

# Icnitas de dinosaurios del yacimiento San Cristóbal 3 de la Formación Camarillas en Galve (Teruel, España)

*Dinosaur footprints of the San Cristóbal 3 tracksite from Camarillas Formation in Galve (Teruel, Spain)*

Rafael Royo-Torres, Luis Mampel y Luis Alcalá

Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis (Museo Aragonés de Paleontología), Avda. Sagunto s/n, 44002 Teruel, España.  
royo@dinopolis.com, mampel@fundaciondinopolis.org, alcalá@dinopolis.com

## ABSTRACT

*San Cristóbal 3 tracksite was located in the Camarillas Formation (early Barremian) in Galve (Teruel). As a result of being endangered by mining, a palaeontological action was carried out by Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis. It was promoted by SIBELCO Hispania and supervised by the Dirección General de Patrimonio Cultural - Aragón Government - to safeguard the scientific information and the most representative footprints. To fulfill that aim, in addition to the recovery of tracks, a detailed cast and a 3D scanning have been made. For research purposes, the tracksite was excavated again with the result that 43 rounded tracks have been documented until present. Nevertheless, some of them show imprints with three digits and a rounded heel. These new data lead us to reinterpret the trackmakers, which could not be sauropod as previously published, but probably ornithopod dinosaurs.*

**Key-words:** Barremian, Camarillas Formation, footprints, dinosaurs, Teruel.

## RESUMEN

*El yacimiento de icnitas de dinosaurio San Cristóbal 3 estaba localizado en la Formación Camarillas (Barremiense inferior), en Galve (Teruel). Debido a su próxima desaparición por una actividad minera, se realizó una actuación paleontológica por parte de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis, promovida por SIBELCO Hispania y bajo la supervisión de la Dirección General de Patrimonio Cultural -Gobierno de Aragón- para salvaguardar la información científica y las icnitas más representativas. Para ello, además de la extracción, se ha llevado a cabo una réplica y un escaneado en 3 dimensiones. Durante la investigación se amplió el yacimiento, llegando a documentar 43 icnitas de contorno circular. En algunas de ellas se observan tres dedos y un talón redondeado que permiten reinterpretar a los productores, considerados saurópodos en un trabajo anterior, como posibles dinosaurios ornitópodos.*

**Palabras clave:** Barremiense, Formación Camarillas, icnitas, dinosaurios, Teruel.

*Geogaceta*, 53 (2013), 5-8.  
ISSN (versión impresa): 0213-683X  
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 13 de julio de 2012  
Fecha de revisión: 25 de octubre de 2012  
Fecha de aceptación: 30 de noviembre de 2012

## Introducción

La Formación Areniscas de Camarillas (Barremiense inferior) contiene numerosos yacimientos con restos directos de vertebrados en la provincia de Teruel (Sanz *et al.*, 1984a; 1984b; Ruiz-Omeñaca, 2006, 2011; Aberasturi *et al.*, 2009; Royo-Torres *et al.*, 2011). Además, en el último decenio se han citado algunos afloramientos de esta formación con icnitas de dinosaurios en las localidades de El Castellar y Cabra de Mora (Alcalá *et al.*, 2003; Cobos y Gascó, 2012).

En el término municipal de Galve se ha descrito el yacimiento de icnitas del cerro de San Cristóbal, denominado San Cristóbal 3 (SC3) por Royo-Torres (2008) y Cabezo de San Cristóbal por Herrero y Pérez-Lorente (2009).

SC3 se encontraba en peligro de inmediata desaparición por la actividad minera desarrollada en la zona. Por esta razón, previamente a su eliminación, se acometió un trabajo de detección de yacimientos, excavación (Fig. 1), toma de datos (Fig. 2), producción de réplicas, escaneado 3D (Fig. 3) y extracción de los restos directos y de las icnitas más significativas. A continuación se expone el proceso de recuperación de datos paleontológicos en SC3 y se aporta una nueva interpretación acerca de los productores de sus icnitas.

