

Huellas de artrópodos del Carbonífero superior (Saberriense) de la cuenca de Puertollano (Ciudad Real)

RODRIGO SOLER-GIJÓN¹, ANTONIO DÍEZ², LUIS J. SARDINA³, CARMEN ÁLVAREZ-VÁZQUEZ⁴, ÁNGEL L. ALONSO⁵, JOHN A. KNIGHT⁴, JUAN I. PELÁEZ⁶, & AIXA TOSAL⁷

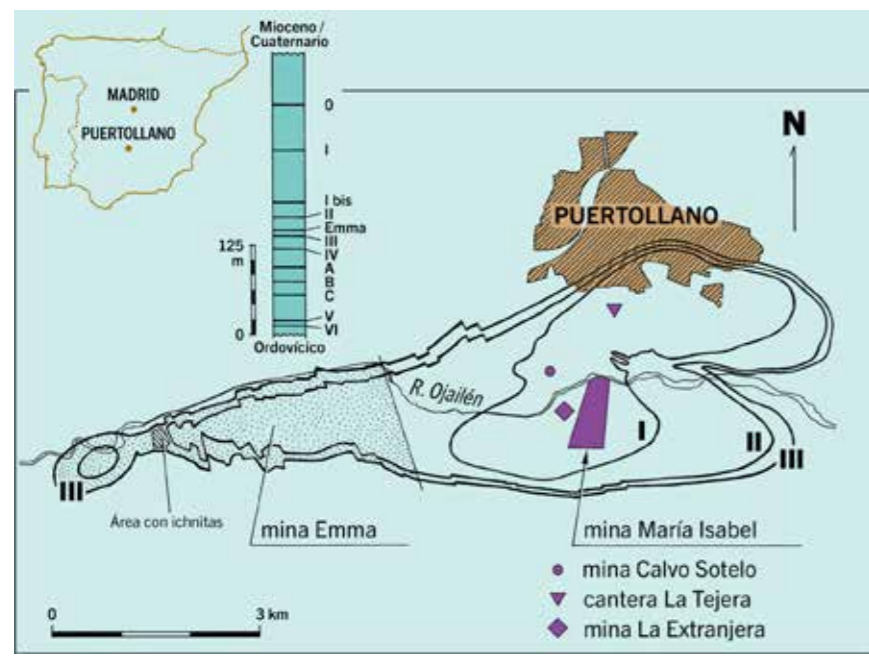


Fig. 1. Cuenca carbonífera de Puertollano con la localización de los niveles principales de carbón y la posición de las minas Emma, La Extranjera, María Isabel y La Tejera (modificado de SOLER-GIJÓN & MORATALLA, 2001).

Introducción. En 2001 se publicó el primer estudio de icnitas del carbonífero de Puertollano después del descubrimiento de numerosas huellas de vertebrados (*Undichna britannica*, *Undichna unisulca*, *Puertollanopus microdactylus*) y bivalvos o anélidos (*Planolites*) en un nivel de lutitas a techo de la capa III de carbón (mina Emma). Desde entonces no se había explorado el potencial en icnitas de la cuenca de Puertollano. Recientemente los trabajos de prospección y excavación en la mina La Extranjera, declarada Monumento Natural junto a la mina María Isabel y la cantera La Tejera, han permitido el descubrimiento de numerosas icnitas de artrópodos en niveles de lutitas encostradas, areniscas y limolitas, a techo de la capa I de carbón.

