

# EL YACIMIENTO DE HUELLAS DE DINOSAURIO DE ABENFIGO (TERUEL. ESPAÑA)

Meléndez, A.<sup>1</sup>, Ezquerro, R.<sup>2</sup>, Zurita, E.<sup>3</sup>, Pérez-Lorente, F.<sup>4</sup>

## RESUMEN

Se describen las estructuras gracias a las cuales destacan unas huellas de dinosaurio en parte de un estrato del Cretácico Superior que aflora en Abenfigo (Teruel), así como las características estratigráficas y sedimentológicas que identifican el paleoambiente sedimentario en el que se formaron. Hecha la determinación de las huellas, estas corresponden a las de dinosaurios terópodos carnosaurios. Estos dinosaurios caminando por zonas de ambiente intermareal, dejaron sus pisadas marcadas debido a que por su peso, hundieron en un barro calcáreo masivo, calcos de láminas de algas que se ajustan a los límites de sus pies. La erosión actual hace que se vean los rellenos de láminas de algas, más claros, que han quedado protegidos en el interior de los huecos de las huellas.

Palabras clave: Pisadas, dinosaurios, láminas de algas, Cretácico Superior, Teruel, España

*This paper describes the structures that design the dinosaur footprints in the upper surface of a Upper Cretaceous bed, founds in Abenfigo (Teruel), and the stratigraphic and sedimentological characters that allow to identify the paleoenvironment. The traces were made by large theropod dinosaurs. The feet of trackmakers intruded some calcareous algal sheet into a massive limestone. leaving the reproductions of the foot boundaries and some claws and dactyl pad structures. Recent erosive processes reveal the light algal sheet filling wich was protected inside the dark massive limestones.*

*Key words: Footprints, Dinosaurs, algal stromatolites, Upper Cretaceous, Teruel, Spain*

---

<sup>1</sup> Universidad de Zaragoza. Edificio Geológicas. Cerbuna s/n. E-50009 Zaragoza

<sup>2</sup> Fundación Patrimonio Paleontológico. Portillo, 3. E26586 Enciso

<sup>3</sup> Tenor Fleta 67, 5ºB. E-50008 Zaragoza

<sup>4</sup> Universidad de La Rioja. Madre de Dios, 53, E- 26006 Logroño. Corresponsal.

## 0. INTRODUCCIÓN

En la provincia de Teruel, además de en Abenfigo, se conocen yacimientos de huellas de dinosaurio en Ababuj, Ariño, Galve y Miravete, algunos de los cuales ya han sido estudiados y publicados (Alcalá et al., 1994; Casanovas et al., 1984; Cuenca et al., 1993; Pérez-Lorente et al., 1997, Blanco et al., 2000; Pérez-Lorente et al., 2001a). En todos ellos las icnitas son huecos en el techo de los estratos, excepto en Abenfigo en donde las pisadas se ven gracias al cambio de color de la roca producido por restos de láminas de algas que ocupan los huecos. No es el único punto en el que las huellas se ven por el cambio de color de la superficie rocosa. En el caso de que el citado cambio se deba a variación de la composición lítica o de la textura (p.ej., Kuban, 1989) de las rocas originales, la responsable indirecta de la aparición del cambio de color es la erosión actual (Romero-Molina et al., 2001).

En este trabajo, por una parte se da la situación y ambiente de la formación y capas en las que se encuentran las pisadas, y por otra se numeran, describen e identifican las huellas, así como las condiciones geológicas que permiten que sean visibles (figura 1).

## 1. GEOLOGÍA

### 1.1. CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS

Las huellas están marcadas en el techo de un estrato del Cretácico superior, incluido en la formación Calizas y margas de Mosqueruela. Según la cartografía del Mapa Geológico de España de escala 1:50.000 (Canerot et al., 1979) las rocas están en el tramo C<sub>21-26</sub> de edad Cenomaniense-Turonense ¿Senoniense? (figura 1). La formación Mosqueruela, que en Abenfigo tiene calizas arenosas en la base, y bioclásticas y calcareníticas en el techo, alcanza en ese mismo lugar los 50 m de potencia. Son abundantes los niveles de calizas laminadas de origen tractivo y algal.

La mitad inferior de la formación, de carácter bioclástico, contiene muchas intercalaciones arenosas, porque son la transición con la formación Arenas de Utrillas sobre la que descansa. Las capas están bioturbadas y contienen ostreidos y orbitolinas. El límite con la formación Arenas de Utrillas no es neto.