Este proyecto se ha realizado en el interior de la mina "Galve", promovida por SIBELCO Hispania (anteriormente Watts Blake Bearne España, S.A.) en el marco que establece la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón (expe-

diente 003/2011; prev. 001/02.024) por el equipo de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis (FCPTD).

## Situación geográfica y geológica

El yacimiento se situaba en el cerro de San Cristóbal, al sur de la localidad de Galve (Teruel, España). Geológicamente, se enmarca en la subcuenca de Galve, en la Formación Areniscas de Camarillas (Royo-Torres, 2008; Herrero y Pérez-Lorente, 2009), unidad definida formalmente por Canérot *et al.* (1982) y redefinida con posterioridad por Salas (1987). En Galve, dicha formación fue descrita en detalle por Díaz-Molina y Yébenes (1987) como "unidad 5", que llega a alcanzar una potencia de 330 m. Litológicamente, está formada por limos



Fig. 1.- Vista general del yacimiento de icnitas San Cristóbal 3 en Galve en junio de 2011.

Fig. 1.- General view of San Cristóbal 3 tracksite in Galve, June, 2011.

arcillosos de color rojo o versicolores, arcillas rojas, arenas blancas, areniscas y gravas, con intercalaciones ocasionales de margas y calizas. El yacimiento se encuentra a techo de una capa de arenisca. Las carófitas corresponden a la biozona de *Triquetra* (Subzona *Neimongolensis*) (Martín-Closas y Salas, 1994) atribuida al Barremiense inferior.

El ambiente sedimentario corresponde a depósitos de dominio continental: sistemas fluviales de canales de baja sinuosidad y extensas llanuras lutíticas (Díaz-Molina y Yébenes, 1987).

### Antecedentes y metodología

El yacimiento SC3 fue objeto de un estudio preliminar por la FCPTD, remitido a la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón en el marco de una actuación paleontológica encomendada en el año 2008 por la compañía minera SIBELCO Hispania (exp. 092/2008). En el mismo se incluyó una valoración del yacimiento, según la metodología científica aplicada en la candidatura IDPI-WHL de icnitas de dinosaurios de la Península Ibérica (FCPTD-IDPI, 2008), obteniendo como resultado un limitado valor científico. Esto se argumentó por la presencia de un solo tipo de productor, por el estado de conservación de las icnitas -que no permitía ver caracteres de los dedos u otros aspectos diagnósticos- y por la ausencia de rastros, entre otras características. Un aspecto a destacar

era su edad geológica, ya que se situaba en una formación donde los yacimientos de icnitas de dinosaurios eran muy escasos. Tan sólo se había citado entonces uno de la misma edad, en el término municipal de El Castellar (Alcalá *et al.*, 2003), aunque actualmente ya se conocen otros nuevos en la misma formación (Pérez-Lorente y Herrero, 2009; Cobos y Gascó, 2012). Además de la valoración científica, se alertaba de la amenaza de la erosión para su conservación debido a su situación en una zona de cárcavas.

En el año 2009, el yacimiento se presentó a la comunidad científica, en una reunión de la Sociedad Geológica de España, por Jesús Herrero y Félix Pérez-Lorente. Estos autores, en el marco del expediente 124/2009 de la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón estudiaron 6 icnitas que asignaron a productores saurópodos.

