

ICNITAS DE DINOSAURIOS EN VALDELAVILLA (SORIA, ESPAÑA)

C. Pascual Arribas * y E. Sanz Pérez **

RESUMEN

Dentro del estudio icnológico que se realiza en los alrededores de San Pedro Manrique (Soria, España) el nuevo yacimiento de Valdelavilla, enclavado en la unidad IV-b de la Aloformación Huérteles, ha proporcionado, hasta el momento, huellas de dinosaurios y de pterosaurios. La principal característica del mismo estriba en contener una gran variedad de icnitas de dinosaurios, tanto por su tipo (terópodos, ornitópodos, saurópodos), como por su tamaño (desde 70 cm hasta 8 cm) y forma de caminar (digitígrados, plantígrados). Como en muchos otros lugares del Grupo Oncala, abundan las huellas de terópodos y en menor proporción las de saurópodos, no presentándose claramente las de ornitópodos.

Palabras clave: *ICnitas, Terópodos, Saurópodos, Ornitópodos, Facies Weald, Soria, España.*

ABSTRACT

Within the ichnological study of the surroundings of San Pedro Manrique (Soria, Spain), the new site at Valdelavilla, located in unit IV-b of the Huérteles Formation, has yielded dinosaur and pterosaur tracks. The main feature of this site is that it contains a great variety of dinosaur tracks, as regards their type (theropods, ornithopods, sauropods) their size (from 70 cm to 6 cm), and the way these tracemakers walked (digitigrade, plantigrade). Like many other place at Oncala Group, theropod tracks are abundant, and at a lesser degree, sauropod tracks are also present. There is no conclusive evidence of ornithopods tracks.

Key words: *Footprints, Theropods, Sauropods, Ornithopods, Weald facies, Soria, Spain.*

Introducción

La Cuenca de Cameros constituye el mayor reservorio icnológico de dinosaurios de España. Desde los primeros estudios en la década de los 70, el número de yacimientos en la misma ha ido en aumento continuamente. La mayor parte de ellos se localizan dentro del Grupo Enciso, aunque últimamente los hallazgos en el Grupo Oncala se han multiplicado, proporcionando numerosas icnitas de reptiles (dinosaurios, pterosaurios y cocodrilos) y de aves [Aguirrezabala *et al.*, 1980, 1983; Moratalla, 1993; Lockley *et al.*, 1995; Fuentes Vidarte, 1996; Sanz *et al.*, 1997; Fuentes Vidarte y Meijide Calvo, 1998, Meijide Fuentes, Fuentes Vidarte y Meijide Calvo, 1999; Meijide Calvo y Fuentes Vidarte, 1999; Fuentes Vidarte y Meijide Calvo, 1999; Pascual y Sanz, en revisión].

Dentro de un plan de reconocimiento de la subunidad IV-b de la Aloformación Huérteles y más concretamente de los alrededores de San Pedro Manrique (Soria), el nuevo yacimiento de Valdelavilla, junto a los ya conocidos de Palacio de San Pedro, Ventosa de San Pedro, Valtajeros y Matasejún, este último dado a conocer por uno de los autores (Sanz, 1993), confirman el gran potencial icnológico de esta zona.

A lo largo de varios niveles, aparecen icnitas de dinosaurios (terópodos, ornitópodos y saurópodos), junto a otras de pterosaurios (Pascual y Sanz, en prensa).

El propósito de este artículo es dar a conocer este nuevo hallazgo icnológico y ofrecer datos que permitan ir conociendo poco a poco las características de los dinosaurios que vivieron en el Norte de Soria a lo largo de la deposición de la Aloformación Huérteles (inicio del Cretácico inferior).

* IES. Margarita de Fuenmayor. Alameda Antonio Machado s/n. 42100 Agreda, Soria.

** Departamento de Ingeniería y Morfología del Terreno. Esc. Téc. Sup. Ing. CC y P. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

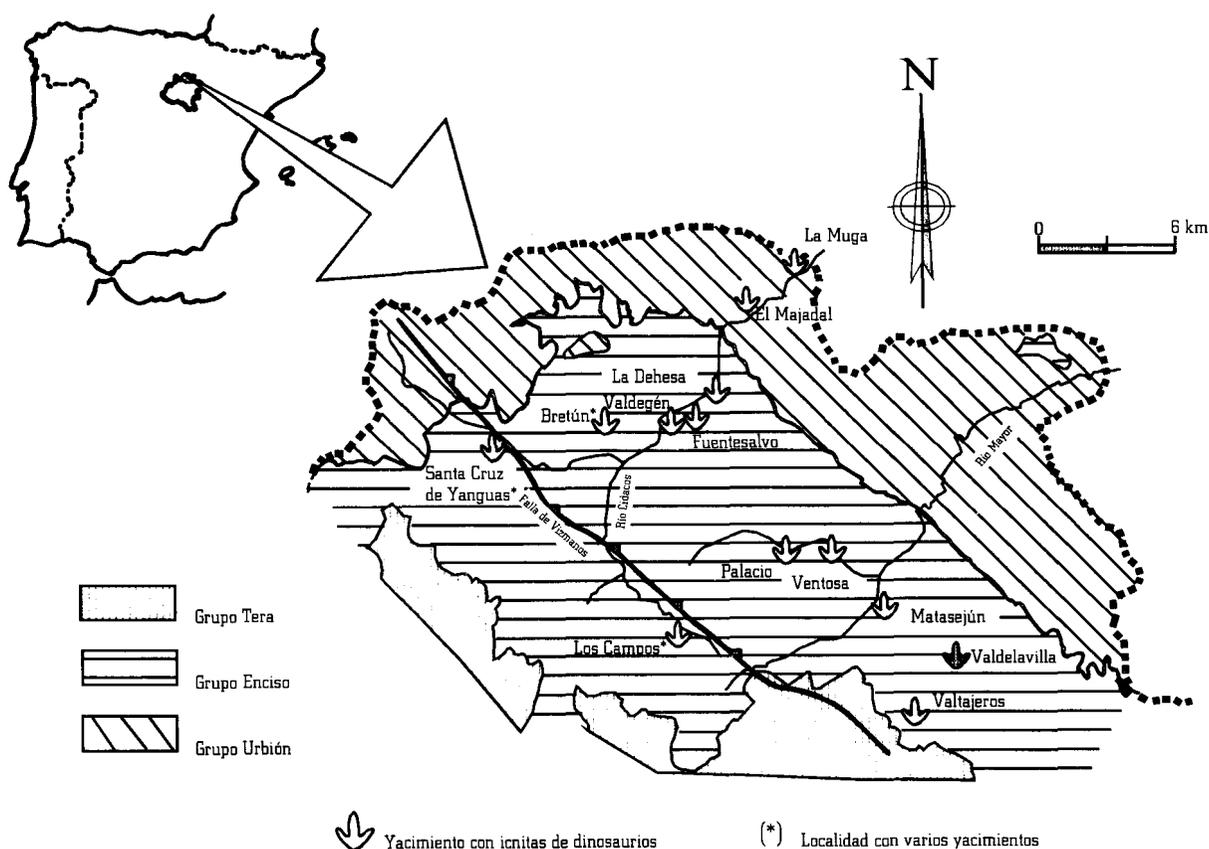


Fig. 1.—Localización de los principales yacimientos de icnitas de dinosaurios en la Aloformación Huérteles.

Situación geográfica y estratigrafía

El yacimiento de Valdelavilla (fig. 1) se sitúa en el Barranco de Valdelavilla, extendiéndose desde la carretera que conduce de San Pedro Manrique a Matalabreras hasta el pueblo del mismo nombre. La mayor parte de los niveles con huellas de dinosaurios aparecen en las capas situadas entre los cauces de los dos torrentes presentes en el barranco que descienden con gran pendiente hacia el arroyo de Maiselvar, tributario del río Valdeprado. Su localización en coordenadas UTM es 30T-WM653471, encontrándose ubicado a una altitud media de 1.280 m [Hoja n.º 318 (23-13), Almarza, del Mapa Topográfico Militar a escala 1:50.000].

Las capas que forman parte del yacimiento están constituidas (fig. 2) por 60 m de limolitas grises, a veces ocres, en capas finas que muestran un aspecto pseudonoduloso a causa de las sucesivas desecaciones y agrietamientos que han sufrido (presencia de «mud cracks»), y calizas limoarenosas casi negras, en corte fresco, y ocres, exteriormente, con mica. La laminación es, en general, paralela, aunque no perfectamente plana, constituyendo planos

de discontinuidad que facilitan la separación en lajas y pseudolajas. Contienen ostrácodos y carofitas, y se observa en ellas con frecuencia huellas de dinosaurios y pterosaurios, así como ripples, levemente asimétricos, y marcada bioturbación de algunos niveles, sobre todo en aquellos que contienen o están ligeramente por debajo de icnitas. Excepcionalmente, existe un nivel en el que pueden observarse unos huecos que por su forma, tamaño y disposición pudieran ser moldes de huecos de dinosaurios.

Los restos de macrofósiles presentes en el yacimiento se reducen a trozos de *Unio* y bivalvos en muy mal estado de conservación, no permitiendo su clasificación.

Los sedimentos que contienen el registro icnológico objeto de estudio forman parte de lo que Palacios y Sánchez Lozano (1885) denominaron tramo C o de calizas lajosas, del paquete de C de calizas lajosas y aspecto pizarreño de Palacios (1890), así como del tramo J^{2cl}_{33} , de calizas lajosas de laminación paralela muy fina, propuesto por Rey de la Rosa y Rivera Navarro (1981). Todos ellos están comprendidos dentro del Grupo Oncala de Tischer (1965, 1966), de

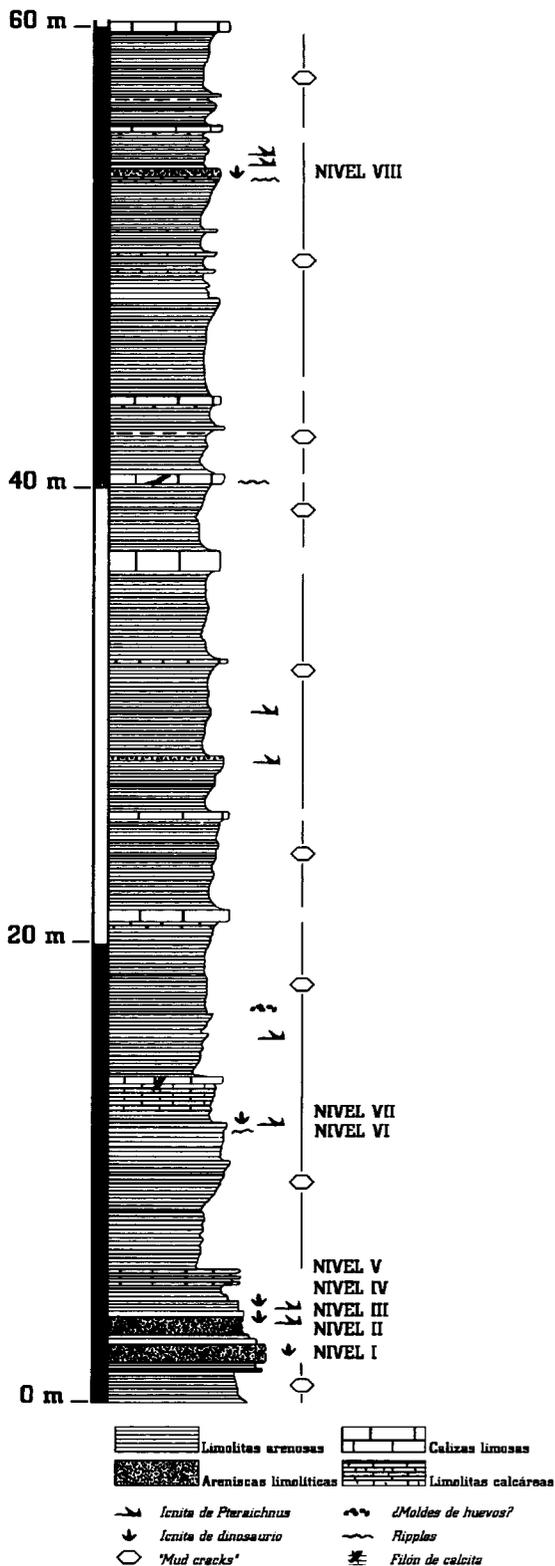


Fig. 2.—Columna estratigráfica. Valdelavilla (Soria).

la fase C del ciclo II de Salomon (1982), de la formación Huérteles del grupo III de Guiraud y Seguret (1985) y de la subunidad IV-b de la Aloformación Huérteles de Gómez Fernández (1992).

