente las huellas circulares se suelen interpretar como resultado del movimiento de saurópodos (Thulborn, 1990), los mayores animales cuadrúpedos de la historia de la tierra.

Sin embargo, no es tan sencillo, ya que cuando un organismo pisa un suelo sin consolidar, además de producir la huella en la interfase sedimento-aire o sedimento-agua, distorsiona el sedimento que está por debajo.

Si la dinoturbación de Ariño fue producida en su mayor parte por los saurópodos, hay que tener en cuenta que hay varios tamaños de huellas circulares. ¿Cómo se explican estas diferencias de tamaño y que relación tienen con la dinoturbación que encontramos en el yacimiento? Se puede apuntar algunas ideas nacidas a partir del conocimiento sobre la paleobiología de los saurópodos (Dodson, 1990). Hay tres escenarios posibles, el primero sería que durante un tiempo en este se produjera el desplazamiento de diferentes especies de saurópodos sin ninguna relación entre ellos. Una segunda es que fuera una área de alimentación de los saurópodos, donde comían algas que tomaban en el agua de la marisma, y por esa razón unos pocos individuos podrían producir numerosas icnitas en diferentes direcciones. Una tercera sería que las huellas de Ariño representan a individuos juveniles y adultos de una misma manada. Cualquiera de estas posibilidades podría dar la dinoturbación de Ariño.

Es imposible conocer qué tipo de saurópodo fue el productor de las huellas. Sin embargo, si se han encontrado en localidades cercanas a Ariño, restos directos de dinosaurios saurópodos, aunque de edades geológicas distintas. Tenemos un registro bastante diverso en todo el Cretácico inferior de Teruel, y en particular en el Barremiense superior en el yacimiento de Vallipón (Castellote) donde se han encontrado dientes aislados y centros vertebrales (Ruiz-Omeñaca et al., 1996; 1998). Se puede recordar que dinosaurios como *Aragosaurus* (Sanz et al., 1987) o el dinosaurio de Peñarroya de Tastavins pertenecen a este grupo (Royo-Torres, 1999), aunque son de edades distintas a las huellas de Ariño.

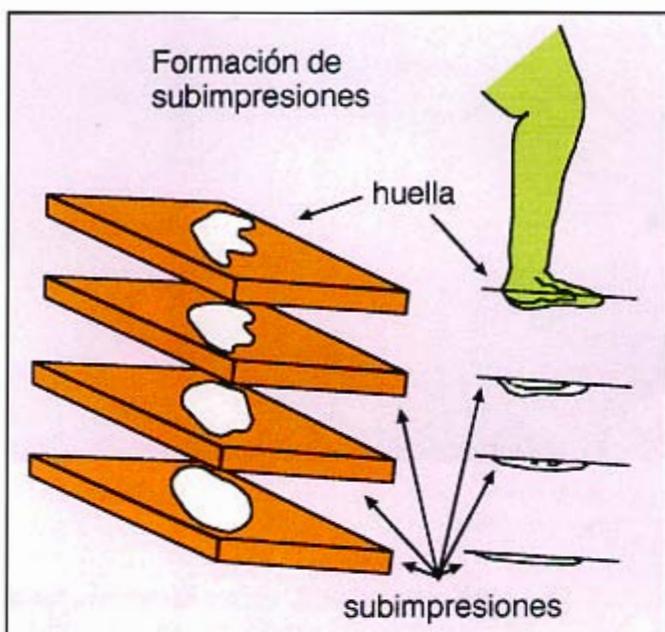


Fig 8: Esquema teórico de la formación de una subimpresión (Langston, 1979, in Moratalla et al., 1997).

CONCLUSIONES

En el yacimiento de Ariño se encuentran representadas huellas de dinosaurios ornitópodos y saurópodos. Se formaron en una marisma donde los dinosaurios pisaron en un fondo empapado en agua, e incluso sumergido bajo una pequeña lámina de agua. Al formar profundas huellas, deformaron el sustrato produciendo subimpresiones, que son las que nos han quedado conservadas en el yacimiento. El peso de los saurópodos produjo la rotura de los ostraídos que formaban el sustrato. El diferente tamaño de las huellas de saurópodos podrían indicar la presencia de distintas especies de saurópodos o bien individuos juveniles y adultos.

AGRADECIMIENTOS

Esta actuación se ha podido llevar a cabo gracias a la ayuda material y económica del Parque Cultural del Río Martín. Los estudios de dinosaurios en Aragón están financiados por la Departamento de Cultura y Turismo de la DGA.

REFERENCIAS

- AUQUÉ SANZ, F., BLANCO TOMÁS, M. J., LAPUENTE MERCADAL, M. P., MANDADO COLLADO, J. y ORTEGA CASTILLO, M. 1986. Guía geológica de Teruel. I. Itinerarios por el Bajo Aragón. Centro de Profesores. Ministerio de Educación y Ciencia, 43 p.
- CANEROT, J. 1974. Recherches géologiques aux confins des Chaines ibériques et catalane (Espagne). Thèse Doctoral, Université de Toulouse, ENADIMSA, 517 p.
- CANUDO, J. I., AMO, O., CUENCA-BESCÓS, G., MELÉNDEZ, A., RUIZ-OMEÑACA, J. I. y SORIA, A. R. 1997. Los vertebrados del Tithónico-Barremiense de Galve (Teruel, España). Cuadernos de Geología Ibérica 23, 209-241.
- DODSON, P. 1990. Sauropod paleoecology. In: Dinosauria, University of California Press, 402-407.
- MORATALLA, J. J., SANZ, J. L. y JIMENEZ, S. 1997. Información paleobiológica y paleoambiental inferida a partir de las icnitas de dinosaurios: problemas, límites y perspectivas. Revista Española de Paleontología 12, 2, 185-196.
- RUIZ-OMEÑACA, J. I., CANUDO, J. I. y CUENCA-BESCÓS, G. 1996. Dientes de dinosaurios (*Ornithischia*, *Saurischia*) del Barremiense Superior (Cretácico Inferior) de Vallipón (Castellote, Teruel). Mas de las Matas 15, 59-103.
- RUIZ-OMEÑACA, J. I., CANUDO, J. I. y CUENCA-BESCÓS, G. 1998. Restos vertebrales de dinosaurios (*Ornithischia*, *Saurischia*) en el Barremiense superior (Cretácico Inferior) de "Vallipón 2" (Castellote, Teruel). Mas de las Matas 17, 251-270.
- ROYO-TORRES, R. 1999. Cintura pélvica del dinosaurio (*Saurischia*: *Sauropoda*) de Peñarroya de Tastavins, Teruel (Aptiense, Cretácico Inferior). Tesis de Licenciatura de la Universidad de Zaragoza, 236 p.
- SANZ, J. L., BUSCALIONI, A. D., CASANOVAS, M. L. y SANTAFÉ, J. V. 1987. Dinosaurios del Cretácico inferior de Galve (Teruel, España). Estudios geológicos, vol. extr. Galve-Tremp, 45-64.
- SORIA, A. R. 1997. La sedimentación en las Cuencas marginales del surco ibérico durante el Cretácico inferior y su control estructural. Tesis doctoral de la Universidad de Zaragoza, 363 pp.
- THULBORN, T., 1990. Dinosaur tracks. Ed. Chapman and Hall, 410 p.
- WEISHAMPEL, D. B., DODSON, P.D. & OSMOLSKA, H. (eds.) 1990. The Dinosauria, University of California Press, 733 p.