En abril de 2011, la FCPTD llevó a cabo una nueva intervención en el yacimiento (expediente 003/2011; prev. 001/02.024) ante el próximo avance de las tareas mineras. En los trabajos de limpieza de la vegetación y eliminación de las capas superiores, se consiguió ampliar la superficie con icnitas, así como el número de las mismas: se pasó de un afloramiento fosilífero de 15 m<sup>2</sup> a otro de 100 m<sup>2</sup> y de 6 icnitas conocidas a 43 (Fig. 2). El yacimiento fue cartografiado con una estación total y se realizaron tres intervenciones de rescate de datos. En primer lugar, se confeccionó una

réplica muy detallada a escala 1:1 de la zona con las icnitas más significativas, que se ha instalado en el satélite de Dinópolis en Galve para su difusión entre los visitantes. En segundo lugar, se procedió a una documentación precisa de la superficie fosilífera mediante técnicas de topografía, escaneado en 3 dimensiones y fotogrametría digital, obteniendo ortofotos, planos de planta y alzado, secciones y, como resultado, un modelo digital tridimensional con textura real (Fig. 3). Y, por último, se procedió a la extracción de las icnitas originales más representativas del yacimiento, que se depositaron en el Museo Aragonés de Paleontología (MAP).

### Descripción del yacimiento

Se dispone de un registro de 43 icnitas (SC-3-1 a SC-3-43) representadas en el Museo Aragonés de Paleontología por 3 icnitas originales, MAP-4492 (SC-3-12), MAP-4493 y MAP-4494 (SC-3-13 y SC-3-26); dos réplicas: MAP-4495 (SC-3-31) y MAP-4496 (SC-3-3 y SC-3-4, SC-3-8 a SC-3-29, SC-3-36 y SC-3-38) y documentación de topografía, escaneado en 3 dimensiones y fotogrametría digital.

El yacimiento constaba de 43 subhuellas (Fig. 1, 2 y 3) de contorno más o menos circular, sin que se haya identificado ningún rastro, y que responde a una dinoturbación. El nivel de areniscas, la interacción de las icnitas con el sustrato y el grado de viscosidad del mismo es similar en toda su extensión. La mayoría de las icnitas presenta el interior con paredes muy verticales, abruptas y sin ninguna morfología o carácter destacado, tal y como indican Herrero y Pérez-Lorente (2009). En el interior del perímetro circular de al menos cuatro de las icnitas (SC-3-11, SC-3-20, SC-3-26 y SC-3-30) se puede observar la marca de tres dedos, cuyos extremos varían entre redondeados y afilados pero en ningún caso se aprecian marcas de uñas. El dedo III es ligeramente mayor que los dedos II y IV en la icnita SC-3-26 y se aprecia un talón abierto y redondeado que no se comunica con ninguno de los dedos. La relación entre longitud y anchura de las icnitas está próxima a la unidad, tanto ligeramente por encima como algo por debajo (Tabla I), con una relación que varía entre 0,73 y 1,03. Cabe destacar que se identifican dos grupos de icnitas en función de su tamaño: el primero está compuesto por las mayores (que incluyen las

marcas tridáctilas) y tienen entre 40 y casi 100 cm de diámetro máximo y suponen el 97% del total y el segundo grupo consiste en huellas circulares de menor tamaño, pues varían entre 15 y 20 cm (SC-3-18, SC-3-19 y SC-3-41).

Sigla	Longitud	Anchura	L/A
SC-1-11	0,53	0,63	0,84
SC-1-12	0,59	0,57	1,03
SC-1-13	0,5	0,52	0,96
SC-1-20	0,6	0,6	1
SC-1-26	0,54	0,49	1,1
SC-1-29	0,58	0,59	0,98
SC-1-30	0,57	0,6	0,95
SC-1-31	0,46	0,46	1
SC-1-32	0,41	0,55	0,74
SC-1-33	0,41	0,5	0,82
SC-1-34	0,5	0,52	0,96

Tabla I.- Medidas (en m) de las iconitas mayores mejor conservadas.

Table I.- Measurements (in m) of the best preserved big-sized footprints.