Su deposición tuvo lugar a lo largo de una llanura fangosa (Salomon, 1982; Gómez Fernández, 1992) de tipo de playa-lake o salar (Gómez Fernández y Meléndez, 1994) en la cual las inundaciones y el encharcamiento se dieron de forma frecuente, originándose, en ocasiones, pequeños lagos de corta vida.

Ante la falta de microfósiles que daten el yacimiento de una forma precisa, se acepta la edad asignada (Berriasiense medio a superior) por Salomon (1982) y Martín i Closas (1989) a las formaciones a las que pertenecen.

Estudio icnológico

Metodología

En el estudio y descripción de las icnitas de este yacimiento se han utilizado, con ligeras modificaciones, la nomenclatura y datos de Casanovas *et al.*, 1989, 1995; Demathieu, 1984, 1986; Farlow, 1992; Haubold, 1971; Leonardi, 1987; Lockley *et al.* (1994); Moratalla *et al.*, 1988a y 1988b; Thulborn y Waade (1984) y Thulborn (1990).

Las abreviaturas adoptadas se corresponden con las siguientes medidas:

- Longitud del pie sin metatarso - L
- Longitud del pie con metatarso - L_{MT}
- Longitud de la mano - L_m
- Anchura de la mano - A_m
- Profundidad máxima de la huella - pf
- Angulos interdigitales - II[^]III (α), III[^]IV (β), II[^]IV (α + β)
- Angulo de paso - AP (γ)
- Altura del acetábulo - h
- Distancia entre talón y región interdigital - K y M
- Longitudes de dedos - LI[^], LIII, LIV
- Longitudes de los dedos desde el talón, L_tII, L_tIII, L_tIV
- Anchura media de los dedos - AmII, AmIII, AmIV
- Paso - P
- Zancada - z
- Anchura de rastro - Ar
- Amplitud de rastro - Ap
- Velocidad según Alexander (1976) - v

Al señalar la orientación de las huellas respecto al eje de marcha, se sigue el convenio de Demathieu (1970), considerando giros positivos aquellos en los que las huellas se orientan hacia fuera del rastro, y negativos, en caso contrario.

En el Anexo se muestran las medidas de las huellas y rastros que se describen a continuación (longitudes en cm y ángulos en grados sexagesimales).

Descripción icnológica

Se distinguen en el afloramiento varios niveles de icnitas, de los cuales sólo se han estudiado aquellos que presentaban rastros, un número suficiente de huellas o éstas eran de interés.

Tabla 1

Nivel I											
Pie	L (cm)	A (cm)	LII (cm) (L _{I,II})	LIII (cm) (L _{I,III})	LIV (cm) (L _{I,IV})	AmII (cm)	AmIII (cm)	AmIV (cm)	II^III (°)	III^IV (°)	II^IV (°)
VDV-I-1	—	—	—	3,9	—	—	—	—	—	—	—
VDV-I-2	8	5,7	6,1	8,0	6,2	1,2	1,2	1,1	16	30	46
VDV-I-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VDV-I-4	—	5,5	6,0	—	6,2	0,9	1,1	1,0	14	22	36
VDV-I-5	—	—	3,5	—	—	1,1	1,0	—	21	—	—
VDV-I-6	—	—	3,5	5,5	—	0,8	1,2	—	14	—	—
VDV-I-7	8,2	7,5	6,6	8,2	6,7	1,6	1,7	1,3	37	25	62
VDV-I-8	—	—	—	5,9	—	—	1,6	—	—	—	—
VDV-I-9	8,7	5,9	7	8,7	6	1,5	1,5	1,6	35	25	60
VDV-I-10	8,7	6,0	6,5	9	6,9	1,7	1,7	1,7	32	10	42

Los datos en negrilla se refieren a longitudes medidas desde el talón.

Tabla 2

Nivel I							
Nº	z (cm)	P (cm)	AP (°)	h (cm)	z/h	R = I - a/a	v ₁ (km/h)
VDV-I	44,8	22,9	175	38,2 cm	1,18	0,345	2,27

Términos y parámetros utilizados: z = zancada media; P = paso medio; AP = ángulo de paso medio; h = altura del acetábulo; v₁ = velocidad según Alexander (1976).

Tabla 3

Nivel II						
Pie	L _{MT} (cm)	L (cm)	A (cm)	II^III (°)	III^IV (°)	II^IV (°)
VDV-II-1	58	31,1	39,3	44	35	79
VDV-II-2	47	24,5	43,5	46	34	80
VDV-II-3	54,5	26	36	—	—	—

NIVEL I (Anexo. Tablas 1 y 2)

Sobre areniscas limolíticas muy micáceas de tonalidades algo verdosas aparecen las huellas de dinosaurio más pequeñas del yacimiento (8,4 cm de longitud media). El número de icnitas presentes es muy exiguo a consecuencia de lo poco expuesto que se encuentra este nivel (fig. 3). Su leve profundización (2-4 mm) ocasiona que su perfil, ligeramente sinuoso, sea poco visible, aunque una buena luz rasante permite apreciar algunos detalles anatómicos de sus dedos. Consta de un rastro (VDV-I) y huellas aisladas que presumiblemente, en virtud de su dirección, pertenecerían a otros cinco rastros más.

Son huellas de pies que muestran la impresión de dedos bastantes separados, casi acuminados, no pudiéndose, por su débil impresión, observar señales de uñas, ni de almohadillas, aunque en algún caso su presencia se insinúa por la existencia de sinuosidades en los mismos. El dedo III es el mayor de los tres, siendo los otros dos semejantes en tamaño. El talón tiene forma oval, no siendo muy elongado posteriormente. La existencia de una variación de unos 12° entre los ángulos interdigitales provoca que el pie sea ligeramente asimétrico. El ángulo interdigital II^IV adquiere un valor medio de 49,2°. La relación entre la longitud del dedo III y la del pie varía entre 0,52 y 0,62 (media 0,58).

Sólo ha sido posible medir el paso del animal, encontrándose que es bastante constante (22,9 cm) a lo largo de todo el nivel.

Esto sugiere que también debió serlo su zancada (su valor aproximado, a consecuencia de la mala conservación de las huellas, en el único rastro observable es de 45,7 cm, equivalente a la longitud aproximada de cinco huellas). El ángulo de paso puede estimarse en unos 176°, propio de rastro muy estrecho. La amplitud de rastro es también muy pequeña, superponiéndose las impresiones de los pies sobre el eje de marcha.

La altura del acetábulo haciendo uso del método de Thulborn (1990) oscila entre 36 y 39 cm, pudiéndose estimar la longitud del dinosaurio en aproximadamente 1 m. Todas las huellas de este nivel siguen trayectorias paralelas con el mismo sentido (SO-NE).

NIVEL II (Anexo. Tabla 3)

Este nivel (fig. 4) muestra huellas de pies con impresión del metatarso. Como en el nivel anterior, la escasa exposición de la capa que las contiene sólo permite apreciar tres icnitas con estas características junto a señales de otras tres muy mal preservadas de terópodos digitígrados. Aparecen sobre limolitas grises, con abundantes manchas ferruginosas, fracturadas en bloques que tienden a caer al fondo del barranco a causa de la elevada pendiente del mismo (42 %) y, por ello, a desaparecer con el tiempo.

Las icnitas que presentan la impresión del metatarso (VDV-II-1 y 3) se caracterizan por ser de forma subtriangular, más

Tabla 4

Nivel III												
Pie	L (cm)	A (cm)	pf (cm)	LII (cm)	LIII (cm)	LIV (cm) (L _{IV})	AmII (cm)	AmIII (cm)	AmIV (cm)	II^AIII (°)	III^AIV (°)	II^AIV (°)
VDV-III-1	36,6	31,5	3,5	19,3	20,7	18	7	9	8	25	35	61
VDV-III-2	34,5	29	2	12	20,4	30	7,2	7,6	8	27	34	61

Los datos en negrilla se refieren a longitudes medidas desde el talón.

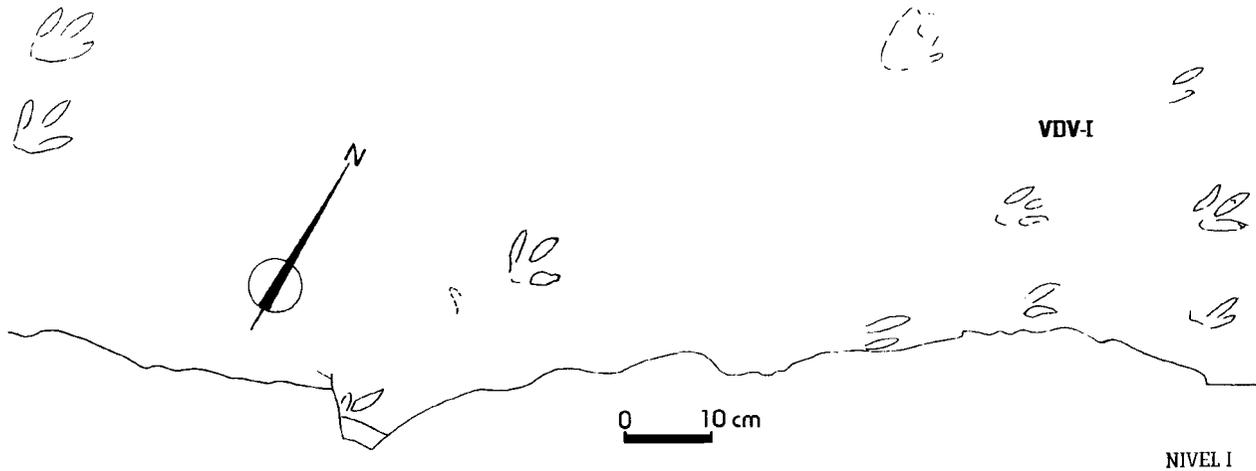


Fig. 3.—Huellas del nivel I. Valdelavilla (Soria).

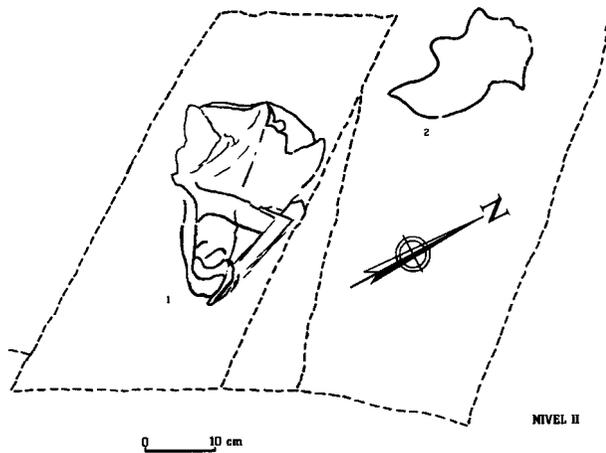


Fig. 4.—Huellas VDV-II-1 y 2. Valdelavilla (Soria).

largas que anchas, con anchura máxima cerca del margen anterior de las mismas. Se observa en ellas dos partes bien diferenciadas: una anterior, más profunda, correspondiente a la impresión de los dedos, rellena generalmente con material de la capa superior, y una posterior, menos marcada, a excepción del final del metatarso. Ambas partes se encuentran separadas por medio

de una elevación transversal situada en la zona central de la icnita. La longitud de la parte anterior es menor que su anchura. Los bordes laterales más alejados respecto al eje de marcha son rectos o ligeramente convexos, mientras los más cercanos al mismo son algo cóncavos. Las impresiones de los dedos II y IV son de similar tamaño, no diferenciándose apenas de la del dedo III. El ángulo formado entre los dedos laterales alcanza un valor prácticamente de 90°, siendo ligeramente desiguales los ángulos interdigitales.

La tercera huella (VDV-II-2) sólo presenta la impresión de la zona de los dedos. Es claramente más ancha que larga, no pudiéndose apreciar bien las marcas dejadas por los mismos a causa de material de la capa superior que las recubren. Las impresiones de los dedos parecen ser anchas y de similar tamaño. El ángulo de abertura II^AIV es elevado, como en los casos anteriores (unos 90°).

El resto de las huellas presentes en este nivel se reducen a marcas de dedos en los que no se aprecian claramente almohadillas.