- ¹ Museum für Naturkunde Berlin, Invalidenstrasse 43, 10115 Berlin, Germany; rodrigo.solergijon@gmail.com
² Camino del Campillo, 5, 13002 Ciudad Real, España; andiru61@gmail.com
³ Bartolomé de Carranza, 42, 31008 Pamplona, Navarra, España; luisjardina@gmail.com
⁴ Centro Paleobotánico, IMGEMA-Jardín Botánico de Córdoba, Avenida de Linneo, s/n, 14004 Córdoba, España; paleo.calvarez@jardinbotanicodecordoba.com; jaknightuk@btinternet.com
⁵ San Rafael, 13, 14400 Pozoblanco, España; angelluis.alonsoprieto@gmail.com
⁶ Historiador Manuel Salcines, 1, 14004 Córdoba, España; jipelaez@telefonica.net
⁷ Departament de Dinàmica de la Terra i de l'Oceà, Facultat de Ciències de la Terra, Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio), Universitat de Barcelona-UB, 08028 Barcelona, España; atosal@ub.edu

Descripción y discusión. Se han distinguido huellas de los icnogéneros *Kouphichnium* (producidas por artrópodos xifosuros), *Diplichnites* y *Diplopodichnus* (producidas por artrópodos juveniles u otro tipo de miriápodo), *Lockeia* (producido por crustáceos conostráceos) y *Rusophycus* y *Cruziana* (debidas a crustáceos notostráceos). Los niveles con huellas, asociados en muchos casos a niveles lutíticos-areniscosos con ritmitas mareales, indican un ambiente inter/supramareal.

Las huellas de xifosuros de La Extranjera son las primeras evidencias de ese grupo de artrópodos en la cuenca de Puertollano. El estudio de las huellas y facies de La Extranjera, apunta a xifosuros de más de 15 cm de anchura del prosoma, en el rango de tamaños indicados por Romano & Meléndez (1985) en huellas de xifosuros del Asturiense de la cuenca Guardo-Cervera (Palencia). Las huellas de Guardo-Cervera, como las de Puertollano, se asocian a un ambiente abierto, deltaico con influencia marina (ROMANO & MELÉNDEZ, 1985: 325).

Las icnitas de xifosuros de Puertollano serían producidas por animales similares en talla y morfología general a los xifosuros carboníferos de la familia Paleolimulidae (género *Xaniopyramis*) de los que se han encontrado restos esqueléticos en el Namuriense inferior de Weardale, Reino Unido (SIVETER & SELDEN, 1987). Recientemente se ha descrito un belinúrido de unos 12 cm de anchura de prosoma (género *Stilpnocephalus*, Kasimioniense de los Alpes italianos; SELDEN ET AL., 2019) pero con una morfología incompatible con las huellas de La Extranjera. Los xifosuros de Puertollano son también muy diferentes de los xifosuros de pequeña talla (menos de 5 cm de anchura del prosoma) del género *Euproops* encontrados recientemente en el Barrueliense de la cuenca de Barruelo (Palencia). El género *Euproops* se incluye en la familia Belinuridae en la que también encuentran otras formas de pequeño tamaño, muchas de ellas consideradas pedomórficas (LAMSDALL, 2021) y que vivirían en zonas de gran vegetación.

Conclusiones. El descubrimiento de *Diplichnites* y *Diplopodichnus* en La Extranjera es coherente con el registro de restos esqueléticos de *Arthropleura* en las lutitas de La Tejera, de similar edad y representante de ambientes abiertos estuarino-deltaico. Los afloramientos con huellas de artrópodos de la mina La Extranjera ofrecen la oportunidad de estudiar los ritmos de sedimentación y la actividad biológica asociada a los cambios ambientales en zonas inter/supramareales durante el Carbonífero superior.

Agradecimientos. Esta investigación es financiada por el Proyecto SBPLY/21/180801/000067, "Estudio geológico y paleontológico del Monumento Natural Carbonífero de Puertollano", del Gobierno de Castilla-La Mancha. Elke Siebert (Museum für Naturkunde, Berlín) ha diseñado y preparado la versión final del poster.



Fig. 4. Vista general del nivel de encostramiento, inferior a la capa con ripples, en la que se pueden apreciar huellas y pistas de desplazamiento (*Kouphichnium*) producidas por xifosuros. La escala aparece transversal a un gran rastro de superficie. Las numerosas marcas de apéndices corresponden a *undertracks* debidas a la actividad posterior de otros individuos (cf. GOLDRING & SEILACHER, 1971).



