Almoraima. Revista de Estudios Campogibraltareños, 65. Octubre 2026: 221-229

Nuevos datos para la reconstrucción paleoecológica del Triásico de la Unidad de Los Pastores (Algeciras) y su interés en la didáctica de las ciencias experimentales

M. Carmen Lozano-Francisco y David Gestoso Morote

Recibido: 14 de marzo de 2026 / Revisado: 20 de marzo de 2026 / Aceptado: 20 de abril de 2026 / Publicado: 5 de octubre de 2026

RESUMEN

Las obras de duplicación de la carretera N-350, Acceso Sur al puerto de la Bahía de Algeciras ha puesto de manifiesto nuevos datos sobre la sucesión paleoecológica del Trias de la Unidad de Los Pastores (Algeciras) con una amplitud estratigráfica que abarca desde el Carniense al Rhaetiense (entre 235 a 200 M. a.). Esta reconstrucción se apoya en la identificación de la flora carniense encontrada, análisis polínicos y de la fauna de invertebrados rhaetiense, incluyendo el fósil guía del Rhaetiense. Además de su interés científico, no debemos ignorar su importancia como recurso didáctico en las Ciencias Experimentales. Particularmente, cabe destacar su importancia como una ventana de oportunidad para reforzar conceptos como el tiempo geológico y el cambio ambiental, así como para reforzar el interés sobre el patrimonio natural.

Palabras clave: Didáctica de las Ciencias Experimentales, fósiles, obras públicas, Paleoecología, Patrimonio Natural, Triásico.

ABSTRACT

The Campo de Gibraltar constitutes a border area endowed with a localized idiosyncrasy, resulting from the historical, social, and cultural processes that shaped a specific identity within the Andalusian context. This article analyses the sociocultural confluence that permeates the region, observable in the diversity of its population centres and in local cultural, religious, and artistic practices. These dynamics give the region a hybrid and relational character, in which its borders function as spaces of mediation between different cultural contexts.

Keywords: Palaeoecology, Triassic, Experiemntal Science Education, Natural Heritage.

1. Introducción

Desde el punto de vista geológico en el área donde se encuentra proyectada la duplicación de la carretera N-350 realizada por la UTE OHLA-SATO y promovida por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma), se encuentran representadas las Unidades alóctonas del Campo de Gibraltar, conjunto estructural que queda situado al SE de la Cordillera Bética. Estas unidades se continúan al sur hasta territorio africano y al nordeste hasta la provincia de Málaga.

Desde un punto de vista estratigráfico, estas unidades se caracterizan por su carácter flyschoide fruto de una fuerte sedimentación de carácter turbidítico, constituidos por diversas formaciones arcillosas y areniscosas (terrígenos y carbonatados) y mostrando abundantes estructuras de turbidez, de alto interés geológico: *flute cast* (marcas de corrientes), *grove cast* (marcas de impacto de corrientes), *load cast* (cilindros de carga), *convolute* (láminas ondulantes replegadas)

entre otros (Martín Algarra, 1987; Vera, 2004). Son de edad generalmente terciaria: Eoceno a Mioceno (entre 56 a 20 millones de años aproximadamente). Sobre ellos podemos encontrar sedimentos postorogénicos de edad Mio-Pliocena y Cuaternarios situados principalmente al norte de Algeciras (Vera, 2004). Estos depósitos neógeno-cuaternarios pueden presentar, potencialmente, fauna marina fósil de entre 6 y 1 millón de años.

Desde un punto de vista paleontológico, presentan un particular interés los materiales triásicos. Estos materiales triásicos, aparecen incluidos tectónicamente entre terrenos del Complejo del Campo de Gibraltar y forman parte del denominado Corredor del Boyer, con varios niveles fosilíferos (bivalvos, foraminíferos y algas) y niveles carbonosos con asociaciones de polen (Martín Algarra *et al.*, 1993). Como indica Vera (2004) la Unidad de Los Pastores se considera, estructuralmente un afloramiento "autóctono relativo" sobre la que se han emplazado las sucesivas unidades alóctonas del flysch.