NIVEL III (Anexo. Tabla 4)

Este nivel (fig. 5) sólo ha proporcionado dos huellas, de una profundidad de 3,5 cm, algo erosionadas, que por su forma recuerdan al icnogénero *Eubrontes*. Se caracterizan por ser ligeramente más largas que anchas (37,5 cm y 33 cm, respectivamente) y mostrar impresiones de dedos gruesos con terminación aguda. La impresión del dedo III es mayor que la de los otros dos, los cuales son similares en longitud, mostrando en el caso de una de las huellas claramente las señales de las almohadillas de los mismos. El talón, provisto también de almohadilla, es corto y oval. Los ángulos interdigitales entre sus dedos son ligeramente desiguales (30° y 35°).

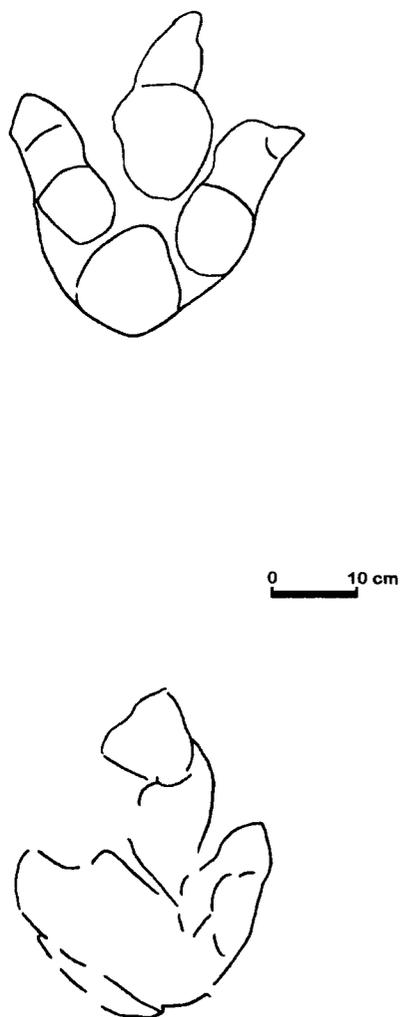


Fig. 5.—Nivel III. Valdelavilla (Soria).

Dada su morfología y tamaño, debieron pertenecer a un rastro en el que el paso alcanzaba un valor de 78 cm.

NIVEL IV (Anexo. Tablas 5 y 6)

El siguiente nivel (fig. 6) se sitúa aproximadamente 0,50 m por encima del anterior. En él se pueden apreciar grandes huellas ovales (hasta 70 cm de largo) de saurópodos, junto a pequeñas huellas de terópodos. En algunas de ellas se observa la aparición de rebordes limosos originados por presión y ligero deslizamiento de los pies.

En todo el conjunto resaltan las grandes huellas atribuibles a saurópodos. Son huellas ovales a subovales, sin impresión de los dedos, poco profundas, orientadas generalmente en dirección NE-SO. Junto a ellas se presentan, a veces, unas zonas más oscuras, prácticamente sin relieve que parecen ser las improntas de huellas de manos (VDV-IV-1b, 2b y 3b). Estas aparecen, si es correcta la suposición, a muy corta distancia de los pies (10 cm). Las marcas de manos son mucho más anchas que largas y, excepto en un caso, no se aprecian señales de dedos.

Dentro de este conjunto de huellas parece distinguirse un rastro formado por tres huellas de pies (quizá una cuarta, aunque su mala conservación y un ligero cambio en la dirección no permite afirmarlo) (figs. 6 y 7) y sus correspondientes manos (VDV-IV-1a, 2a, 3a, 1b, 2b, 3b). El paso medio es de 137 cm y la zancada puede estimarse en 212 cm.

Junto a estas huellas se pueden observar otras más pequeñas (VDV-IV-1 a 4). Son tridáctilas, más largas que anchas y con los dedos algo acuminados. El talón, subredondeado, es corto. De las tres impresiones de los dedos, la de III es más larga que las de los otros dos, siendo éstas de similar longitud. Los ángulos interdigitales muestran valores semejantes, confiriendo a las huellas una forma simétrica con respecto al eje medio. Aparecen orientadas hacia el interior del rastro (rotación negativa), mostrando un valor de paso de unos 90 cm y una zancada próxima a 1,75 m. Forman un rastro estrecho ($AP = 170^\circ$) de 4 huellas que se dirigen en sentido contrario a las de saurópodos.

Con el mismo sentido que las anteriores, aparecen huellas cuya fisonomía no es posible observar claramente, excepto en un caso, por encontrarse rellenas, total o parcialmente, con material de la capa superior. En ese caso, la icnita muestra la impresión de tres dedos algo acuminados, sobre todo III, y un talón corto.

Por último, en dirección casi perpendicular a la de las huellas anteriores, se reconoce otro rastro (VDV-IV-9, 10, 11, 13). Está formado por 4 huellas, en general, mal conservadas, no poseyendo marcas de dedos bien definidas, tanto en cuanto a su forma como en su sentido, excepto en un caso en el que se puede observar que es tridáctila (VDV-IV-11). La decisión de reunir estas huellas en un rastro se fundamenta en el hecho que

Tabla 5

Nivel IV											
Pie	L (cm)	A (cm)	L _I II (cm)	L _I III (cm)	L _I IV (cm)	AmII (cm)	AmIII (cm)	AmIV (cm)	II [^] III (°)	III [^] IV (°)	II [^] IV (°)
Mano	(L _m)	(A _m)									
VDV-IV-1a	59	56	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VDV-IV-2a	60	54	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VDV-IV-3a	60	55	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VDV-IV-1b	17	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VDV-IV-2b	21	(30)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VDV-IV-3c	23	41	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VDV-IV-5	28	21	22	28	22	5	6	5	25	30	55
VDV-IV-6	30	21	20	30	24	4,5	6	5	33	17	51
VDV-IV-7	30	20	22	30	22	5	6,5	5	27	25	52
VDV-IV-8	27	20	18	27	—	5	6	—	25	—	—
VDV-IV-11	32	24	22	32	24	5,5	9,1	5,4	32	33	65

Los datos en negrilla se refieren a manos

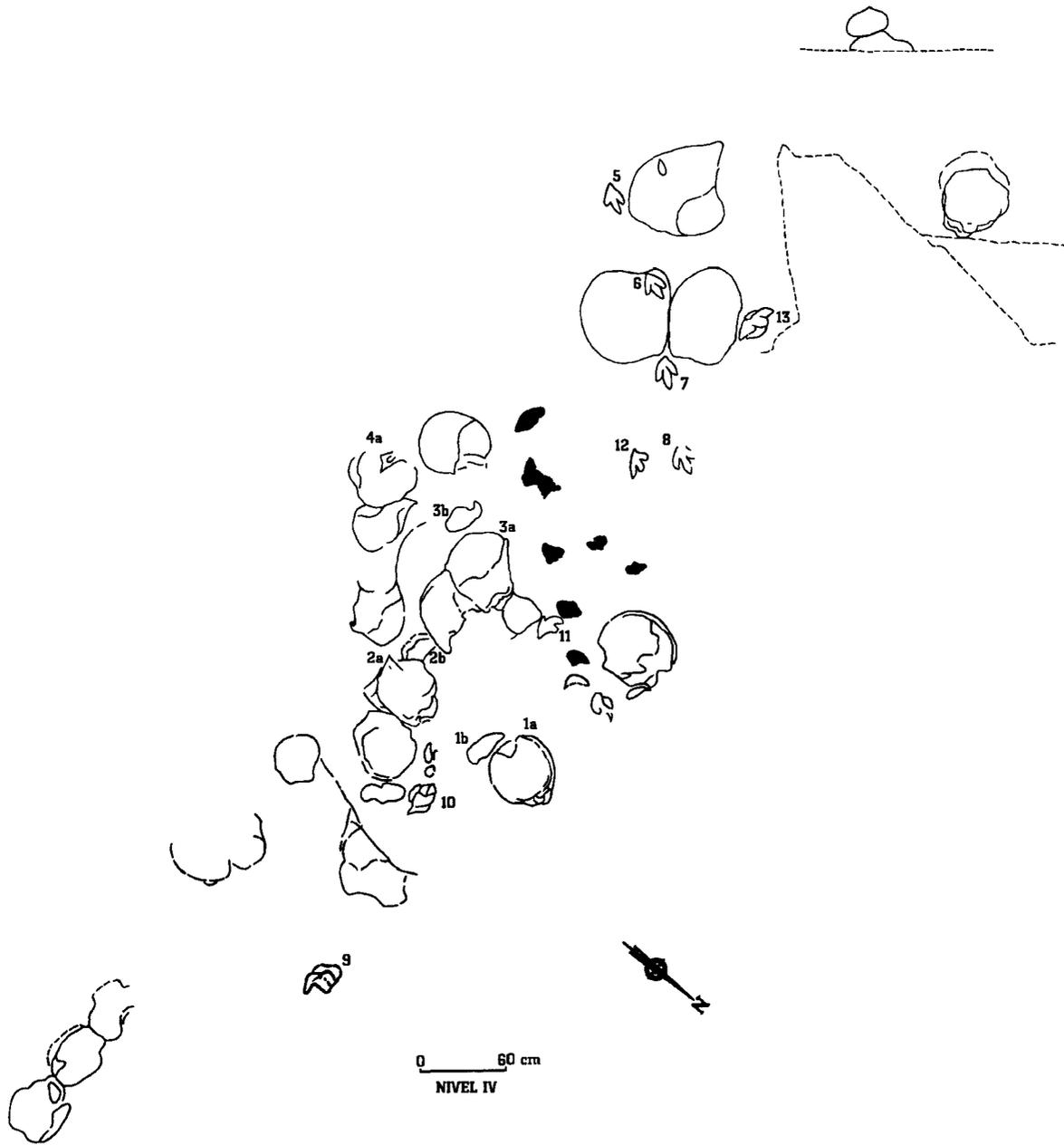


Fig. 6.—Huellas de saurópodos y terópodos en el nivel IV. Valdelavilla (Soria).

Tabla 6

Nivel IV							
Nº	z (cm)	P (cm)	AP (°)	h (cm)	z/h	R = I -a/a	v ₁ (km/h)
VDV-IV-1 a 3	212	137	95				
VDV-IV-6 a 8	173	88	170	139,6	1,24	0,36	4,76

Términos y parámetros utilizados: z = zancada media; P = paso medio; AP = ángulo de paso medio; h = altura del acetábulo; v₁ = velocidad según Alexander (1976).

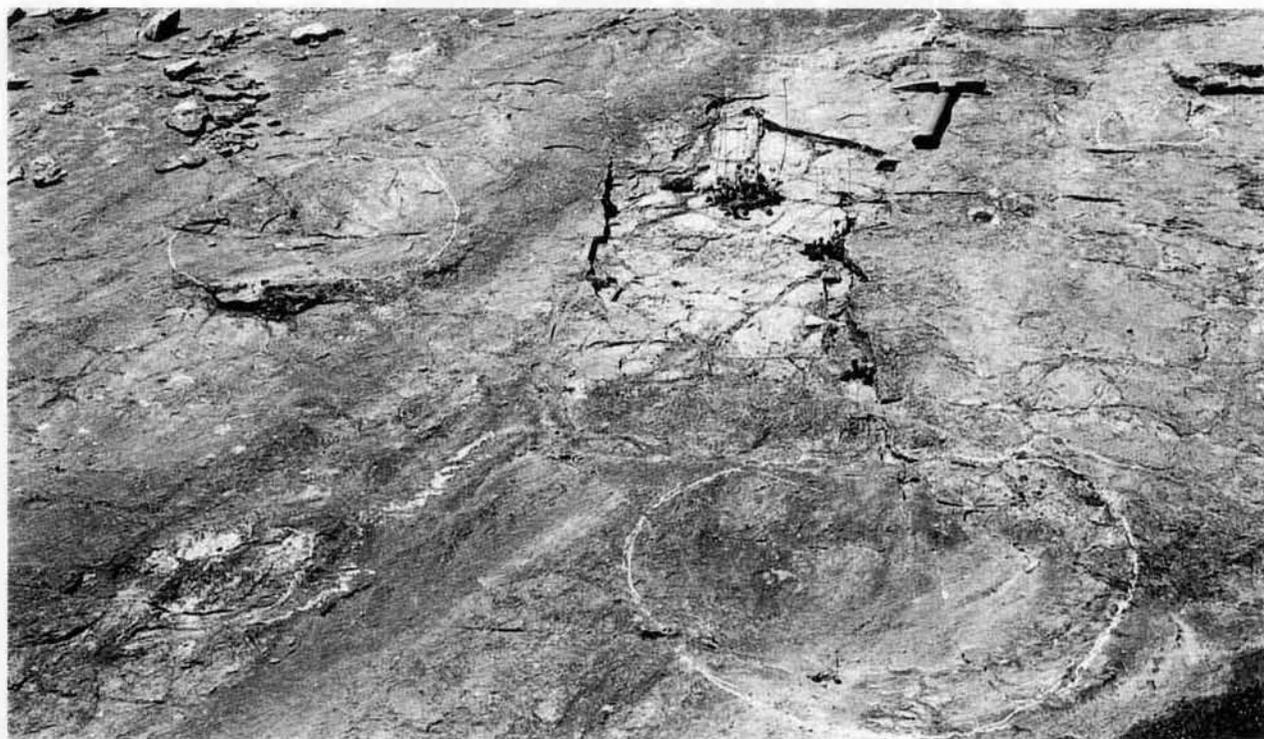


Fig. 7.—Rastro de saurópodos, Nivel VI, Valdelavilla (Soria).