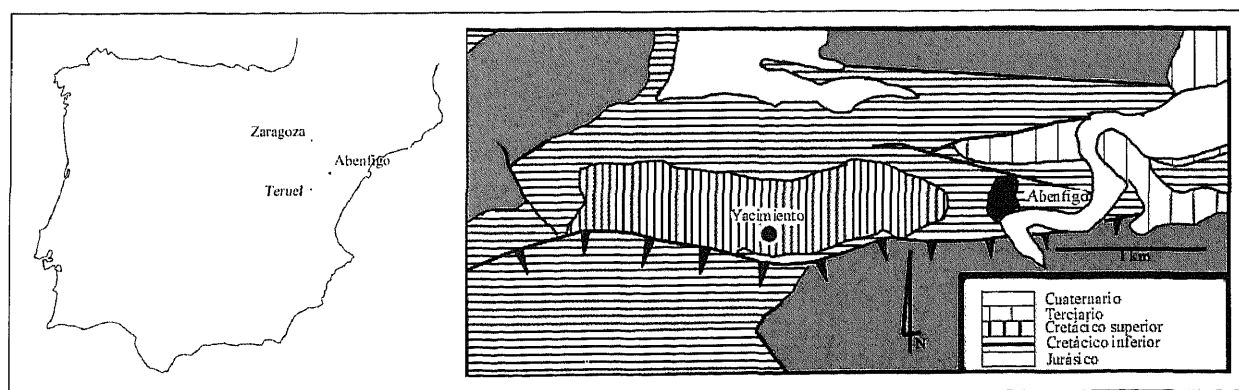


Figura 1. Situación y encuadre geológico del yacimiento

La mitad superior se caracteriza porque contiene muchos niveles laminados. El límite superior es neto y está materializado por una superficie de exposición subaérea, a veces con karstificación.

La edad de las Calizas y margas de Mosqueruela, las cuales están incluidas en el tramo C<sub>21-26</sub>, es Cenomaniense superior.

## 1.2. CARACTERÍSTICAS SEDIMENTOLÓGICAS

En la mitad inferior hay una sucesión de secuencias métricas con un término bioclástico o bioturbado en la base, y lutitas y margas (a veces arenosas) en el techo. Se interpreta que son depósitos generados en medio marino, en los que se reconoce el ambiente submareal de energía moderada a alta con niveles de acumulación bioclástica y zonas más protegidas muy bioturbadas. La parte alta de las secuencias, margosa y lutítica, es de medio sedimentario más somero, intermareal, y a veces supramareal. Estas secuencias indican que a la vez que se produce la decantación de los sedimentos, son activos canales mareales menores que las atraviesan y que suministran detritus. En los lugares más elevados se desarrollan pons con colonización de algas o con vegetación aérea.

La mitad superior tiene también secuencias métricas, en las que: el término inferior es de calizas bioclásticas; el intermedio generalmente con laminación tractiva paralela y cruzada; y el superior de calizas con laminación algal. Estas secuencias se deben a que el ambiente es marino submareal que lateralmente pasa a llanura mareal carbonatada. El término inferior bioclástico o bioturbado es propio del ambiente submareal tractivo (que produce que se acumulen fragmentos), y de ambiente protegido con colonización del fondo. El término intermedio representa la progradación del ambiente intermareal inferior o submareal alto dentro del nivel hidrodinámico, en los que se acumulan detritos en barras, megaripples y formas menores propias de la llanura mareal. El término superior con laminación de algas es la progradación de la parte más alta de la llanura mareal, sin señal de exposición aérea prolongada. Se trata probablemente de un área intermareal extensa.

## 1.3. EL ESTRATO

La capa sobre la que están las icnitas está compuesta por una parte inferior de calizas bioclásticas de 16 cm de potencia y una parte superior constituida por un número no definido de láminas de algas que en conjunto tienen entre 2 y 3 cm de espesor. Se incluye en el término superior de calizas con laminación de algas, de la mitad superior de la formación de Calizas y margas de Mosqueruela. El momento de depósito es durante la máxima progradación de la llanura mareal, aunque siempre en ambiente intermareal. Estas llanuras debieron ser muy extensas.

La anchura del estrato varía mucho de unos lugares a otros. En uno de los lados del afloramiento mide 70 cm (no los 16 citados antes) debido a que se le sueldan niveles inferiores. La dirección media es de N78E y su buzamiento de 32S. La inclinación es hacia el mismo lado, aunque mayor, que la de la pendiente de la ladera. Hacia abajo se sumerge bajo la capa superior y los derrubios que quedan retenidos.

## 2. LA FORMACIÓN DE LAS HUELLAS

### 2.1. IMPRESIÓN DE LA PISADA

Después de la sedimentación de las calizas bioclásticas (1, figura 2) se depositaron láminas de algas (2, figura 2). Las láminas iban cubriendo el fondo sobre el que anduvieron los dinosaurios. Estos, al andar, hun-

dían el suelo bajo sus pies doblando (3, figura 2) y rompiendo las capitas. La parte alta de la caliza bioclástica (gris y sin estructura laminada) descendió y acogió la parte de láminas dobladas y aplastadas. Es posible que la coherencia de las láminas haga que el espacio interdigital también se hunda, aunque sea mucho menos, y por ello algunas improntas tengan la misma apariencia que la dejada por un pie palmeado.

Las capas sucesivas de algas, que se formaron tras el paso de los dinosaurios (4, figura 2), taparon las huellas de manera que, es necesario que se erosionen, aunque sea parcialmente, para que aparezcan las icnitas.