Fig. 8. Gran bloque de arenisca con encostramiento rojizo mostrando numerosas huellas de artrópodos (*Diplichnites*, *Diplopodichnus*, *Lockeia*, *Rusophycus* y *Cruziana*) y peces (*Undichna*). El bloque con icnitas forma parte de una de las escombreras de la mina La Extranjera. Todas las icnitas aparecen como hiporelieves positivos.

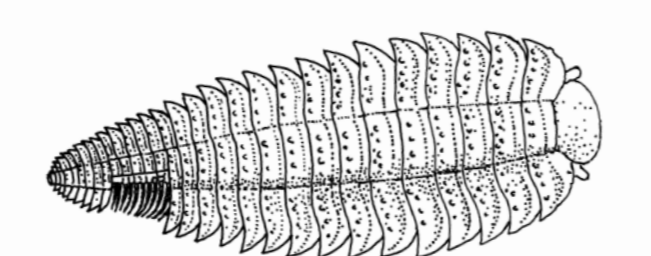


Fig. 11. Reconstrucción de un juvenil de *Arthropleura* a partir de material articulado del Estefaniense B de Montceau-les-Mines (Francia). Estos animales tendrían unos 5 cm de longitud. Según Briggs & Almond (1994) en CASTRO (1997). Los artrópodos que dejaron las huellas *Diplichnites* de La Extranjera no sobrepasaban los 8 cm de longitud. Rastros de gran talla de *Diplichnites* indican que los artrópodos, como por ejemplo *Arthropleura*, podían llegar a ser gigantes de más de 2 metros (DAVIES ET AL., 2021).



Fig. 13. Detalle mostrando la icnita *Diplopodichnus* con el típico par de rastros, similar a *Diplichnites*, pero sin marcas de apéndices. Estas huellas también se suelen asignar a miriápodos.



Fig. 2. Vista general de la gran superficie de ripples de oscilación excavada a nivel de la repisa del flanco Este de la corta de La Extranjera. El desmantelamiento de la capa de arenisca y lutita con ripples ha dejado libre la capa encostrada con numerosas huellas de artrópodos xifosuros.

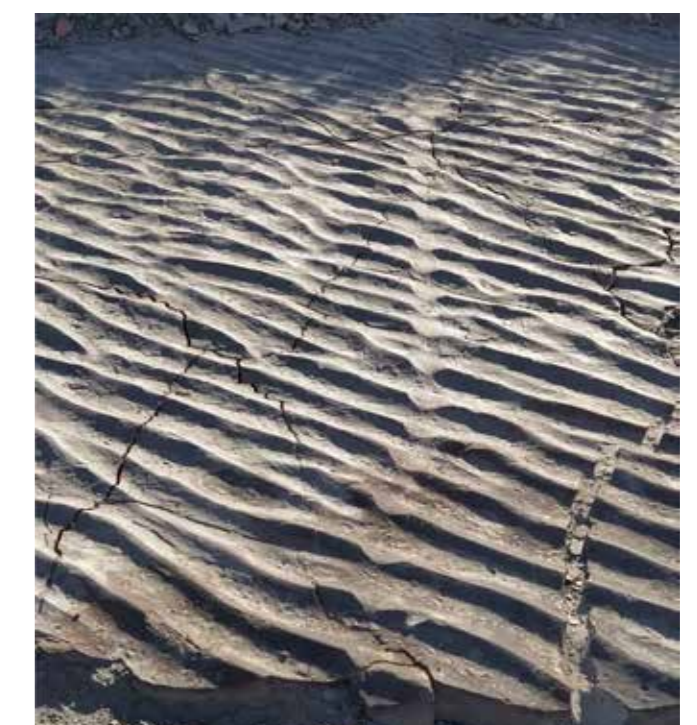


Fig. 3. Rastro más o menos lineal en la zona de ripples producido posiblemente por un xifosuro de gran tamaño.

Fig. 5. Reconstrucción de un xifosuro produciendo el rastro de superficie encontrado en la mina La Extranjera (ver Fig. 4). El prosoma formaría las marcas laterales, mientras que el opistosoma y el telson formarían las marcas centrales. Basado en GOLDRING & SEILACHER (1971) y LUCAS ET AL. (2011).