Fig. 8.—Huella del nivel IV, Valdelavilla (Soria).

Tabla 7

Nivel V. Tramo I														
Pie-Mano	L (cm)	A (cm)	pf (cm)	L _m (cm)	A _m (cm)	L _{I,II} (cm)	L _{III} (cm)	L _{IV} (cm)	AmII (cm)	AmIII (cm)	AmIV (cm)	II [^] III (°)	III [^] IV (°)	II [^] IV (°)
VDV-V1-1a	23,2	—	1,1	—	—	—	23,2	18,8	—	5	4,2	—	31	—
VDV-V1-1b	26,2	17,7	1,1	—	—	17,4	26,2	22,5	4	5,1	4,5	20	29	49
VDV-V1-1c	23,5	16,5	1,3	—	—	20,5	23,5	19	4,5	5	4	10	30	40
VDV-V1-1d	22	16,5	0,8	—	—	17	22	19,5	4,5	4,5	4,5	24	25	49
VDV-V1-1e	24	16,5	—	—	—	18	24	18	5	5,1	3,5	21	27	48
VDV-V1-1f	23,7	17,5	0,8	—	—	19,5	23,7	—	4,1	4	4?	10	40	50
VDV-V1-1g	26,4	17,1	1,8	—	—	18,5	26,4	21,8	4	4,2	4,6	23	22	45
VDV-V1-1h	19,9	16,5	1,5	—	—	14,6	19,5	15,4	3,1	4	3	32	31	63
VDV-V1-2a	25	19	—	—	—	18	25	18,5	3,8	6,6	8	27	27	54
VDV-V1-2c	25	21	—	—	—	17	25	22	6	5,5	4,5	31	26	57
VDV-V1-2d	22,1	21	2,1	—	—	20,3	22,1	20	5	3,4	4,2	25	30	55
VDV-V1-2e	25	24	—	—	—	17	25	24,5	4,9	6,9	5,9	26	37	63
VDV-V1-3a	23	26,5	2,5	—	—	19	23	19,5	6	6,1	5	49	35	84
VDV-V1-3b	37	24	3	—	—	28	37	30,9	9	9,2	6,5	24	23	47
VDV-V1-3c	35,7	26,4	2,7	—	—	23	35,7	27	6,6	8,2	9,5	28	28	56
VDV-V1-4a	25	—	1	—	—	—	25	18,8	—	6	7	—	40	—
VDV-V1-4b	25,5	27,5	1,3	—	—	19	25,5	21,5	5,2	6,3	6	50	32	82
VDV-V1-4c	27,5	—	1,2	—	—	19,1	27,5	—	7,5	6,8	—	41	—	—
VDV-V1-5a	27,5	22	2,1	—	—	22	27,5	17	4,6	5,5	4,2	15	36	51
VDV-V1-5b	25,5	23	2,5	—	—	21,8	22,5	16,5	5,2	5,8	6,1	25	13	38
VDV-V1-5c	26,2	26,1	2,5	—	—	17	26,2	20	4,5	4,5	5,7	37	32	69
VDV-V1-6a	—	—	1	30	41	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VDV-V1-6b	—	—	1,2	31	43	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VDV-V1-6c	—	—	1	29	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VDV-V1-6d	—	—	1,1	30	44	—	—	—	—	—	—	—	—	—

su tamaño y aspecto general son parecidos, presentan rebordes elevados ocasionados al presionar el suelo y desplazar el sedimento hacia los lados, la distancia entre ellas es similar y se disponen alternantes con respecto al eje de marcha. En la única huella bien conservada se puede apreciar la marca fuertemente curvada en forma de hoz (fig. 8) del dedo III (VDV-IV-11). En ésta los ángulos interdigitales son pequeños y desiguales, dando lugar a una abertura total media (II[^]IV) de unos 35°. Tanto el paso como la zancada son de elevado valor (P = 2,1; z = 4,1 m), propios de un rastro sumamente estrecho (AP = 171°). En la misma trayectoria, pero con sentido opuesto, aparece otra huella aislada (VDV-IV-12), que por su morfología extraña y situación podría muy bien pertenecer al rastro.

NIVEL V

El siguiente nivel apenas está separado del anterior por 10 cm de limolitas grises. En él podemos distinguir, al menos, dos tramos bastante distantes entre sí (unos 150 m).

TRAMO I (Anexo. Tablas 7 y 9)

En una amplia superficie, situada en el fondo del barranco, cerca de las huellas del nivel IV, pueden apreciarse otras de terópodos agrupadas en varios rastros, junto a uno de un pequeño saurópodo (fig. 9). El primero de ellos (huellas VDV-V1-1a a 1h) consta de 9 huellas tridáctilas bastante bien marcadas, de unos 25 cm de longitud, que forman un rastro más bien estrecho, en el que paso y zancada son cortos (P = 65,5 cm; z = 125 cm). Las impresiones de los dedos de los pies son acuminadas, bien separadas, en las que pueden verse, a veces, señales de almohadillas. Su ángulo de abertura alcanza un valor medio de 49,1°, siendo los ángulos interdigitales ligeramente desiguales. El talón redondeado y saliente, parece formado por la prolongación de las impresiones de los dedos III y IV. El valor de (I-a)/a = 0,4 y z/l = 5,3.

El segundo rastro (VDV-V1-2c, 2d, 2e) corta al anterior oblicuamente, siguiendo una dirección NO-SE. Consta de

cuatro huellas, faltando la segunda de un grupo de cinco. Son huellas tridáctilas, con la impresión del dedo III más larga que las de los otros dos. Los dedos, acuminados, dan la sensación de terminar en uñas. Como en el caso anterior, los valores de los ángulos interdigitales son ligeramente diferentes, aunque el ángulo de abertura del pie (II[^]IV) es algo mayor (57,2°). Asimismo, el paso y la zancada medidos en el rastro son cortos (P = 68 cm; z = 136 cm), dando lugar a un rastro estrecho (Ar = 38 cm), que muestra un ángulo de paso de 161°.

Un tercer rastro (VDV-V1-3a, 3b, 3c) puede observarse en la parte superior del tramo. Está compuesto de tres huellas de pies de dedos largos y algo anchos, acuminados, apreciándose en alguna ocasión una inflexión hacia mitad del dedo III y la señal de la almohadilla del talón. Este es redondeado y bastante saliente. Se debe resaltar la variabilidad del II[^]IV que oscila entre 47° y 84°, aunque sus ángulos interdigitales II[^]III y III[^]IV son semejantes en cada huella, lo cual hace que las mismas posean una gran simetría. El rastro a que dan lugar es más ancho que en los casos anteriores, con un ángulo de paso pequeño (117°).

Paralelamente al primer rastro (VDV-V1-1), aunque con sentido opuesto, aparece un cuarto (VDV-V1-4a, 4b, 4c), formado por tres huellas tridáctilas de dedos más bien anchos y acuminados. Las impresiones de éstos, semejantes en longitud, se disponen en forma más abierta de tal manera que los ángulos interdigitales alcanzan valores bastante elevados. Las huellas se orientan hacia el eje del rastro, el cual es de anchura media, de acuerdo con el valor también medio del ángulo de paso entre sus icnitas (55 cm y 151°, respectivamente).

Casi perpendicular al anterior (VDV-V1-4) y en dirección cercana a N-S se presenta el quinto rastro (VDV-V1-5a, 5b, 5c). Como en el caso precedente está formado por tres huellas de pies tridáctilos, de dedos acuminados y ángulos interdigita-

Tabla 8

Nivel V. Tramo 2														
Pie-Mano	L (cm)	A (cm)	pf (cm)	L _m (cm)	A _m (cm)	L _{I,II} (cm)	L _{I,III} (cm)	L _{I,IV} (cm)	AmII (cm)	AmIII (cm)	AmIV (cm)	II^III (°)	III^IV (°)	II^IV (°)
VDV-V2-1	22,2	16	0,4	—	—	10,1	16	11,2	4	5	3,5	26,5	35	61,5
VDV-V2-2	19,3	18,4	0,7	—	—	10,2	18,4	15,1	4	—	4	27	38	65
VDV-V2-3	21,8	15,1	2	—	—	10,3	21,8	15,3	3,5	4,8	5	26	32	58
VDV-V2-4	20,8	16	1,2	—	—	15	20,8	14,5	3,5	4,2	3,8	—	39	—
VDV-V2-6	18,5	17,6	1,4	—	—	16	18,5	14,5	3,8	3,5	3,5	30	32	62
VDV-V2-8	21,2	15,5	0,6	—	—	13,5	21,2	16,1	2,5	3,6	4	29	27	56
VDV-V2-9	21,2	16,5	1,7	—	—	14,1	21,2	14,5	3,9	4	—	28	38	66
VDV-V2-10	22,2	17,4	1	—	—	15,8	22,2	15	3	3,2	3	30	32	62
VDV-V2-11	21,8	17,4	0,7	—	—	16	22	17,5	2,9	4	2,7	26	37	63
VDV-V2-w	23	14,6	1	—	—	15	23	12	1,8	3,4	3,4	23	—	—
VDV-V2-x	21	14	1	—	—	14	21	—	3,5	4	3,5	22	12	34
VDV-V2-z	20	15	1,1	—	—	14	20	13	3,3	3,4	3	29	31	60
VDV-V2-h	28,8	27	4,5	—	—	20	28,8	21	5,1	9,6	5	35	40	75
VDV-V2-i	36,2	27	3	—	—	22	36,2	30	4	7	3,4	24	28	52
VDV-V2-A	—	—	3	27	36,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VDV-V2-B	50	57	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VDV-V2-C	—	—	3	33	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VDV-V2-D	—	—	3,5	50	64	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VDV-V2-E	—	—	2,2	30	46	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VDV-V2-F	—	—	3,5	60	74	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VDV-V2-G	60	63	3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabla 9

Nivel V								
Nº	Ar (cm)	z (cm)	P (cm)	AP (°)	h (cm)	z/h	R = I -a/a	v ₁ (km/h)
VDV-V1-1	47	125	66,5	141,3	106,2	1,18	0,4	3,8
VDV-V1-2	38	136	68	161	117,5	1,16	0,18	3,9
VDV-V1-3	85	145	93,7	117	176,4	0,82	0,4	2,7
VDV-V1-4	55	187,5	102	151	122,2	1,53	-0,05	8,1
VDV-V1-5	42,5	247,5	110	163/	124,5	1,99	0,12	9,9
VDV-V1-6	120	210	136,5	112	171	1,23	-0,29	5,2
VDV-V2-1	22	152	75,2	174	94,5	1,61	0,26	6,1
VDV-V2-w	28	(164)	77	(165)	95,8	(1,7)	-0,47	-6,8

Términos y parámetros utilizados: Ar = anchura de rastro; z = zancada media; P = paso medio; AP = ángulo de paso medio; h = altura del acetábulo; v₁ = velocidad según Alexander (1976). Los números entre paréntesis representan valores estimados.

Tabla 10

Nivel VI												
Pie	L (cm)	A (cm)	pf (cm)	L _{I,II} (cm)	L _{I,III} (cm)	L _{I,IV} (cm)	AmII (cm)	AmIII (cm)	AmIV (cm)	II^III (°)	III^IV (°)	II^IV (°)
VDV-V1-1-2	23,6	20,8	—	14	23,6	16	5,7	4,8	3,5	95	45	140
VDV-VI-1-3	25,7	—	—	18	25,7	14	4,5	3,7	—	85	45	130

les más bien grandes. El talón, apenas existente, parece formado por la prolongación de los dedos III y IV, dando la sensación que el dedo II está algo adelantado. Un análisis más detallado indica que las impresiones de los dedos II y IV son similares en longitud, mientras la del III es claramente más larga. La disposición de los pies muestra una rotación negativa de los

mismos y los valores de paso y zancada medidos son grandes, originando un rastro relativamente estrecho.