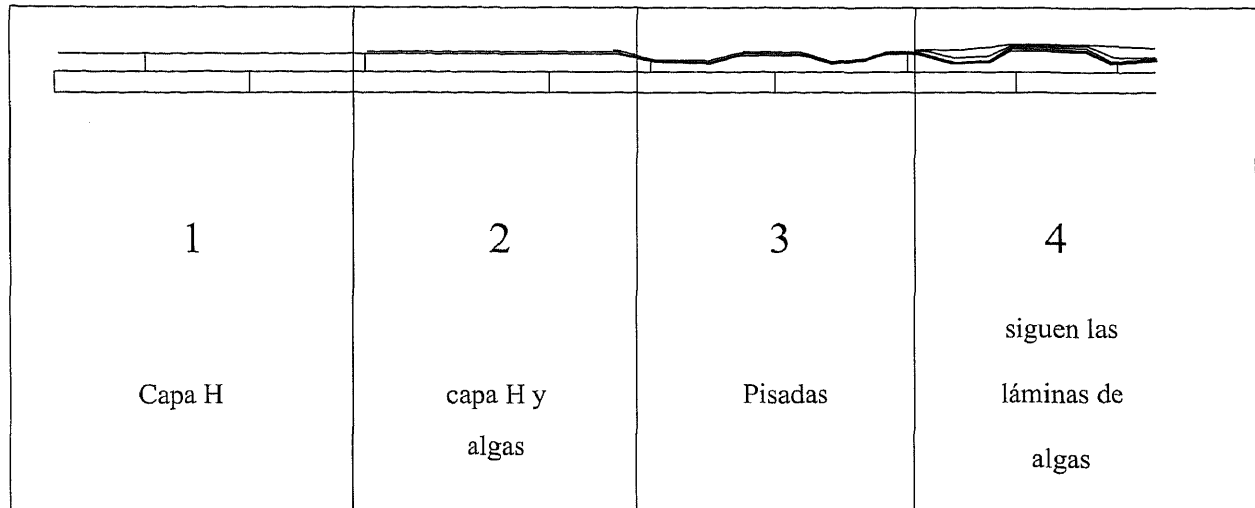


Figura 2. Serie de acontecimientos sobre el techo de la capa H

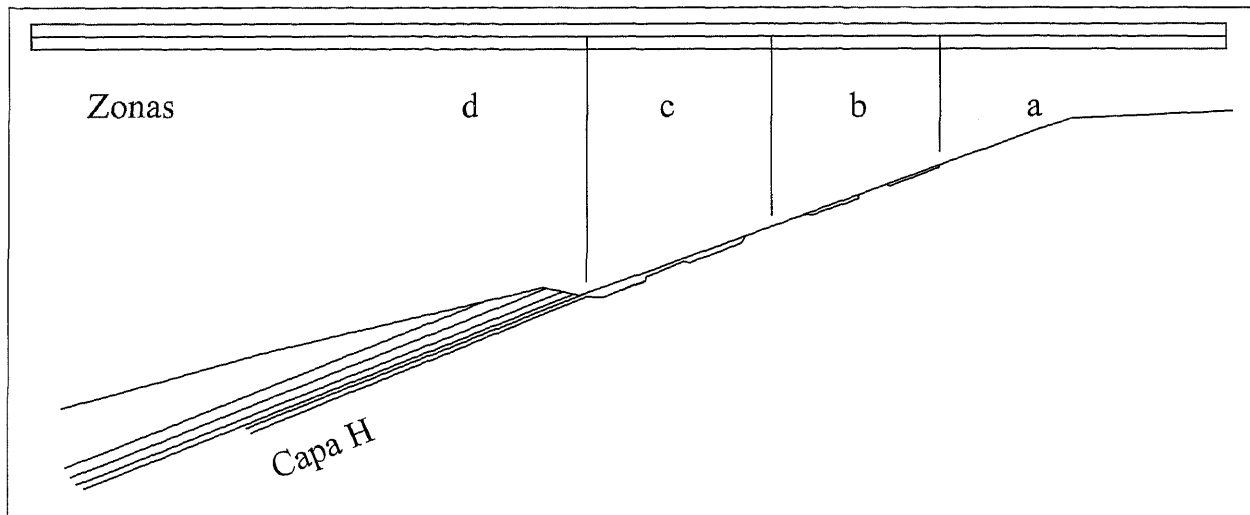


Figura 3. Perfil del yacimiento que muestra la acción de la erosión reciente sobre las rocas

## 2.2. LA EROSIÓN

El estrato con huellas está intercalado en una serie que buza algo más que el valor de la pendiente del lugar (el buzamiento de las capas es de unos 30°). La erosión deja formas acuchilladas en los horizontes, como se observa en la figura 3. Mientras que por la parte inferior se descubre el estrato con huellas (techo de la capa H), en la parte superior se destruye.

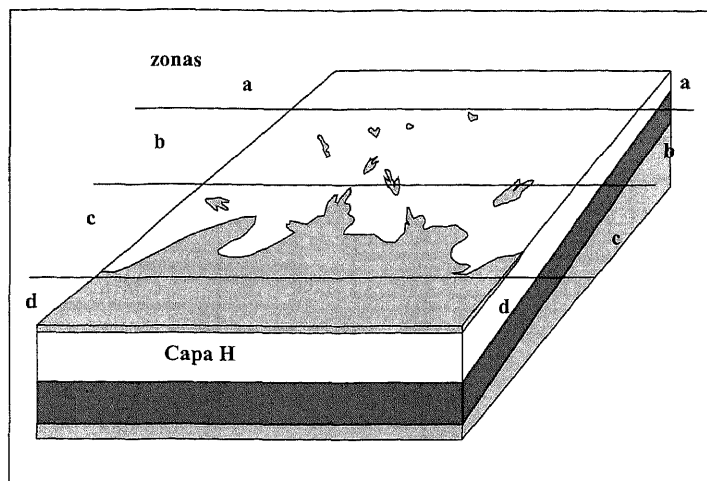


Figura 4. Zonas en el yacimiento de Abenfigo

Esta disposición permite contemplar el proceso completo de erosión del estrato. Lo primero que aflora (d, figuras 3 y 4) es el techo con las capas de algas que lo cubren totalmente. A medida que se erosiona quedan restos de láminas solamente en los sitios hundidos por las pisadas de los dinosaurios (b, figuras 3 y 4). Si ascendemos algo más, las icnitas también desaparecen (a, figuras 3 y 4), y finalmente el estrato queda erosionado por completo.