Fig. 6. Detalle de una huella de desplazamiento probablemente producida por el prosoma o el telson de un xifosuro.

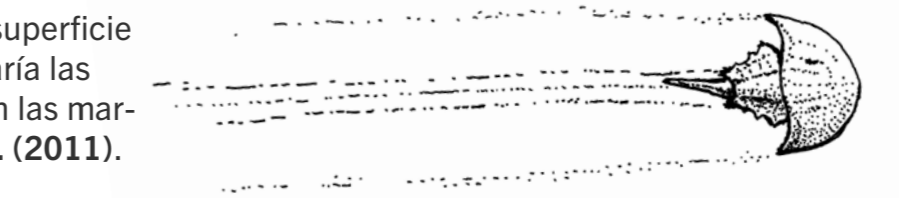


Fig. 7. Detalle de una huella (*undertrack*) de un apéndice posterior de un xifosuro.



Fig. 9. Detalle en el que resaltan dos huellas tipo *Diplichnites* con la típica estructura de doble fila de marcas de apéndices. Por el tamaño corresponden a artrópodos juveniles u otro tipo de miriápodo. Comparar con Fig. 10.



Fig. 10. Detalle de parte de la huella *Diplichnites* figurada en Fig. 9. La morfología de las marcas de los apéndices permite determinar la dirección y sentido del desplazamiento del animal. En este caso se desplazaría hacia la zona mostrada en la parte superior de la foto.

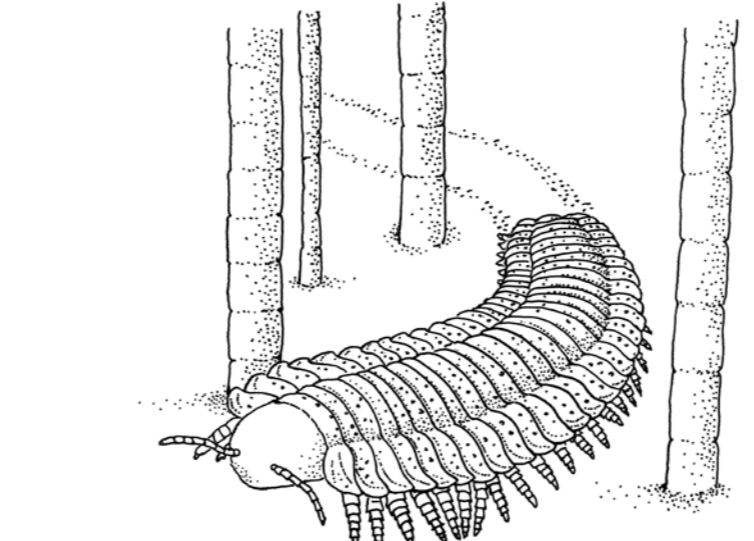


Fig. 12. Reconstrucción de *Arthropleura* produciendo un rastro tipo *Diplichnites* (según BRIGGS ET AL., 1984).