En la denominada Unidad de los Pastores se encuentra representados varios conjuntos cronoestratigráficos: el Trías, el Jurásico (Lías-Dogger y Malm) y el Cretácico Inferior (Neocomiense) que se suceden en continuidad (Martín Algarra *et al.*, 1993; Vera, 2004).

Estratigráficamente se establecen las siguientes unidades (Vera, 2004):

- Arcillas, areniscas, calizas, dolomías y carniolas: Triásico.
- Calizas oolíticas, brechas y dolomías: Lias-Dogger.
- Calizas nodulosas, calizas y margas: Jurásico-Malm.
- Alternancia de calizas y margas: Cretácico inferior

Aunque la geología del área de Algeciras es descrita durante el s. XIX (Le Play, 1834; Duran-Delga *et al.*, 2007), no es hasta principio de los noventa del pasado siglo que se realiza con detalle la estratigrafía de la denominada Unidad de Los Pastores (Martín Algarra *et al.*, 1993; Valenzuela, 1993, entre otros). Se pone así de manifiesto la importancia geológica y paleontológica de esta Unidad describiendo niveles fosilíferos con abundante fauna, y la existencia de yacimientos de edad triásicas con abundante fauna, como los niveles del Carniense-Rahetiense (250-200 millones de años) quienes marcan eventos acaecidos a nivel global aquí representados que proveen de abundante y fundamental información sobre cambios climáticos globales. Desde un punto de vista paleontológico, el objetivo general del seguimiento de los movimientos de tierra derivados de esta obra pública es detectar los niveles fosilíferos que afloren durante estos movimientos para su rescate y puesta en valor.

Como objetivo particular se establece el análisis de la flora y fauna estudiadas, la actualización de la estratigrafía y la comunicación de los resultados obtenidos tanto a nivel divulgativo como científico.

2. Metodología

Debido a la duplicación de la carretera N-350, acceso sur al puerto Bahía de Algeciras, desde julio de 2022 se viene realizando el control de movimientos de tierra tanto a nivel arqueológico como paleontológico, ya que el trazado de la carretera incluye la unidad de Los Pastores de gran interés paleobiológico, paleoecológico y ambiental (Martín Algarra *et al.*, 1993). Este control se viene realizando por la empresa Astarté-Estudio de Arqueología S.L.L. junto a la Universidad de Málaga (UMA). En septiembre de 2022 aparecen los primeros restos fósiles correspondientes al Cretácico superior, en las coordenadas: 36º 06' 19.73'' N - 5º 27' 37.43'' O y a una altitud máxima de 61 m snm (Lozano-Francisco, 2022). La fauna se encuentra en un nivel carbonatado de escasa potencia (5 a 30 o 50 cm de espesor). Es un nivel de areniscas sobre el que se dispone un estrato fosilífero de como máximo 2 cm de potencia. La altura del estrato es de aproximadamente 4 m y presentaba una anchura de 5,76 m aproximadamente, lo que implica una superficie de algo más de 23 m^2 (Lámina 1). El estrato triásico presenta un buzamiento en los ejes x – y – z de 86º – 13.10º - 6º. En su totalidad fue extraído manualmente o con ayuda de maquinaria que se utilizó para rebajar el nivel.