Las icnitas se ven solamente en el espacio que queda entre el lugar en el que la erosión hace desaparecer las láminas de algas no deformadas (zona c, unos 3 cm de espesor) hasta aquél en el que desaparece

también el fondo de las icnitas (zona a, otros 3 cm más). Si la erosión desde el techo se hace mayor de unos 6 cm, ya no se conservan las icnitas y solamente se encuentra la caliza bioclástica.

### 3. ESTUDIO ICNÍCO (Figuras: 8, 8A, 8B, 8C, 8D, 8E; tabla 1)

#### 3.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS HUELLAS

En el yacimiento hay visibles unas 41 marcas de pisadas de dinosaurio. El número es impreciso porque algunas de las señales no permiten asegurar que las produjeron los pies de dinosaurios.

Como no hay ninguna secuencia de huellas seguidas producidas por el mismo animal, no se puede obtener datos relativos a la marcha, anchura de rastrillada, orientación del pie, u otros. Los resultados solamente se extraen del examen de las icnitas aisladas.

Aunque el contorno de las improntas es difuso en unas y neto en otras, se colige sin dudas que son pisadas tridáctilas (figuras 6 y 7). En algunas parece que los dedos estén unidos por una membrana (ABF2, ABF8, ABF12, ABF14, ABF18, ABF19, ABF22, ABF24, ABF29, ABF33, ABF36, ABF39); en otras la marca del hipes está muy retrasada (ABF6, ABF21, ABF26, ABF31, ABF34, ABF37, ABF40). En las primeras la icnita tiene la forma de un triángulo del que sale un apéndice. El triángulo tendría su vértice en la parte trasera de la pisada; los lados del ángulo anterior serían los bordes externos de las marcas de los dedos (II, IV); la base sería la línea que une el extremo distal de los dos dedos citados; y el apéndice, que saldría perpendicularmente a la base, estaría formado por la huella del dedo central (III). En las segundas, el dedo III también sobresale mucho de la línea imaginaria trazada entre los extremos distales de los otros dos dedos (II y IV). Esta diferencia dactilar se encuentra también en las icnitas ABF13, ABF17, ABF30, ABF32, ABF38.

Otro detalle común a muchas de las icnitas es la divaricación diferente con respecto al dedo III de cada uno de los laterales. Se observa en las huellas ABF6, ABF8, ABF18, ABF31, ABF34, ABF37, ABF38, ABF39. Estas pisadas pueden tener su forma similar a la que daría un pié que tuviera tanto membrana interdigital como los hipes retrasados.

TABLA I

Pisada	l	a	II-III-IV	II <sup>^</sup> III <sup>^</sup> IV <sup>^</sup> II	(l-a)/a
ABF2	29	17	---14---	-----55	0'70
ABF6		19		17-33--50	
ABF8	39	25	---19---	0--39--39	0'56
ABF11	27=	21	---14---	19--44--63	0'29
ABF13	22	19			0'16
ABF14	25	19	---13---	12--39--51	0'31
ABF18	30	19	---15---	3--42--45	0'58
ABF22	20	16	---10---	11--43--54	0'25
ABF24	20	15	---7'5---		0'33
ABF31	25	20	5---19---9	15--36--51	0'25
ABF33	26				
ABF34	31	22	6---16---9	15-----	0'41
ABF37	34	22	---19---	0'54	
ABF39	25	16	---12---	4--25--29	0'31

l.- longitud del pie; a.- anchura; II-III-IV.- longitud de los dedos; II<sup>^</sup>III<sup>^</sup>IV<sup>^</sup>II.- ángulos interdigitales  
Medidas en centímetros y en grados sexagesimales.

Si se considera que una icnita es el resultado del proceso de su formación más el de su conservación, habrá en la sucesión de acontecimientos ligados a la citada formación, unos que dejarán caracteres primarios y otros que los retocarán. Los primeros dependerán de la forma del pie, del comportamiento del animal cuando la produjo y del comportamiento físico del substrato. Los segundos dependerán de la acción del agua sobre el estrato cuando aún estaba blando, de los procesos de compactación y deformación de la roca, y de la erosión posterior cuando la roca con icnitas aflore.

Los caracteres primarios de estas huellas que se correlacionan con el autopodio son:

- 1- Dedos II y IV mucho menores que el III.
- 2- Los dedos, donde se aprecian, suelen ser relativamente delgados.
- 3- Divaricación de los dedos externos variable, posiblemente tal variación esté relacionada con la diferencia natural entre el ángulo II<sup>^</sup>III y III<sup>^</sup>IV.
- 4- Las marcas son más largas que anchas.
- 5- Algunos de los dedos tienen terminación acuminada.

Del estado del substrato se deduce que:

- 1- El dinosaurio pisó sobre una malla de algas.
- 2- Por debajo de las algas el suelo debía de ser resistente porque el fondo de las icnitas no se hundió mucho más de 2 cm.

Los efectos posteriores a la formación de las pisadas son exclusivamente de erosión actual del techo del estrato con icnitas, gracias a los cuales son visibles las marcas (figura 5).