**Discusión**

Cuando las iconitas de dinosaurios muestran pocos detalles anatómicos típicos pueden dar lugar a diferentes interpretaciones. Así, en un estudio previo del yacimiento, se asignaron seis iconitas a productores saurópodos en base a su contorno circular, el tamaño de las mismas y los detalles anatómicos observados (Herrero y Pérez-Lorente, 2009). Sin embargo, la exposición de una superficie mucho mayor del mismo afloramiento ha aportado nuevos datos. Varias de las iconitas circulares contienen marcas tridáctilas en su interior, por lo que el productor debió de ser un dinosaurio bípedo facultativo, descartando su atribución a un productor cuadrúpedo. La ausencia de marcas de uña y la relación longitud-anchura próxima a la unidad descartarían a los dinosaurios terópodos como posibles productores. La morfología de los dedos, del talón y la relación longitud-anchura descritos anteriormente encajan bien con los datos correspondientes a dinosaurios ornitópodos (Sarjeant *et al.*, 1998). Las iconitas menores se podrían interpretar como manos de los mismos productores que las de mayor tamaño (pies), tal y como sucede en otros yacimientos con rastros de ornitópodo (Norman, 1980). La atribución a posibles ornitópodos es coherente con los datos aporta-

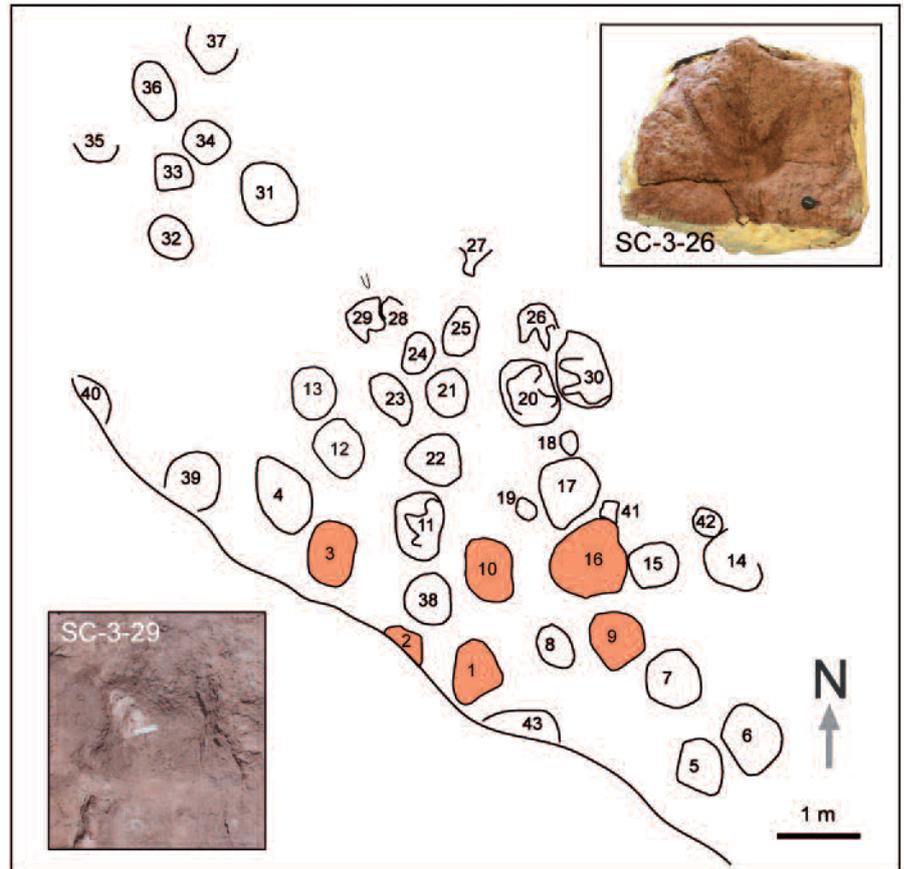


Fig. 2.- Cartografía del yacimiento de iconitas San Cristóbal 3. En naranja las iconitas presentadas en Herrero y Pérez-Lorente (2009).