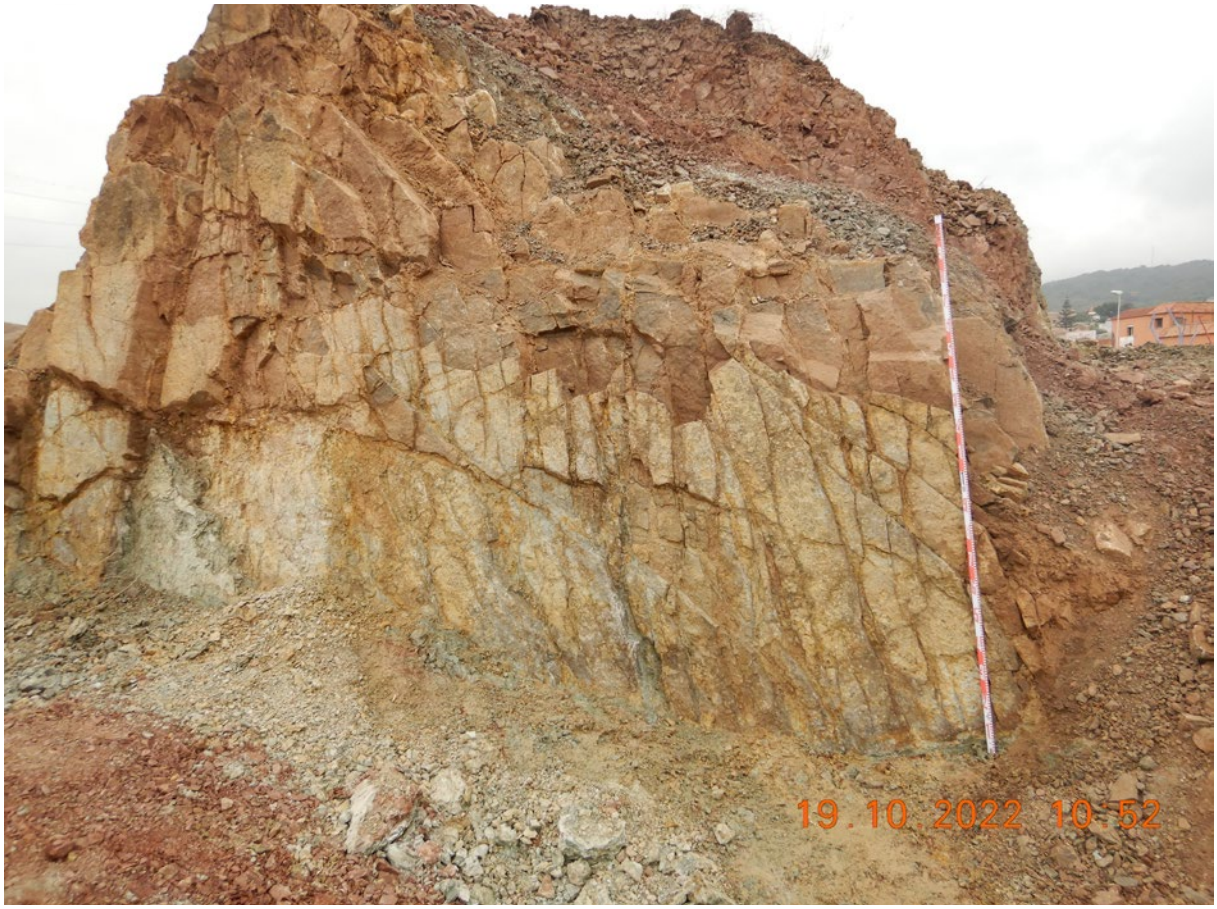


Lámina 1. Vista general del afloramiento rhaetiense. Imagen del autor

Las piezas extraídas se depositaron en palets que fueron numerados y etiquetados. Un total 30 palets envueltos con plástico para su protección y trasladado a la cantera cercana hasta su depósito definitivo, siglados: Past-Car/001 en adelante y numerados; a las etiquetas se añadió la localidad y fecha de recogida. Posteriormente fueron llevados a los laboratorios de la UMA para su estudio.

El trabajo de gabinete y laboratorio consistió en la catalogación, siglado e inventariado de las muestras depositadas en los laboratorios de la UMA. Estos materiales fueron limpiados y consolidados en la medida de lo posible para facilitar la identificación taxonómica y así poder establecer más claramente las conclusiones paleoecológicas y la datación. Esto ha facilitado la identificación del fósil guía del Rhaetiense lo que ha permitido volver a fechar el yacimiento.

Para la identificación taxonómica se ha utilizado un microscopio estereoscopio WILD M3. Se ha realizado nueva fotografía de detalle y preparado muestras para su pulido y elaboración de lámina delgada con el fin de identificar la microfauna y en especial el plancton. Esto permitirá realizar análisis paleoclimáticos.