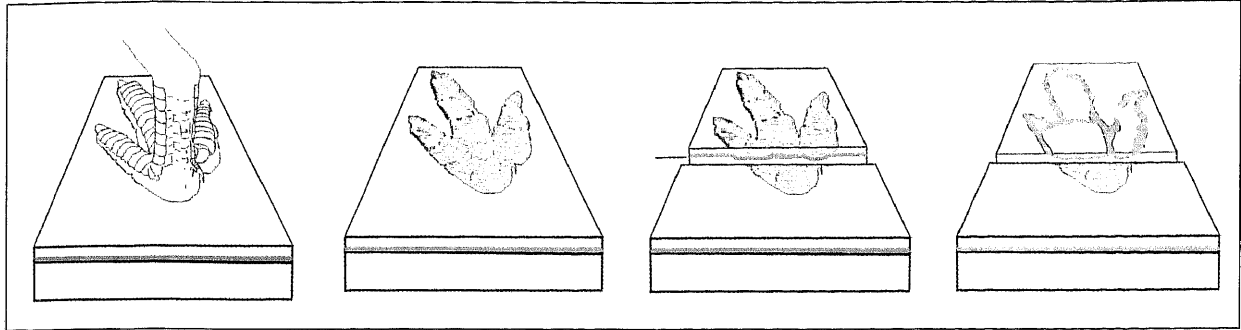


Figura 5. Secuencia de impresión-erosión

### 3.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS PISADAS.

Los caracteres primarios mencionados antes permiten asociar a un solo icnogrupo las improntas que se han descrito: dedos relativamente delgados y acuminados; pisada más larga que ancha; dedo central (III) más largo que los laterales (II y IV), etc. Las marcas de la parte proximal del pie son muy variables. La forma de la parte posterior de los autopodios es muy variable: hay icnitas cuyos bordes lateral externo y lateral interno forman ángulo muy agudo (aunque la terminación proximal del autopodio sea redondeada) mientras que otras tienen los bordes más abiertos y dan formas anchas y redondeadas; hay otras (ABF31) bilobuladas y también las hay irregulares. Estos caracteres son congruentes con icnitas terópodos (Thulborn, 1990; Pérez-Lorente et al., 2001b).

Es muy posible que la diferencia entre unas huellas y otras, referidas a la marca o no de membrana, no se corresponda con un hecho anatómico. En icnitas poco profundas, la erosión produce variación grande de la forma de la pisada; es decir que la variación de la profundidad del nivel de erosión dará contorno muy diferente sobre pisadas iguales. La concurrencia de dos caracteres muy significativos como son, por una parte la diferencia de longitud entre el dedo central (III) y los laterales, y por otra la divaricación, permite directamente atribuir las pisadas al mismo tipo de animal, y obliga a buscar una explicación alternativa para la «membrana interdigital».

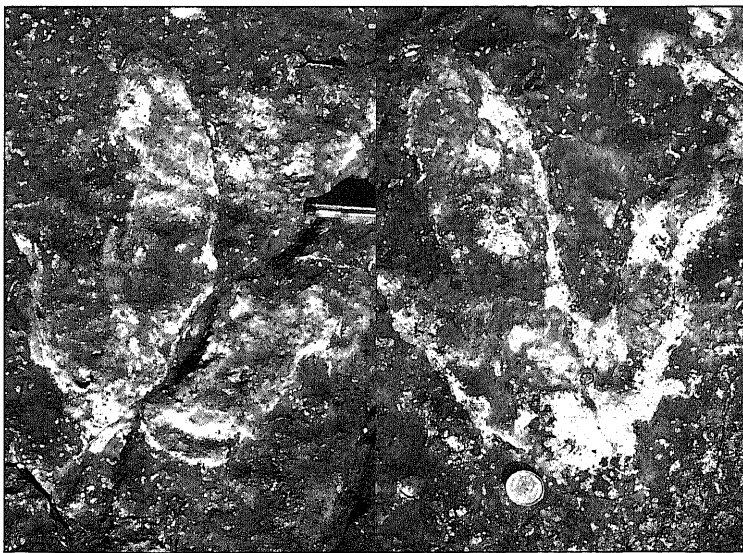


Figura 6. Icnitas ABF12 (izda.) y ABF31 (dcha.).

Se ha explicado que el pie, al meterse en el barro, dobla las láminas de algas y no las rompe, lo cual indica que había cierto grado de cohesión entre ellas. En el espacio interdigital, las mallas de algas se doblan y se hunden levemente inducidas por el empuje de los dedos. Este arrastre debe ser el responsable del hundimiento de las mallas entre los dedos y de la formación de una estructura de apariencia similar a la que produciría una membrana interdigital con la estructura triangular descrita antes (Fig. 7: ABF29, ABF30, ABF22-25 ABF14, ABF12, ABF8, ABF2).