A diferencia de los casos anteriores, el sexto rastro (VDV-V1-6a, 6b, 6c, 6d), compuesto por las cuatro huellas más grandes del tramo, corresponden a manos. Pertenecen a un pequeño saurópodo y sus impresiones en forma de amplia herradura se

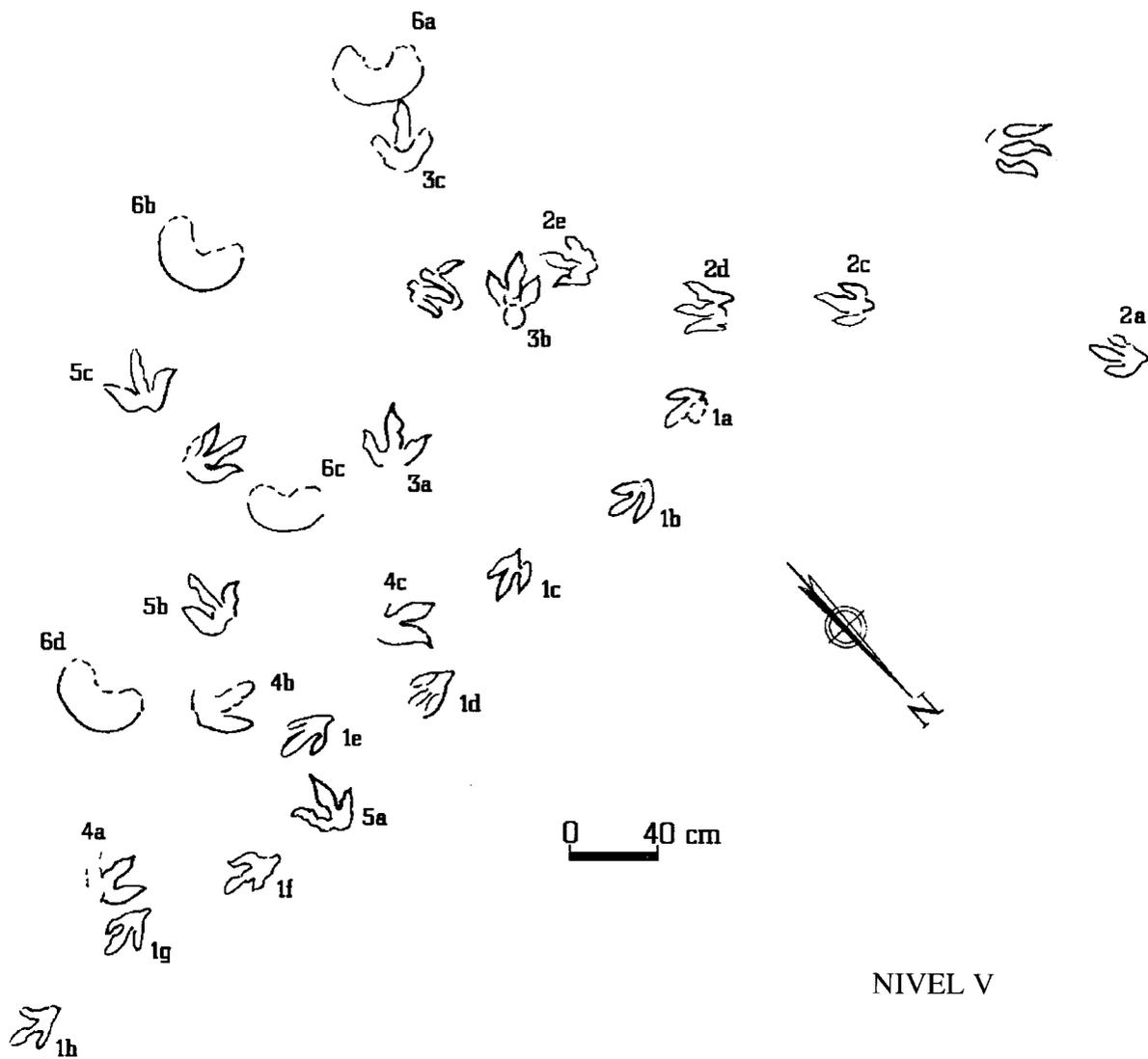


Fig. 9.—Nivel V. Tramo 1. Valdelavilla (Soria).

encuentran orientadas hacia fuera del rastro (rotación positiva). Las mismas no presentan en ningún caso señales de los dedos. Tanto la zancada como el paso adquieren valores más bien bajos, propios de un rastro ancho (120 cm).

TRAMO 2 (Anexo. Tablas 8 y 9)

Se encuentra situado en la parte alta del barranco, cerca de la carretera. Aunque este nivel está muy expuesto, el número de huellas conservadas no es muy elevado, ya que la acción erosiva ha deteriorado y cubierto con derrubios el mismo. Puede apreciarse en él un rastro bastante amplio, otros menores y varias huellas aisladas sin formar rastros claros (fig. 10).

El rastro de mayor longitud (VDV-V2-1 a 12) está formado por huellas pobremente preservadas, unas veces a causa de su débil impresión y otras por estar parcialmente rellenas con sedimentos de la capa superior. Está integrado por doce huellas

alargadas de pies de dedos acuminados y separados. Las impresiones de los dedos II y IV, aunque de L_1 semejantes, en las pocas huellas mejor marcadas se observa que presentan distinto número de almohadillas (fig. ?). El dedo III posee una ligera inflexión hacia su mitad y la prolongación del cuarto dedo configura un agudo, asimétrico y ligeramente saliente talón. Las huellas aparecen orientadas hacia el interior del rastro (rotación negativa), estando dispuesta a lo largo de una trayectoria suavemente sinuosa. Tanto paso como zancada muestran valores bastante elevados y su ángulo de paso es muy alto (casi 180°).

Un segundo rastro (huellas VDV-V2-W, x, y, z) aparece dispuesto casi perpendicularmente al anterior en sentido N a S. Está formado por tres huellas y el hueco correspondiente a una cuarta (huella destruida por las pisadas de otros dinosaurios). Son tridáctilas, más largas que anchas, de dedos acuminados y bastante paralelos. No se aprecia bien el talón, pero parece asi-



Fig. 10.—Huellas de terópodos y saurópodos. Nivel V. Tramo 2. Valdelavilla.

métrico. Orientadas hacia el eje del rastro, su disposición ocasiona que tanto el paso como la zancada sean de valor medio y que el rastro sea estrecho ($Ar = 22$ cm).

Entre las huellas aisladas, hay dos (VDV-V2-h, i) que se caracterizan por presentar una impresión muy larga y ancha del dedo III, con el final algo curvado. Este mismo tipo de huellas mesaxónicas aparecen también aisladas en niveles superiores, concretamente en las capas situadas junto a la segunda curva pronunciada de la carretera que desciende hacia el pueblo. Asimismo, las podemos encontrar en los yacimientos de Bretún y de Santa Cruz de Yanguas.

Junto a ellas, sin formar aparentemente rastros pueden observarse grandes huellas atribuibles a saurópodos (VDV-V2-A a J). La poca profundidad que poseen no permite su buena observación. Existen otras huellas que pudieran ser consideradas como producidas por pies, ya que están siempre asociadas a huellas menores atribuibles a manos. Sin embargo, su forma poco habitual las hace más asimilables a manos que pies son sub???????? a subcirculares y su posición es alternante con relación a otras más pequeñas, atribuidas a manos. No se observan en ellas huellas de dedos. Las huellas de manos son grandes marcas, poco profundas de forma semicircular, semejando amplias herraduras existen también, otras, con forma subovooidal, de menor tamaño. En ambos tipos, no se aprecian señales de dedos (fig. 11). Debe indicarse que gran parte de estas impresiones podrían ser subhuellas, lo cual explicaría la falta de registro de los pies.

En el resto de la capa aparecen también huellas aisladas, tanto de terópodos como de saurópodos, similares a las descritas.

NIVEL VI (Anexo. Tablas 10, 11 y 12)

Aunque constituye el nivel más interesante del yacimiento por la gran cantidad de huellas de pterosaurio que contiene, no ocurre lo mismo con el número de rastros de dinosaurios. Sus capas dan lugar a estrechas repisas algo carbonatadas donde se aprecian, además de las mencionadas huellas de pterosaurios, tres rastros de dinosaurios y huellas de otros posibles reptiles (fig. 12).

El horizonte que las contiene presenta abundantes mud cracks (grietas de retracción) y numerosos pequeños ripples, ligeramente asimétricos. En su superficie pueden apreciarse filones de calcita de unos 10 cm de anchura que se prolongan a veces por las capas inferiores.

El primer rastro (huellas VDV-V1-1 a 5) se ubica en los afloramientos situados al otro lado de la carretera. Está constituido por cinco huellas plantígradas (fig. 12). Corresponden a pies asimétricos de dedos acuminados y separados, con marcas de las uñas e impresión del metatarso. La presión del pie sobre el suelo limolítico blando, algo carbonatado y plástico, aunque ya un poco endurecido, hizo que éste se levantara en los bordes de los dedos, conservando su estructura hojosa.

Las huellas, subtriangulares, son más largas que anchas (longitud y anchura medias de 37,5 cm y de 23,3 cm, respectivamente), poseyendo la mayor anchura cerca del borde anterior de las mismas. Las impresiones de los dedos se disponen en forma de abanico, apreciándose claramente la presencia de un hallux, bastante acuminado, situado a unos 15 cm del talón, el cual es redondeado. Se pueden distinguir en las mismas dos zonas: una anterior, con una longitud igual a los dos tercios de la icnita y que muestra la impresión de tres dedos, y una posterior, rectilínea, ocasionada por el apoyo del metatarso. El ángulo interdigital II^{IV} alcanza un valor de 105°. Las huellas se disponen hacia fuera del rastro (fig. 6), si bien la parte correspondiente al metatarso es prácticamente paralela al eje de marcha.

Frente a este rastro se sitúa otro (fig. 13). Lo forman tres huellas levemente marcadas, caracterizadas por poseer dedos abiertos, no muy gruesos y con apreciable talón redondeado. Sus impresiones, con rotación negativa, forman un rastro estrecho ($AP = 170^\circ$) en el que el paso y la zancada son cortos (61 cm y 118 cm, respectivamente).

NIVEL VII (Anexo. Tablas 13 y 14)

A pocos centímetros por encima aparece un único rastro (fig. 14) en mal estado de conservación constituido por tres huellas tridáctilas ligeramente más largas que anchas (24 cm y

Tabla 11

Nivel VI							
Pie	L _{MT} (cm)	L (cm)	A (cm)	Pie	L _{MT} (cm)	L (cm)	A (cm)
VDV-VI-2-1	—	—	23,6	VDV-VI-2-4	38	19,7	24,2
VDV-VI-2-2	35,5	19,5	22,5	VDV-VI-2,5	37	19	23,6
VDV-VI-2-3	39,6	19,4	23				

Tabla 12

Nivel VI									
Nº	L (cm)	LMT (cm)	A (cm)	Ar (cm)	z (cm)	P (cm)	AP (°)	h (cm)	v ₁ (km/h)
VDV-VI-2	19,5	37,5	23,4	49,9	196	102,8	157	87,8	10,1 (13,2)

Términos y parámetros utilizados: L = longitud del pie; L_{MT} = longitud del pie con metatarso; Ar = anchura de rastro; z = zancada media; P = paso medio; AP = ángulo de paso medio; h = altura del acetábulo; v₁ = velocidad según Alexander (1976).

Tabla 13

Nivel VII												
Nº	L (cm)	A (cm)	pf (cm)	L _I II (cm)	L _I III (cm)	L _I IV (cm)	AmlII (cm)	AmlIII (cm)	AmlIV (cm)	II^III (°)	III^IV (°)	II^IV (°)
VDV-VII-1-1	25	19	1,5	23	25	19	—	4,5	—	38	36	74
VDV-VII-1-2	22,8	18,4	1,3	18,4	22,8	16	—	4	—	28	36	64
VDV-VII-1-3	20,5	18	—	16,5	20,5	17	4,2	6,3	4,2	22,5	15	37,5

Tabla 14

Nivel VII									
Nº	Ar (cm)	z (cm)	P (cm)	AP (°)	h (cm)	z/h	R = I -a/a	v ₁ (km/h)	
VDV-VII-1	23	118	61	170	102,5	1,15	0,23	3,6	

Términos y parámetros utilizados: Ar = anchura de rastro; z = zancada media; P = paso medio; AP = ángulo de paso medio; h = altura del acetábulo; v₁ = velocidad según Alexander (1976).