Fig. 2.- Cartography of San Cristóbal 3 tracksite. In orange, the footprints presented in Herrero and Pérez-Lorente (2009).

dos por los restos directos registrados en esta formación (Ruiz-Omeñaca, 2011), ya que son el grupo predominante y se han hallado incluso en niveles muy próximos al propio afloramiento, como en San Cristóbal 1 y 2 (Sanz *et al.*, 1984b; Royo-Torres *et al.*, 2011). La asignación de iconitas con un contorno exterior circular a productores ornitópodos no es nueva y ha sido documentada previamente en otros yacimientos europeos como, por ejemplo, en Carenque (Portugal) (Santos, 2002) o en Obernkirchen (Alemania) (Hornung *et al.*, 2012).

**Conclusiones**

Una excavación en 2011 del yacimiento San Cristóbal 3 de Galve (Teruel) ha permitido reconocer varias decenas de nuevas iconitas de dinosaurios. El afloramiento, antes de ser desmantelado por el progreso de una actuación minera, fue ampliado hasta una superficie de 100 m<sup>2</sup>, incrementando la información paleontológica conocida con anterioridad. Además de su cartografía, se ha

realizado un escaneado en 3 dimensiones, una réplica a escala 1:1, expuesta al público en Dinópolis-Galve, y se han extraído tres iconitas originales.

Las nuevas iconitas son también circulares y se pueden observar marcas tridáctilas en su interior. El conjunto de sus características permite relacionar toda la dinoturbaación con productores ornitópodos como hipótesis más plausible.

**Agradecimientos**

Departamento de Educación, Universidad, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón. Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón (exp. 092/2008; exp. 003/2011; prev. 001/02.024) y proyecto DINOS-ARAGÓN CGL2009-07792 (Ministerio de Ciencia e Innovación y fondos FEDER), FOCONTUR (Grupo de Investigación Consolidado E-62, Departamento de Industria e Innovación, Gobierno de Aragón y Fondo Social Europeo. Gobierno de Aragón), Ministerio de Educación y Ciencia (AP2008-00846) e IAF. La actuación en el yacimiento fue subvencionada por SIBELCO Hispania. F. Gascó, A. Cobos, E. Espílez, M. Ríos, E. Co-

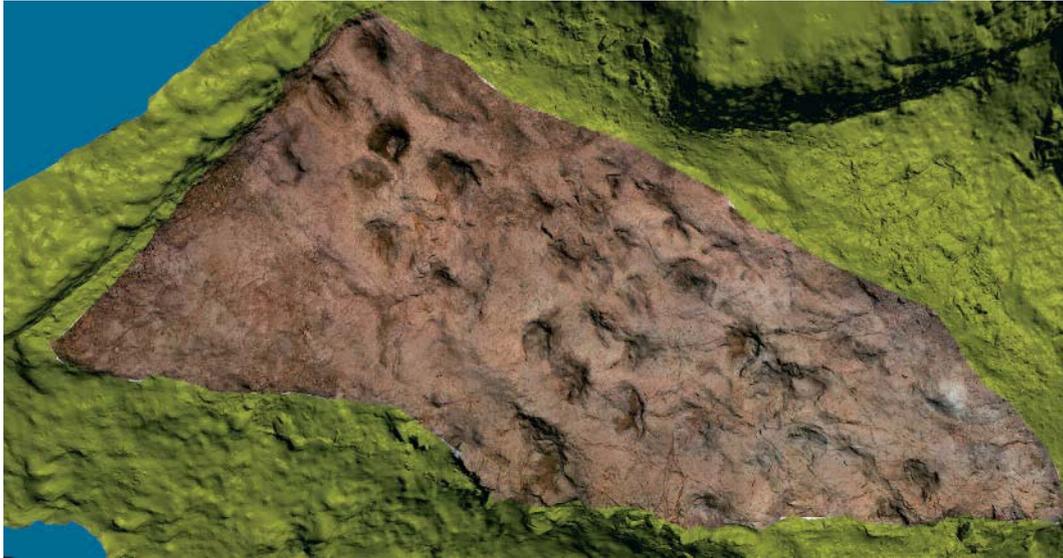


Fig. 3.- Modelo digital 3D texturizado del yacimiento San Cristóbal 3 de Galve (Teruel, España).