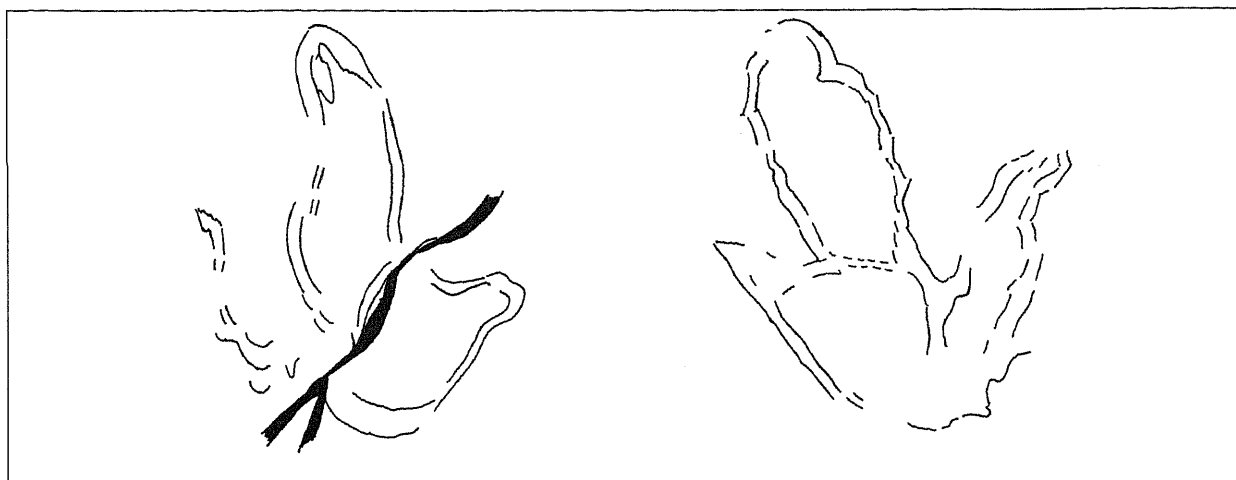


Figura 7. Esquema de ABF12 y AbF31

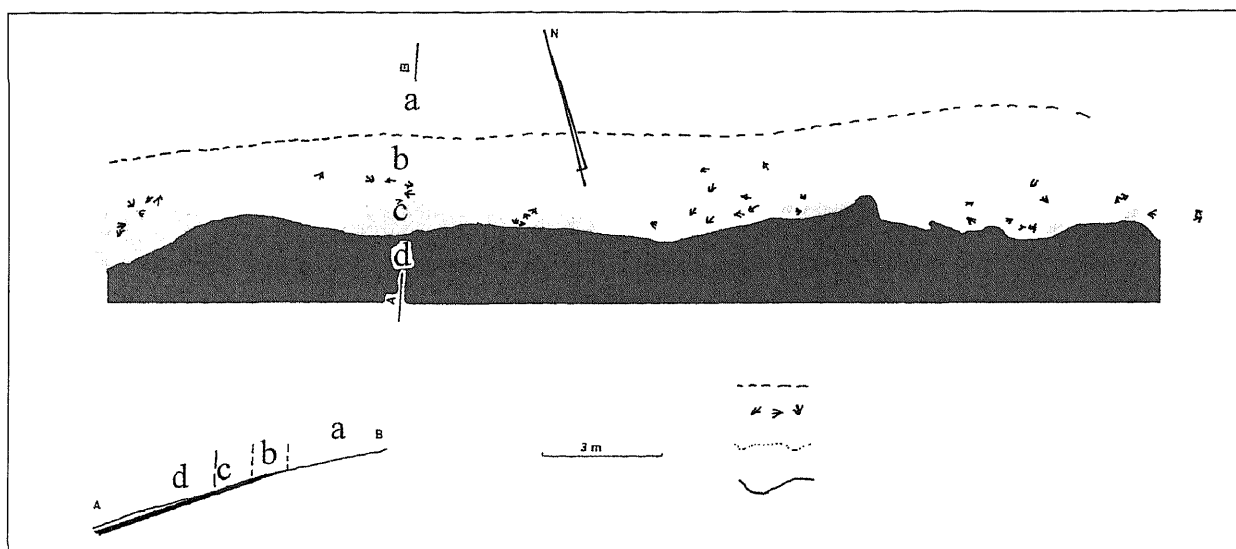


Figura 8. Cartografía del yacimiento

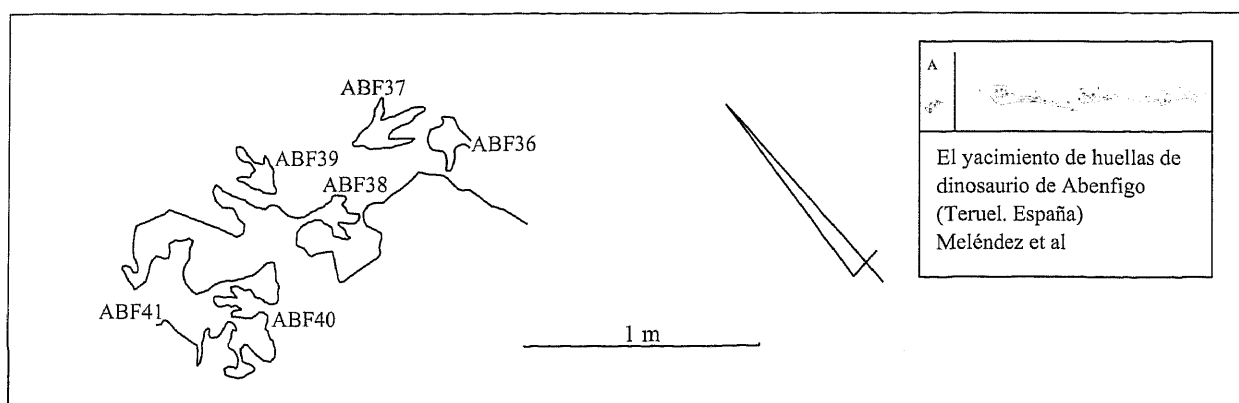


Figura 8-A



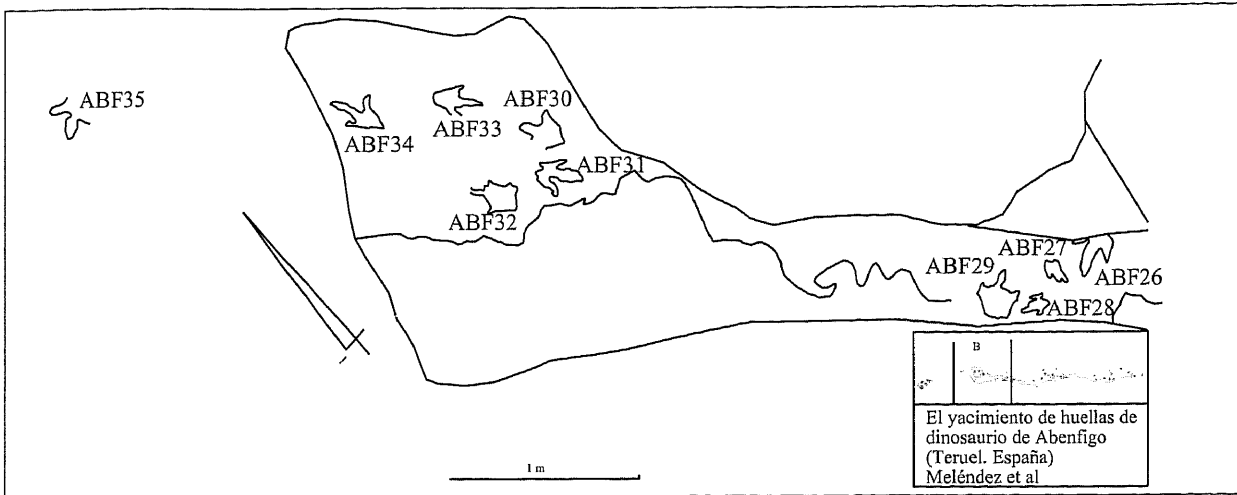


Figura 8-B

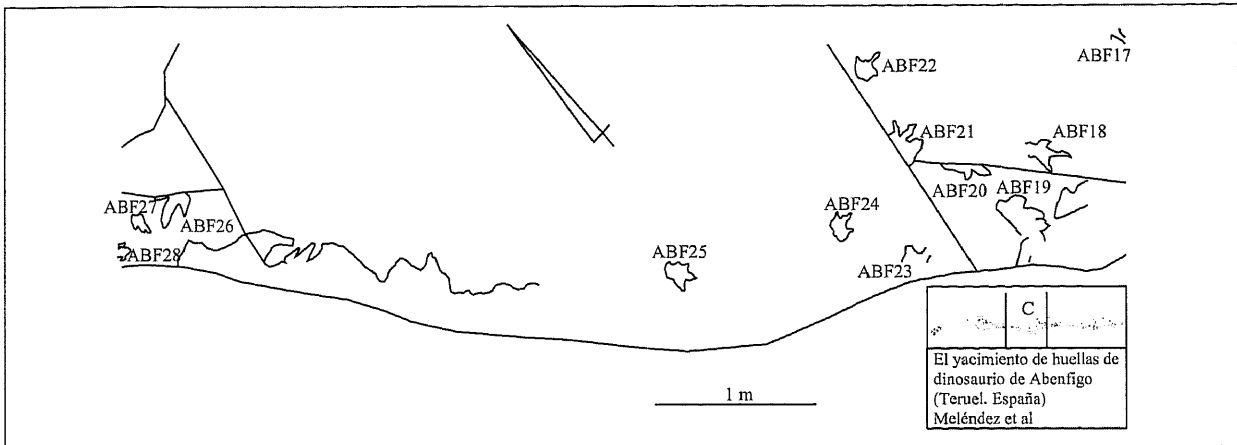


Figura 8-C

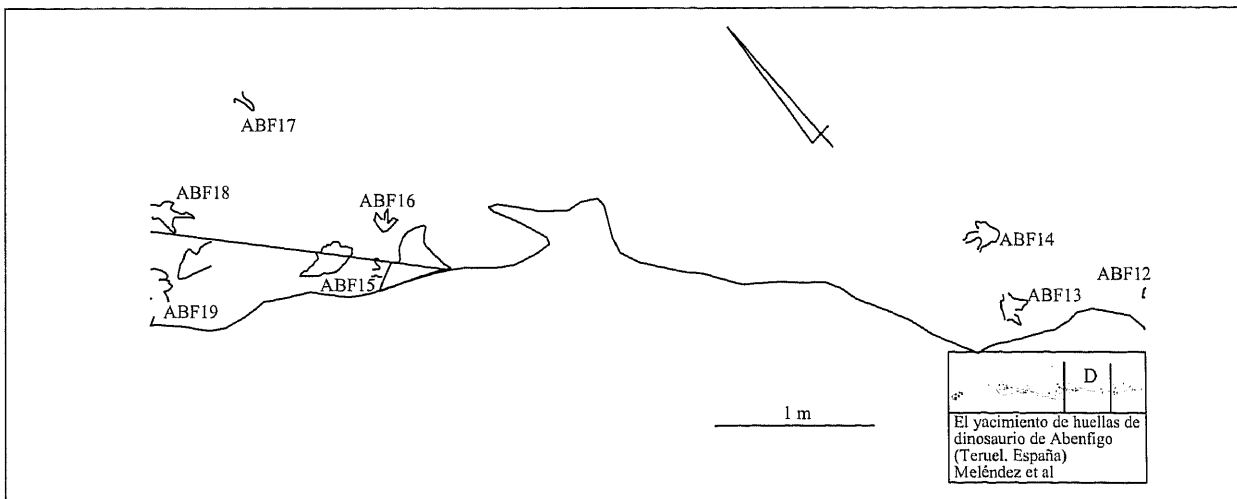


Figura 8-D

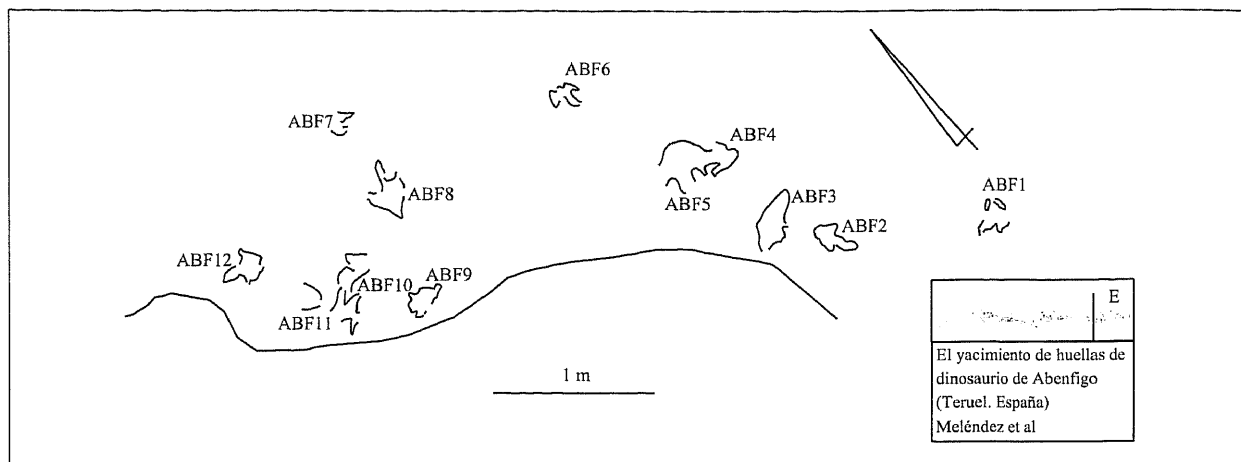


Figura 8-E

#### 4. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer la hospitalidad de la familia Zurita, de Aguaviva, que alojó en su casa a todos los integrantes del equipo de campo durante el fin de semana que estuvimos haciendo la cartografía del yacimiento.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

- Alcalá, L., Escorza, C. M., 1994. Huellas de dinosaurio en el Jurásico superior de Ababuj (Teruel). *Geogaceta*. (17), 20-23.