Entre enero y mayo de 2023 aparecen nuevos estratos correspondientes al Triasico superior (Lozano-Francisco, 2023a; 2023b). La metodología seguida se corresponde con la anteriormente descrita aunque, debido a la enorme potencia de los estratos y el gran volumen de materiales, se fue realizando una selección y retirada del material para su análisis. La presencia de restos de flora motivó que se solicitara la colaboración de miembros del departamento de Botánica de la Universidad de Málaga especialistas en paleoflora.

3. Resultados y discusión

3.1. Triásico superior: Carniense

Este estrato carniense, se encuentra formado por areniscas blancas y se corresponde con un episodio de sedimentación fluviocostera que coincide con un importante evento climático acaecido durante el Triásico Superior, el denominado "Carnian Pluvial Event" (Martín-Algarra *et al.*, 1993). En estos niveles aparecen abundantes trozos de carbón, antiguos restos de madera a veces claramente reconocibles como tales, y a veces de tamaño notable (Lámina 2).

Marín-Algarra *et al*. (1993) además de restos vegetales que no identifican en ese momento, publican una asociación polínica en concordancia con la edad Carniense, identificando un total de nueve taxones diferentes (*Vallasporites ignacii,* Leschik, 1955, *Patinasporites densus,* Leschik, 1955, *Triadispora crassa,* Klaus, 1964, *Samaropollenites speciosus,* Goubin, 1965, *Alisporites* sp., *Lunatisporites* sp., *Triadispora* sp., *Ovalipol/is ovalis* (Krutzsch) Scheuring, 1970, *Samaropollenites speciosus,* Goubin, 1965 y Bialados indeterminados).

Por otra parte, el conjunto de muestras estudiado directamente en el laboratorio tras el nuevo hallazgo, viene caracterizado por la presencia esporádica de Pteridophytae y por un claro predominio de las gimnospermas. Ello indica que el área estudiada estaría paleogeográficamente ubicada en una zona ecuatorial árida dominada por elementos xerofíticos, de acuerdo con el modelo propuesto por Visscher y Van der Zwan en 1981 (Lozano-Francisco *et al.*, 2023) en concordancia con los datos polínicos.

En detalle, entre las areniscas se ha localizado un nivel rico en carbones, en principio caóticos y rodeados de vetas de



Lámina 2. Tronco de gimnosperma de aproximadamente 29 cm de longitud y unos 9,28 cm de diámetro. Imagen del autor

ocre rojo y naranja característico de las areniscas triásicas. Posteriormente, estos niveles de carbones caóticos han dado algunos restos con entidad reconociéndose fundamentalmente troncos y conos de gimnospermas coníferas o pinófitos (Lámina 3). También se ha encontrado un fragmento de gran talla de un tronco de equisétopsidas (del grupo de plantas pteridofitas conocidas como colas de caballo) de aproximadamente 1 m de altura (Lámina 4).

En el avance del desmonte se pasan de estos niveles, muy localizados y de poco espesor, a niveles de evaporíticos representados por yesos y carniolas y que posteriormente, dará paso a niveles costeros con abundantes estructuras de turbidez justo por debajo de niveles del molusco bivalvo *Pseudocorbula gregaria* Münster in Goldfuss, 1838. Ello nos ilustra la transición de los depósitos fluviales costeros a llanuras costeras claramente marinas y completándose así la sucesión ecológica.