21 cm, respectivamente), de dedos separados y subparalelos, gruesos, y en las que se puede observar la marca de una pequeña uña. El talón, algo saliente, es redondeado. Aunque no bien conservadas, pueden apreciarse las señales dejadas por algunas almohadillas. Forman un rastro estrecho en el que tanto la zancada como el paso son cortos.

NIVEL VIII (Anexo. Tablas 15 y 16)

Este nivel se encuentra a muchos metros por encima del resto. En él (fig. 15) se puede apreciar un rastro de seis huellas (la cuarta ha desaparecido, la quinta sólo está marcada en su mitad posterior y la sexta apenas se aprecia el final) y una huella aislada. Se aprecia, en general, una mayor impresión de la parte anterior de los pies.

Las icnitas, con talón redondeado, poco saliente, se orientan hacia el interior del rastro (fig. ?). Los dedos son gruesos y de terminación redondeada. Se observa la marca de una almohadilla talonar ovalada. Las impresiones de los dedos II y IV son similares en longitud, pero menores que la del III.

El rastro es muy estrecho y tanto la zancada (4,7 veces la longitud del pie) como el paso son más bien cortos.

Discusión y conclusiones

Dadas las peculiaridades de las huellas descritas, el yacimiento de Valdelavilla se caracteriza, sin duda, por la gran variedad de las mismas. Un primer tipo se presenta en el nivel I (Anexo. Tablas 1 y 2). Por su forma y el valor alcanzado por algunos de sus índices morfométricos (L/K > 2; L/M > 2; L_IIII/AIII > 4; Moratalla *et al.*, 1988b) parecen indicar que fueron producidas por pequeños terópodos de poco más de 1 m que se movían juntos, pausadamente (v =



Fig. 11.—Huellas de saurópodos y terópodos, Nivel V, Valdelavilla.

2,27 km/h), en una misma dirección [la existencia de gregarismo ya ha sido mencionada con anterioridad por Aguirrezabala *et al.* (1985) y Casanovas *et al.* (1991) en casos de huellas de fisonomía parecida].

Su morfología es semejante a las huellas de terópodos existentes en el yacimiento de Santa Cristina (Bretún) (fig. 16) y para las que se ha propuesto el nombre de *Kalohipus bretunensis* (Fuentes Vidarte y Mejjide Calvo, 1998). Las pequeñas diferencias existentes (ver tabla A) entre unas y otras entran dentro de la previsible variación en función del tamaño y velocidad del animal, así como del tipo de sustrato. Por ello, consideramos que pertenecen a dicha icnoespecie. Asimismo, se asemejan a las icni-

tas del yacimiento de Valdebrajos (Aguirrezabala *et al.*, 1985, Casanovas *et al.* (1991), si bien en este caso, las variables icnológicas adquieren valores algo diferentes, no pudiéndose relacionar con el mismo icnogénero.

La precariedad de conservación de las huellas no permite atribuirles a coelurosaurios, tal como clasifica Casanovas *et al.* (1991) a huellas semejantes, aunque cierto parecido con *Columbosauripus unguilatus* atribuidas a este tipo de terópodos parece indicar esa posibilidad.

Muy diferentes por su tamaño y forma son las tres icnitas que aparecen en el nivel II. Dado su estado de conservación, número de huellas y falta de rastros, las

Tabla 15

Nivel VIII											
Pie	L (cm)	A (cm)	L _I II (cm)	L _I III (cm)	L _I IV (cm)	AmII	AmIII (cm)	AmIV (cm)	II [^] III (°)	III [^] IV (°)	II [^] IV (°)
VDV-VIII-1-1	24	21	20	24	19	6,2	7,1	6,3	23	33	56
VDV-VIII-1-2	25	22	19	25	21	7,1	6,8	6,3	32	37	69
VDV-VIII-1-3	25	23	17	25	20	7,7	8,3	9	37	30	67
VDV-VIII-1-4	—	23	—	—	—	6,2	6,8	7,5	27	46	73

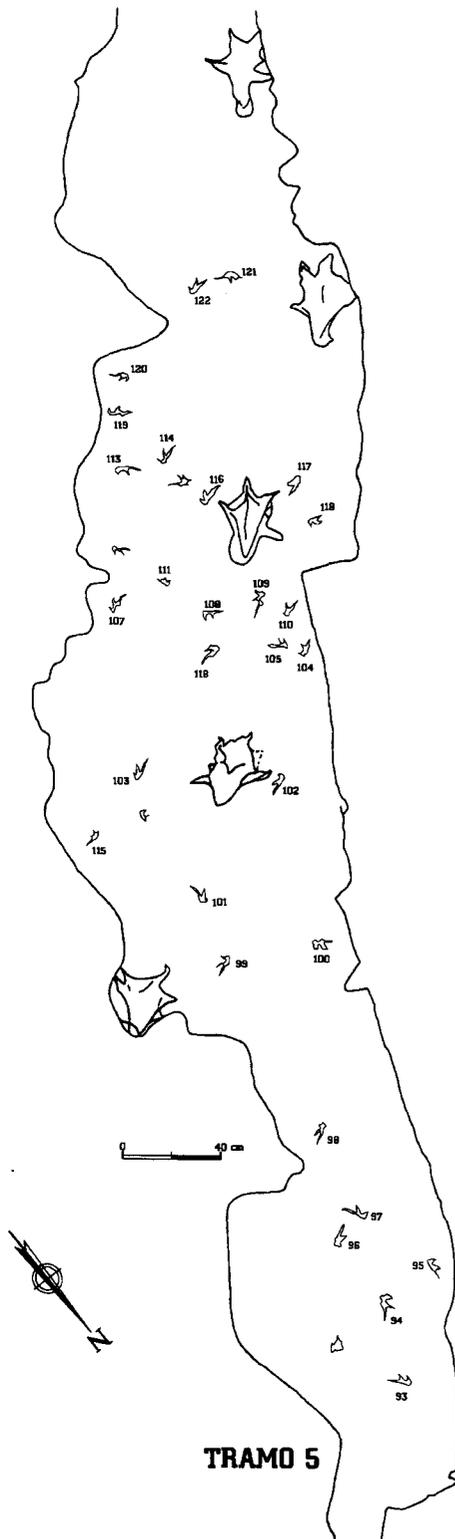


Fig. 12.—Huellas de terópodos con impresión del metatarso y del hallux. Nivel VI. Valdelavilla (Soria).



NIVEL VI

0 30 cm



Fig. 13.—Nivel VI. Huellas de terópodos. Valdelavilla (Soria).

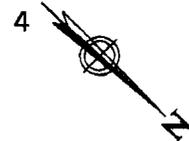


NIVEL VII

0 30 cm



Fig. 14.—Huellas de terópodos. Nivel VII. Valdelavilla (Soria).



0 20 cm

Fig. 15.—Nivel VIII. Valdelavilla (Soria).

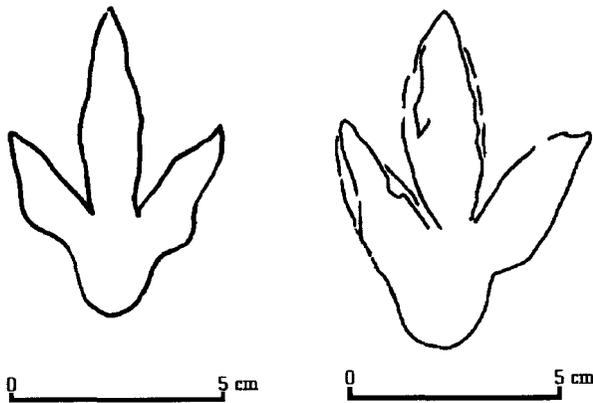


Fig. 16.—Izquierda: Huellas de *Kalohipus bretunensis* (redibujado de Fuentes y Meijide, 1998). Derecha: Huella nivel I. Valdelavilla.

relacionamos con ornitópodos (huella subcuadrada si no tenemos en cuenta la impresión del metatarso, ángulo II^{IV} alto, relación L/M pequeña), mostrando cierto parecido con el icnogénero *Amblydactylus* (Currie y Sarjeant, 1979). No se descarta que pudieran corresponder a terópodos singulares, sin poder precisar si eran o no temporalmente plantígrados o si estaban descansando sobre el suelo. La singularidad de este tipo de icnitas ha hecho que en alguna ocasión la presencia de la impresión de manos junto a ellas propiciara que fuesen relacionadas también con saurópodos (Whyte y Romano, 1994).

El nivel III presenta dos huellas que por su apariencia recuerdan al icnogénero *Eubrontes* del Triásico. Tanto la forma, el tamaño, la relación I-a/a comprendida entre 0,16 y -0,16, la presencia de dedos terminados en uñas, y la existencia clara de grandes almohadillas, las asemejan a las del rastro 8 de La Virgen del Campo (La Rioja) estudiado por Casanovas-Cladellas *et al.* (1989), los cuales las clasifican en un grupo especial dentro su tipo T₁ (Theropoda, Tyrannosauroidea). Asimismo, presenta las características del morfotipo VI de la ordenación que Fuentes Vidarte (1996) hace de las huellas encontradas en la provincia de Soria, al cual supone relacionado con terópodos de la misma familia que en el caso anterior, clasificación que también hacemos extensible a estas dos huellas.

Un cuarto tipo de icnitas se presenta en el nivel IV. Corresponden a huellas de saurópodos. La falta de huellas de manos y pies bien preservadas, así como de rastros, no permiten una buena clasificación de las mismas. Son relativamente semejantes a las de un rastro descrito por Dejax *et al.* (1988) en Camerún (fig. 17) y que se consideró producido, ante la falta de presencia de manos, por un dinosaurio bípedo, aunque, posteriormente, Farlow (1992) lo atribuyó a un saurópodo de tipo narrow-gauge. También se asemejan a las presentes en el yacimiento de Valdemuriello (La Rioja) y que Moratalla (1993) clasifica como *Parabrontopodus*.

Junto a ellas aparece un quinto tipo de icnitas. Se trata de las huellas presentes en el rastro VDV-IV-9, 10, 11, 13. Dada la precariedad de la mayor parte de

Tabla 16

Nivel VIII								
Nº	Ar (cm)	z (cm)	P (cm)	AP (°)	h (cm)	z/h	R = I - a/a	v ₁ (km/h)
VDV-VIII-1	34	117	62	159	117	1	0,14	3

Términos y parámetros utilizados: Ar = anchura de rastro; z = zancada media; P = paso medio; AP = ángulo de paso medio; h = altura del acetábulo; v₁ = velocidad según Alexander (1976).

Tabla A

	Santa Cristina	Valdebrajos	Valdelavilla		Santa Cristina	Valdebrajos	Valdelavilla
L (cm)	6,8	10,55	8,45	z (cm)	30-52	73,5	44,8
A (cm)	4,8	10,7	6,5	h (cm)	30,8	46,19	38,2
P (cm)	14,5-32,6	36,84	22,9	z/h	1,03-1,69	1,57	1,18
AP (°)	170-175	148-166	175	z/L	4,4-7,6	6,78	4,52
II ^{III} (°)	32	30,14	25	III ^{IV} (°)	33	36,4	35
II ^{IV} (°)	69	65,7	60	III/L	0,68	0,685	0,65-0,71
V ₁ (km/h)	2,6	4,13	2,27				

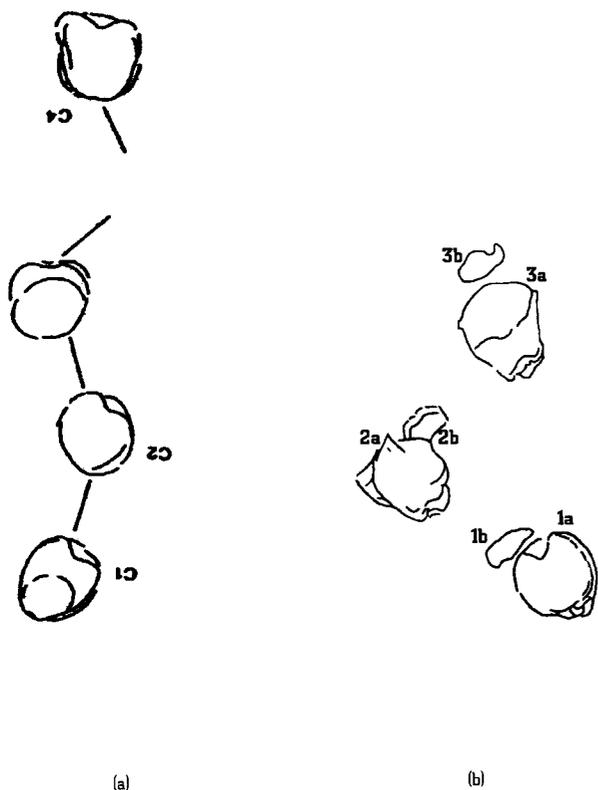


Fig. 17.—(a) Rastro Babouri-Figuil en Camerún (redibujado de Dejoux *et al.*, 1989). (b) Rastro del nivel IV de Valdelavilla (Soria).

las mismas y su especial morfología no podemos aventurar nada acerca de quien las produjo. Por los valores tan elevados del paso y zancada (2,1 m y 4,1 m, respectivamente) correspondería a un dinosaurio veloz y ágil.