- Blanco. M., Caro, S., Pérez-Lorente, F., Requeta, E., Romero, M., 2000.- Un nuevo yacimiento Jurásico con icnitas saurópodos en la Cordillera Ibérica. Galve (Teruel). *Geogaceta*. (28), 23-26.
- Canerot, J., Pignatelli, R., Fernández-Luanco, M. C., Del Pan, T., 1979.- *Mapa Geológico de España. E. 1:50.000. Hoja nº 519. AGUAVIVA*. IGME. Hoja y Memoria.
- Casanovas, M. L., Santafé, J. V., Sanz, J. L., 1984. Las icnitas de “Los Corrales del Pelejón” en el Cretácico inferior de Galve (Teruel, España). *Paleontología i Evolució*. (28), 173-176.
- Cuenca, G., Ezquerra, G., Pérez-Lorente, F., Soria, A. R., 1993. *Las huellas de dinosaurios (icnitas) de los Corrales del Pelejón*. Diputación General de Aragón. 14 pp.
- Kuban, G., 1989.- Color distinctions and other curious features of dinosaur tracks near Glen Rose, Texas. En *Dinosaur tracks and traces*. Gillette D. D., y Lockley, M. G. Cambridge University Press. 427-440.
- Pérez-Lorente, F., Cuenca, G., Aurell, M., Canudo, J. I., Soria, A. R., Ruiz-Omeñaca, J. I., 1997. Las Cerradicas tracksite (Berriasian, Galve, Spain): Growing evidence for quadrupedal ornithopods. *Ichnos*. (5), 109-120.
- Pérez-Lorente, F., Romero-Molina, M. M., 2001a.- Nuevas icnitas de dinosaurios terópodos y saurópodos en Galve y Miravete de la Sierra (Teruel, España). *Geogaceta*. (30), 115-118.
- Pérez-Lorente, F., Romero-Molina, M. M., 2001b.- Icnitas terópodos del Cretácico Inferior de La Rioja (España). *Zubía*. (19), 115-138.
- Romero-Molina, M. M., Pérez-Lorente, F., Rivas, P., 2001.- Estructuras asociadas con huellas de dinosaurio en La Rioja. *Zubía*. (19), 61-96.
- Thulborn, T., 1990.- *Dinosaur tracks*. Chapman and Hall. 410 pp