Fig. 3.- Textured 3D digital model of San Cristóbal 3 tracksite in Galve (Teruel, Spain).

lomina, D. Ayala, A. Fontela y R. García han colaborado en la actuación paleontológica y A. Cuétara en la extracción de las icnitas y confección de la réplica. Los comentarios de dos revisores anónimos han contribuido a mejorar este trabajo.

## Referencias

- Aberasturi, A., Cobos, A., Royo-Torres, R. y Luque, L. (2009). En: *Abstracts 10th International Meeting Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota*, 133-134.
- Alcalá, L., Cobos, A. y Royo-Torres, R. (2003). En: *Libro de Resúmenes de las XIX Jornadas de la SEP*, 28-29.
- Canérot, J., Cugny, P., Pardo, G., Salas, R. y Villena, J. (1982). En: *El Cretácico de España*, Univ. Complutense de Madrid, 273-344.
- Cobos, A. y Gascó, F. (2012). *Geogaceta*, 52, 185-188.
- Díaz-Molina, M. y Yébenes, A. (1987). *Estudios Geológicos*, Vol. Extr. Galve Tresp, 3-21.
- Herrero Gascón, J. y Pérez-Lorente, F. (2009). *Geogaceta*, 46, 67-70.
- Hornung J.J., Böhme, A., Lubbe, T., Reich, M. y Richter, A. (2012). *Paläontologische Zeitschrift*, 86(3), 231-267.
- FCPTD-IDPI (2008). *Icnitas de Dinosaurios de la Península Ibérica (World Heritage Candidate)*. Ministerio de Cultura de España y Ministerio do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional de Portugal, 460 p. Inédito.
- Martín-Closas, C. y Salas, R. (1994). En: *Excursion Guidebook, VII Meeting of the European Group of Charophyte Specialists*, Barcelona, 89 p.
- Norman, D.B. (1980). *Mémoires Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 178, 105 p.
- Pérez-Lorente, F. y Herrero Gascón, J. (2009). En: *Abstracts 10th International Meeting Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota*, 251-252.
- Royo-Torres, R. (2008). *Actuación Paleontológica en el cerro de San Cristóbal*. Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, exp. 092/2008, 45 p. Inédito.
- Royo-Torres, R., Alcalá, L., Cobos, A., Espílez, E., Gascó, F., González, A., Mampel, L. y Pesquero, M.D. (2011). En: *Program and Abstracts 9th Annual Meeting of the European Association of Vertebrate Palaeontologists*, 50.
- Ruiz-Omeñaca, J.I. (2006). *Restos directos de dinosaurios (Saurischia, Ornithischia) en el Barrremiense (Cretácico Inferior) de la Cordillera Ibérica en Aragón (Teruel, España)*. Tesis Doctoral, Univ. de Zaragoza, 430 p.
- Ruiz-Omeñaca, J.I. (2011). *Estudios Geológicos*, 67(1), 83-110.
- Salas, R. (1987). *El Malm y el Cretaci Inferior entre el Massis de Garraf y la Serra d'Espadà*. Tesis Doctoral, Univ. de Barcelona, 345 p.
- Santos, V.F. (2002). *Pistas de dinossáurio no Jurássico-Cretácico de Portugal. Consideracoes paleobiológicas e paleoecológicas*. Tesis Doctoral. Univ. Autónoma Madrid, 365 p.
- Sarjeant, W.A.S., Delair, J.B. y Lockley, M.G. (1998). *Ichnos*, 6(3), 183-202.
- Sanz, J.L., Casanovas, L. y Santafé, J.V. (1984a). *Estudios Geológicos*, 40, 251-257.
- Sanz, J.L., Casanovas, L. y Santafé, J.V. (1984b). *Acta Geologica Hispanica*, 19(3), 171-176.