El nivel V proporciona abundantes huellas de terópodos de tamaño medio desplazándose bastante rápido ($v = 10$ km/h). La observación de las tablas VII, VIII y IX permite reconocer la existencia de diferentes tipos en función de la relación L/A o del ángulo $\text{II}^{\wedge}\text{IV}$, aunque característica bastante común: el talón se sitúa en la prolongación (fig. 18).

A su lado se presenta un nuevo tipo de huellas: impresiones con forma de amplia herradura de manos de saurópodos. En un principio este tipo de rastros se atribuía a saurópodos nadando (Baird, 1944). Sin embargo, desde hace unos años, el descubrimiento de numerosos rastros de este tipo (Lockley and Rice, 1990; Lockley *et al.*, 1992; Lockley *et al.*, 1994; Santos *et al.*, 1994) ha permitido proponer una nueva hipótesis (existen casos en los que se sigue apoyando la primera propuesta —Ishigaki, 1989): según Lockley y Conrad (1989) la presencia

de rastros formados sólo por manos es una cuestión de preservación ya que la relación peso/superficie es mayor para las manos. Ello provocaría que éstas penetraran más en el sustrato y, por tanto, presentarían una mayor potencialidad de preservación. El rastro presente en Valdelavilla puede clasificarse como de tipo «wide-gauge», según Farlow (1992).

Un diferente tipo de huellas de saurópodo aparece en el segundo tramo del nivel V. En cuanto a los posibles pies, planteando el mismo problema que en el caso del yacimiento del río Guadalupe (Pittman, 1992), donde huellas parecidas fueron consideradas hechas por ormitópodos y, posteriormente (Pittman and Lockley, 1994) huellas de clasificadas como manos de saurópodos. La falta de huellas de ormitópodos en el yacimiento y la similitud con las manos, hacen que pensemos que son huellas de manos de saurópodos, como la de la mayoría de este tramo. De todos modos no se descarta completamente que las huellas UDU-VIZA, B y C formen un rastro y que UDU-VI-2-B sea la huella u π pie. Las de manos se asemejan a las descritas por Ishigaki (1989) en Marruecos y a las que forman los rastros de manos de saurópodos de Galinha (Portugal) descritas por Santos *et al.* (1994).

El nivel siguiente, fácilmente identificable a lo largo de todo el yacimiento por la presencia de multitud de huellas de pterosaurios (Pascual y Sanz, en prensa) proporciona un nuevo tipo de icnitas de dinosaurios. Estas muestran claramente dos partes: una anterior ocasionada por la presión de los dedos y otra posterior, alargada y con terminación redondeada. La forma y tamaño de la parte anterior es propia de un terópodo, por lo que son atribuidas a este grupo. La parte posterior correspondería a la impresión de su metatarso.

La similitud de forma, la existencia de impresiones del hallux y del metatarso, y valores similares de L, A y Ar (tabla B) permiten relacionarlas con las icnitas del rastro D de El Villar-Poyales (La Rioja), estudiadas por Casanovas *et al.* (1993), y con las citadas por Aguirrezabala y Viera (1980) en Bretún (las discrepancias en los otros valores puede explicarse como consecuencia de su mayor velocidad de desplazamiento). Corresponderían con «huellas de dedos largos, con terminación acuminada y sin señales de almohadillas, que dejan señales del hallux», grupo propuesto por Pérez-Lorente (1993) al realizar una clasificación de las huellas plantígradas de La Rioja. Existe, sin embargo, un rasgo que la diferencia de las de estos rastros: la orientación hacia fuera del rastro de la parte anterior de la huella (fig. 19).

Existen diversas hipótesis para explicar el origen de estas icnitas: podría ser el resultado de un desplazamiento con deslizamiento de los pies, una consecuencia de la erosión de huellas normales o sim-

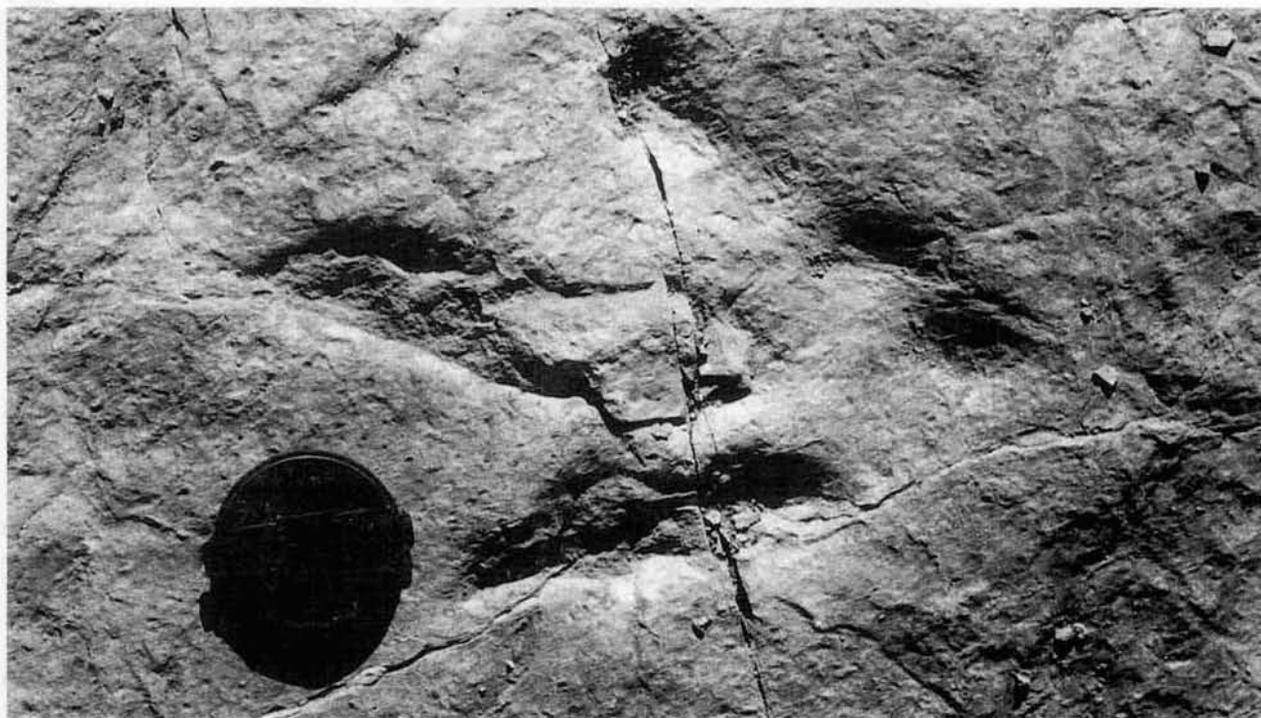


Fig. 18.—Huella de terópodo. Nivel V. Tramo 2. Valdelavilla.

plemente la impresión del hallux. Ninguna de estas propuestas parece verosímil, en este caso, dado que las presentes en el yacimiento tienen marcado claramente el hallux, y además no se observan señales de erosión, ni deslizamiento de los pies.

Las impresiones de los dedos en las huellas de Valdelavilla aparecen bien marcadas y la señal dejada por el hallux delimita muy bien la zona en la que terminan los dedos. Por ello, consideramos de acuerdo con Kuban (1989) y Pérez-Lorente (1993) que la marca alargada de la parte posterior de las huellas es una consecuencia de la impresión del metatarso o parte de él, propiciada por el desplazamiento plantígrado de un terópodo.

El estado de preservación sugiere que en el momento de producirse la impresión del pie, el sus-

trato, aunque plástico, se encontraba ya bastante compactado. Este hecho, unido a que el paso sea bastante normal en longitud (en caso contrario deberían ser cortos), hacen pensar que el animal no apoyaba el metatarso como medida de precaución ante un posible deslizamiento, sino porque realizaba alguna actividad que propiciaba esa postura. Se han citado a este respecto varias soluciones (Kuban, 1989):

- Postura semiagachada para alimentarse en una llanura fangosa o con aguas someras (pastar, comer moluscos, peces u otros animales pequeños).
- Cazar al acecho.
- Desplazamiento adoptando medidas de precaución hacia otro dinosaurio.

Tabla B

	El Frontal (G) [Pérez Lorente, 1993]	El Villar- Poyales (D) [Casanovas <i>et al.</i> , 1993]	Valdelavilla (este trabajo)		El Frontal (G) (Pérez Lorente, 1993]	El Villar- Poyales (D) [Casanovas <i>et al.</i> , 1993]	Valdelavilla [este trabajo]
L (cm)	41,12	32	37,5	z (cm)	160,3	120	196
A (cm)	29,28	27	23,4	h (cm)	146,37	167	87,8
Ar (cm)	55,16	54	49,9	z/h	1,08	0,7	2,23
P (cm)	91	64	102,8	AP (°)	151	135	157
V ₁ (km/h)	4	2	10,1				



Fig. 19.—Rastro de terópodos con huellas alargadas. Nivel VI, Valdelavilla.

Por el momento y ante la falta de rastros más amplios y mejor conservados no nos decantamos por ninguna hipótesis en concreto, aunque en el caso de Valdelavilla, desechamos las anteriores, porque estarían en contra de la velocidad (10,1 km/h) detectada en dichos reptiles en el momento de producir las huellas. Esperamos que nuevos datos permitan nuevas hipótesis para explicar gran parte de estas observaciones. Hoy por hoy, hemos de tener en cuenta que los grandes elefantes y otros muchos animales suelen atravesar los pequeños ríos y zonas encharcadas más deprisa de como lo hacen cuando se mueven por zonas secas. Si estos dinosaurios hubieran hecho lo mismo, tal hipótesis permitiría explicar por qué se obtienen medidas relativamente altas de su velocidad de desplazamiento, en lugar de las presumiblemente bajas en el caso de ir moviéndose con precaución. Al mismo tiempo, el mayor empuje ejercido por el cuerpo haría que tuvieran que apoyar los pies con más fuerza sobre el sedimento, reblandecido por el encharcamiento o el paso de agua, ocasionando el apoyo del metatarso, por hundimiento parcial del mismo y como medio para guardar mejor el equilibrio. Esta hipótesis también podría explicar algunos rastros de La Rioja (Moratalla *et al.*, 1997) en los que la impresión del



Fig. 20.—Rastro de terópodos, Nivel VIII, Valdelavilla.

metatarso sólo aparece en determinados momentos dentro de un mismo rastro, como una consecuencia del paso del dinosaurio por un sustrato cambiante a consecuencia del mayor o menor encharcamiento del mismo. Esta hipótesis no podría aplicarse al caso de Bretún, ya que allí, el sustrato era mucho más blando, lo que seguramente propició el hundimiento del pie y el contacto del metatarso y hallux con el suelo, tal como señalan Aguirrezabala y Viera (1980).

El último tipo de icnita se localiza en la parte alta del corte estratigráfico realizado en el yacimiento. Está constituido por huellas que por presentar impresiones que señalan dedos gruesos de terminación redondeada, aunque con uñas, y una clara y gran marca de la almohadilla talonar podemos clasificarlas como pertenecientes a terópodos de la familia Megalosauridae (sólo la primera huella posee ciertos rasgos que hacen recordar a un ornitópodo de talla media) (fig. 20).

El registro icnológico presente en el yacimiento de Valdellavilla nos indica claramente que abundan las huellas de terópodos y saurópodos. Esta situación, muy común dentro de la Aloformación Huérteles, se contrapone a lo que sucede en el sector Occidental de la Cuenca de Cameros (Sanz *et al.*, 1999). Si pensamos que las condiciones medioambientales eran distintas en estas dos zonas de Cameros, resulta obvio que la distribución de dinosaurios a lo largo de la cuenca se vio grandemente condicionada por la evolución que sufrió la misma en el intervalo Jurásico superior-Cretácico inferior. La estructuración de cuenca facilitó la aparición de diferentes ambientes en los que vivieron distintos tipos de dinosaurios acomodados a los mismos.