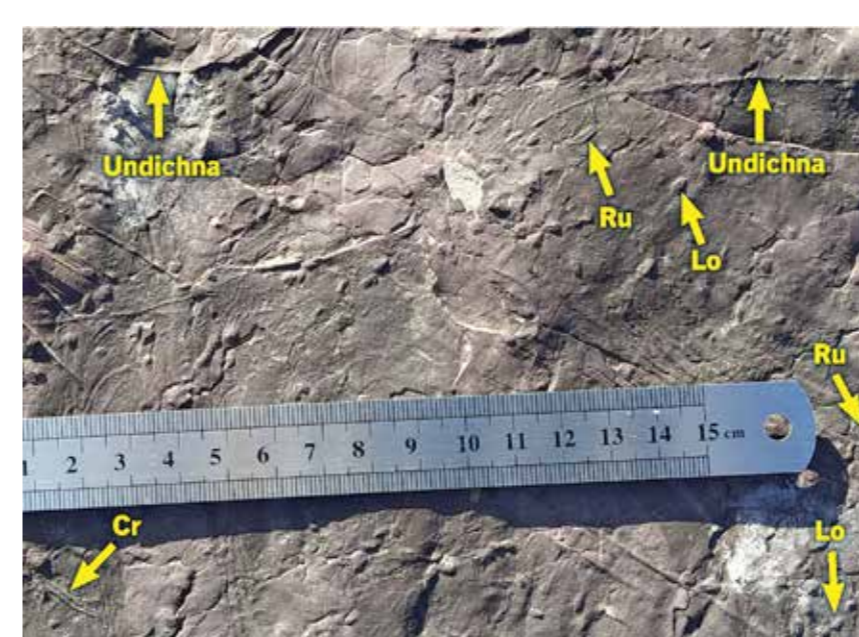


Fig. 14. Detalle mostrando *Lockeia* (Lo), *Rusophycus* (Ru) y *Cruziana* (Cr), todas ellas producidas por crustáceos. Así mismo es de destacar la presencia de *Undichna* producida por algún tipo de oestecio de mediana talla como los paleonisciformes muy abundantes en los niveles lutíticos intercalados. El solapamiento de huellas de peces y de animales terrestres como los miriápodos y animales acuáticos de pequeño tamaño (conostráceos y notostráceos) es la consecuencia de la variación cíclica y regular de la lámina de agua en un ambiente mareal (ver SOLER-GIJÓN & MORATALLA, 2001).

Bibliografía.

- BRIGGS, D.E.G., PLINT, A.G. & PLICKERILL, R.K. 1984. *Arthropleura* trails from the Westphalian of eastern Canada. *Palaeontology*, 27, 843-855.
CASTRO, M.P. 1997. Hallazgos de *Arthropleura* en el Estefaniense de la Península Ibérica. *Revista Española de Paleontología*, 12 (1), 15-22.
DAVIES, N.S., GARWOOD, R.J., McMAHON, W.J., SCHNEIDER, J.W. & SHILLITO, A.P. 2021. The largest arthropod in Earth history: insights from newly discovered *Arthropleura* remains (Serpukhovian Stainmore Formation, Northumberland, England). *Journal of the Geological Society*.
GOLDRING, R. & SEILACHER, A. 1971. Limulid undertracks and their sedimentological implications. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 137 (3), 422-442.
HSIEH, S. & PLOTNICK, R.E. 2020. The representation of animal behaviour in the fossil record. *Animal Behaviour*, 169, 65-80.
LAMSDALL, J.C. 2021. A new method for quantifying heterochrony in evolutionary lineages. *Paleobiology*, 47 (2), 363-384.
LUCAS, S.G., CELESKEY, M. & SUNDBLUM, M. 2011. *Traces of a Permian Seacoast. Prehistoric Trackways National Monument*. New Mexico Museum of Natural History and Science; 47 pages.
ROMANO, M. & MELÉNDEZ, B. 1985. An arthropod (Merostome) ichnocoenosis from the Carboniferous of northwest Spain. *Compte Rendu Neuvième Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère*, 5, 317-325.
SELDEN, P.A., SIMONETTO, L. & MARSIGLIO, G. 2019. An effaced horseshoe crab (Arthropoda: Chelicerata: Xiphosura) from the Upper Carboniferous of the Carnic Alps (Friuli, NE Italy). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 125 (2), 333-342.
SHIBATA, M. & VARRICCHIO, D.J. 2020. Horseshoe crab trace fossils from the Upper Cretaceous Two Medicine Formation of Montana, USA, and a brief review of the xiphosurid ichnological record. *Journal of Paleontology*, 94 (5), 887-905.
SIVETER, D.J. & SELDEN, P.A. 1987. A new, giant xiphosurid from the lower Namurian of Weardale, County Durham. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, 46 (2), 153-168.
SOLER-GIJÓN, R. AND MORATALLA, J.J. 2001. Fish and tetrapod trace fossils from the Upper Carboniferous of Puertollano, Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 171, 1-28.