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos agradecer al revisor anónimo las sugerencias y comentarios que ha hecho y que han servido para mejorar el artículo.

Referencias

- Aguirrezabala, L. M. y Viera, L. I. (1980). Icnitas de Dinosaurios en Bretún (Soria). *Munibe*, 32: 257-279.
- Aguirrezabala, L. M. y Viera, L. I. (1983). Icnitas de Dinosaurios en Santa Cruz de Yanguas (Soria). *Munibe*, 35: 1-13.
- Aguirrezabala, L. M., Torre, J. A. y Vera, L. I. (1985). El Weald de Igea (Cameros-La Rioja). Sedimentología, Bioestratigrafía y Paleoicnología de grandes reptiles (Dinosaurios). *Munibe*, 37: 111-138.
- Alexander, R. McN. (1976). Estimates of speeds of dinosaurs. *Nature*, 261: 129-130.
- Bird, R. T. (1944). Did Brontosaurus ever walk on land? *Nat. History*, 53: 61-67.
- Casanovas Cladellas, M.^a L., Fernández Ortega, A., Pérez Lorente, F. y Santafé Llopis, V. (1989). Huellas fósiles de dinosaurios de La Rioja. Yacimientos de Valdecevillo, La Senoba y de la Virgen del Campo. Gobierno de La Rioja. Instituto de Estudios Riojanos. *Ciencias de la Tierra*, 12: 1-190.
- Casanovas Cladellas, M.^a L., Fernández Ortega, A., Pérez Lorente, F. y Santafé Llopis, J. V. (1991). Dinosaurios Coelúridos gregarios en el yacimiento de Valdevajes (La Rioja, España). *Revista Española de Paleontología*, 6: 177-189.
- Casanovas Cladellas, M.^a L., Ezquerro, R., Fernández Ortega, A., Pérez Lorente, F., Santafé Llopis, J. V. y Torcida Fernández, F. (1993). Icnitas digitigradas y plantígradas de dinosaurios en el afloramiento de El Villar-Poyales (La Rioja, España). *Zubia*, Monográfico, 5: 135-163.
- Casanovas Cladellas, M.^a L., Ezquerro, R., Fernández Ortega, A., Pérez Lorente, F., Santafé Llopis, J. V. y Torcida, F. (1995). Huellas de dinosaurio en la Era del Peladillo 3 (La Rioja, España). Primera nota. *Zubia*, 13: 83-101.
- Casanovas Cladellas, M.^a L., Fernández Ortega, A., Pérez Lorente, F. y Santafé Llopis, J. V. (1996). Sauropod trackways from site El Sabuquillo (Munilla, La Rioja, Spain) indicate amble walking (en revisión).
- Casanovas Cladellas, M.^a L., Sanz, J. L. y Jiménez, S. (1997). Información paleobiológica y paleoambiental inferida a partir de icnitas de dinosaurios: problemas, límites y perspectivas. *Rev. Española Paleont.*, 12: 185-196.
- Currie, P. J. y Sarjeant, W. A. S. (1979). Lower Cretaceous dinosaur footprints from the peace river Canyon, British Columbia, Canada. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 28: 103-115.
- Dejax, J., Michard, J. G., Brunet, M. y Hell, J. (1989). Empreintes de pas de dinosauriens datées du Crétacé inférieur dans le Bassin Babouri-Figuil (Fossé de la Bénoué, Cameroun). *N. Jb. Geol. und Paläont. Abh.*, 178: 85-108.
- Demathieu, G. B. (1970). Les empreintes de pas de Vertébrés du Trias de la Bordure NE du Massif Central. *Cah. Pal. Ed. CNRS*, 211 págs.
- Demathieu, G. B. (1984). Utilisation des lois de la mécanique pour l'estimation de la vitesse de locomotion des vertébrés tétrapodes du passé. *Geobios*, 17: 439-446.
- Demathieu, G. R. (1986). Nouvelles recherches sur la vitesse des vertébrés, auteurs de traces fossiles. *Geobios*, 19: 327-333.
- Farlow, J. O. (1992). Sauropod tracks and trackmakers: integrating the ichnological and skeletal records. *Zubia*, 10: 89-138.
- Fuentes Vidarte, C. (1996). Icnitas de dinosaurios en Soria (España). *Zubia*, 14: 57-64.
- Fuentes Vidarte, C. (1996). Primeras huellas de aves en el Weald de Soria (España). Nuevo icnogénero. *Archaeornithipus* y nueva especie *A. Meijidei*. *Estudios Geol.*, 52: 63-75.
- Fuentes Vidarte, C. y Meijide Calvo, M. (1998). Icnitas de dinosaurios terópodos en el Weald de Soria (España). Nuevo icnogénero *Kalohipus*. *Estudios Geol.*, 54: 147-152.
- Fuentes Vidarte, C., y Meijide Calvo, M. (1999). Primeras huellas de cocodrilo en el Weald de Cameros (Soria, España). Nueva familia: *Crocodylopodidae*, nuevo icnogénero: *Crocodylopodus*, nueva icnoespecie: *C. meijidei*.
- Gómez Fernández, J. C. (1992). *Análisis de la cuenca sedimentaria de Los Cameros durante sus etapas iniciales de relleno en relación con su evolución paleogeográfica*. Tesis doctoral (inédita), UCM, 343 págs.
- Gómez Fernández, L. C. y Meléndez, N. (1994). Estratigrafía de la «Cuenca de los Cameros» (Cordillera Ibérica Noroccidental. N de España) durante el tránsito Jurásico-Cretácico. *Rev. Soc. Geol. España*, 7: 121-139.
- Guiraud, M. y Seguret, M. (1985). A realising solitary overstep model for the Late Jurassic-Early Cretaceous (Wealdian) Soria strike-slip Basin (Northern Spain). *SEMP. Spec. Publ.*, 37: 159-175.
- Haubold, H. (1971). Ichnia Amphibiorum et Reptiliorum Fossilium. *Handbuch der Palaeoherpetologie*, 18, 124 págs.
- Ishigaki, S. (1989). Footprints of Swimming Sauropods from Marocco. En: *Dinosaur Tracks and Traces*. (Gillette, D. D. y Lockley, M. G., eds.) Cambridge Univ. Press, Cambridge, págs. 83-86.
- Kuban, G. J. (1989). Elongate Dinosaur Tracks. In: *Dinosaur Tracks and Traces* (Gillette, D. D. y Loc-

- kley, M. G., eds.). Cambridge Univ. Press, Cambridge, págs. 57-72.
- Leonardi, G. (1987). Glossary and Manual of Tetrapod Footprint Palaeoichnology. Departamento Nacional da Produção Mineral. Brasília, 75 págs.
- Lockley, M. G. y Rice, A. (1990). Did «Brontosaurus» ever swim out to sea?: evidence from brontosaurus and other dinosaur footprints. *Ichnos*, 1: 81-90.
- Lockley, M. G., Santos, V. F. dos, Ramalho, M. M. y Galopim de Carvalho, A. M. (1992). Novas jazidas de pegadas de dinossáurios no Jurássico superior de Sesimbra (Portugal). *Gaia*, 5: 40-43.
- Lockley, M. G., Farlow, J. O. y Meyer, C. A. (1994). Brontopodus and Parablontopodus ichnogen. Nov. and significance of wide —and narrow— gauge sauropod trackways. *Gaia*, 10: 135-145.
- Lockley, M. G., Logue, T. J., Moratalla, J. J., Hunt, A. P., Schultz, R. J., y Robinson, A. P. (1995). The fossil trackway *Pteraichnus* is pterosaurian, not crocodilian: implications for the global distribution of pterosaur tracks. *Ichnos*, 4: 7-20.
- Martin i Closas (1989). *Els caròfits del Cretaci inferior de las conques periferiques del bloc de l'Ebre*. Tesis doctoral, Universidad de Barcelona (inérita), 581 págs.
- Meijide Calvo, M. y Fuentes Vidarte, C. (1999). Huellas de pterosaurios en el Weald de Soria (España). I Jornadas internacionales sobre paleontología de dinosaurios y su entorno. Resúmenes.
- Meijide Fuentes, M., Fuentes Vidarte, C. y Meijide Calvo, M. (1999). Primeras huellas de saurópodos en el Weald de Soria (España). *Parabrontopodus distercii*, nov. ichnoesp. I Jornadas internacionales sobre paleontología de dinosaurios y su entorno. Resúmenes.
- Moratalla, J. J. (1993). *Restos indirectos de dinosaurios del registro español: Paleoicnología de la Cuenca de Cameros (Jurásico superior-Cretácico inferior) y Paleoología del Cretácico superior*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid. 2 vols.
- Moratalla, J. J., Sanz, J. L., Melero, I. y Jiménez, S. (1988a). Yacimientos Paleoicnológicos de La Rioja. Gobierno de La Rioja-Iberduero, 95 págs.
- Moratalla, J. J., Sanz, J. L. y Jiménez, S. (1988b). Multivariate analysis on Lower Cretaceous dinosaur footprint: discrimination between ornithopods and theropods. *Geobios*, 21: 395-408.
- Moratalla, J. J., Sanz, J. L. y Jiménez, S. (1997). Información paleobiológica y paleoambiental inferida a partir de las icnitas de dinosaurios: problemas, límites y perspectivas. *Rev. Española Paleont.*, 12: 186-196.
- Palacios, P. (1890). Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Soria. *Memorias Com. Mapa Geol. España*, 16: 1-558.
- Palacios, P. y Sánchez Lozano, R. (1885). La formación Wealdense en las provincias de Soria y Logroño. *Bol. Com. Mapa Geol. España*, 7: 109-140.
- Pascual Arribas, C. y Sanz Pérez, E. (en prensa). Huellas de pterosaurios en el Grupo Oncala (Soria, España). *Pteraichnus palaciei-saenzi* nov. icnosp.
- Pérez-Lorente, F. (1993). Dinosaurios plantígrados en La Rioja. *Zubía*, Monográfico 5: 189-228.
- Pittman, J. G. (1992). Stratigraphy and Vertebrate Ichology of the Glen Rose Formation, Western Gulf Basim, USA. Doctoral Thesis. Univ. Texas, Austin, 708 pp.
- Pittman, J. G. & Lockley, M. G. (1994). A review of sauropod dinosaur tracksites of the gulf of Mexico Basin. *Gaia*, 10, 95-108.
- Rey de la Rosa, J. y Rivera Navarro, S. (1981). Almarza. Mapa Geológico de España E. 1:50.000. Hoja 318 (23-13) Mapa geológico y memoria, 28 págs.
- Salomon, J. (1982). Les formations continentales du Jurassique supérieur-Crétacé inférieur (Espagne du Nord - Chaînes Cantabrique et NW Ibérique). *Mémoires Géologiques de l'Université de Dijon*, 6: 1-210.
- Santos, V. F. dos, Lockley, M. G., Meyer, Ch. A., Carvalho, J., Galopim de Carvalho, A. M. y Moratalla, J. J. (1994). A new sauropod tracksite from the Middle Jurassic of Portugal. *Gaia*, 10: 5-13.
- Sanz, E. (1993). Icnitas de dinosaurios en Matasejún (Soria). *Bol. Geol. Min.*, 104: 359-369.
- Sanz, E., Pascual, C., y Báez, S. (1999). Icnitas de dinosaurios en las facies Weald de «El Royo» (Soria, España). *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, 95: 101-115.
- Sanz, J. L., Moratalla, J. J., Rubio, J. L., Fuentes, C. y Meijide, M. (1997). Huellas de dinosaurios en Castilla y León. Junta de Castilla y León, págs. 1-87.
- Tischer, G. (1965). Über die Wealden-Ablagerung und die Tektonik der östlichen Sierra de los Cameros in den nordwestlichen Iberischen Ketten (Spanien). *Beih. Geol. Jahrb.*, 44: 123-164.
- Tischer, G. (1966). El delta wealdico de las montañas ibéricas occidentales y sus enlaces tectónicos. *Notas y Comunicaciones. IGME*, 81: 57-78.
- Thulborn, R. A. (1990). *Dinosaur Tracks*. Chapman & Hale. London, 440 págs.
- Thulborn, R. A. y Waade, M. (1984). Dinosaur trackway in the Winton Formation (mid-Cretaceous) of Queensland. *Mem. Queensland Mus.*, 21: 413-517.
- Whyte, M. A. y Romano, M. (1994). Probable sauropod footprints from the middle Jurassic of Yorkshire, England. *Gaia*, 10: 15-26.

Recibido el 9 de julio de 1999.
Aceptado el 6 de abril de 2000.