3.2. Triásico superior: Rhaetiense

Los estratos carnienses dan paso al Rhaetiense donde se identifica fauna marina, fundamentalmente bivalvos. Las fotografías de detalle realizadas tanto en el campo como en el laboratorio y la observación al microscopio ha permitido establecer, por el momento, un total de 14 especies número que posiblemente sea mayor. En concreto la asociación faunística está formada por: *Lyriomyophoria sublaevis* (Schmidt, 1935), *Lyriomyophoria* cf. *elegans* (Dunker, 1849), *Enantiostreon* cf. *flabellum* (Schmidt, 1935), *Gervilleia joleaudi* (Schmidt, 1935), *Gervilleia subcostata,* (Goldfuss, 1838), cf. *Isociprina* sp., *Leptochondria alberti* (Goldfuss, 1838), *Neoschizodus laevigatus* (Goldfuss in Zieten, 1830), *Pseudocorbula gregaria* (Münster in Goldfuss, 1837), cf. *Modiolus minutus* (Goldfuss, 1837) y *Rhaetavicula contorta* (Portlock, 1843) (Lámina 5). Además, entre la macrofauna se han identificado dos especies de gasterópodos. Los análisis que aún se seguirán realizando se espera identificar más especies de moluscos, así como posiblemente algas y microfósiles fundamentalmente fitoplancton, que aportarán información relevante sobre la paleoecología de medio en el que se formó el yacimiento. Entre esta asociación de bivalvos, cabe destacar la identificación



Lámina 3. Detalle de cono de gimnosperma (pinófita). La longitud total es de aproximadamente 7 cm. Imagen del autor



Lámina 4. Tronco de equisétopsida (altura de aproximadamente 1 m). Imagen del autor

de un ejemplar de cf. *Myalinella* sp. De confirmarse la identificación, sería la primera cita de este género para la península Ibérica y, muy probablemente, nos encontramos ante una nueva especie para la ciencia. No obstante, es necesario un trabajo taxonómico más detallado y con los medios adecuados para confirmar este hallazgo. Tampoco podemos descartar que los gasterópodos sean nuevas especies debido a la rareza de que este grupo de moluscos se conserve en depósitos como el encontrado.

La datación de esta asociación de bivalvos es compatible con el piso del Triásico superior, es decir, de entre 228 y 200 M. a. Estos bivalvos constituyen la referencia más occidental de bivalvos triásicos del Dominio Sefardí (Hirsch y Márquez-Aliaga, 1987). Es, por lo tanto, una asociación faunística para esta edad, única en Andalucía y con escasa representación en la península ibérica.

La densidad de individuos es elevada, se ha estimado que podría ser de media de unos 1.300 individuos por m^2, y por lo tanto el total de la superficie (23 m^2) podríamos contabilizar alrededor de 40.350 individuos.

Predominan aquí las especies *Lyriomyophoria sublaevis,* una especie del grupo de la trigonias que viven a poca profundidad, semienterrada y filtradora; y *Rhaetavicula contorta* que suele aparecer asociada a *Modiolus* cf. *minimus,* especies suspensivoras y fijadas con el biso a algas. Estos datos hacen señalar que nos encontramos ante agua poco profundas.

Hasta el momento, la asociación faunística identificada nos habla de un registro fósil de fondos marinos blandos, de ambientes poco



Lámina 5. Detalle de la asociación faunística del Rhaetiense. Imagen del autor

profundos y/o cerrados al mar abierto, tipo laguna costera. Estamos entre las primeras etapas de la sucesión ecológica con aumento de la biomasa heterotrófica/biomasa total.

4. La paleontología del Trías de los Pastores en la enseñanza de las ciencias

Un importante factor que apoya la incorporación de contenidos paleontológicos en la enseñanza de las ciencias es considerar la existencia de los "Intereses Extremadamente Intensos" (IEIs). Se refieren a la fascinación que sienten los niños por categorías o actividades concretas (DeLoache *et al.*, 2007) que les sean personalmente significativas (Fink, 1994). Aunque existe un considerable bagaje en el uso didáctico de la Paleontología, se trata de una oportunidad didáctica, un evento que surge de forma más o menos inesperado (Acebal, 2026). Consiste en llevar el proceso del "descubrimiento" al aula y proponer la elaboración de conclusiones a partir de los datos observados en el campo.

El gran interés paleontológico del área estudiada y sus implicaciones sobre el patrimonio natural y científico, motiva que se esté llevando a cabo diversas actividades bajo el proyecto OTRI-UMA (Astarté- Estudio de Arqueología y Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Málaga), con el fin de la transferencia de los resultados y actividades en el aula por la enseñanza de las ciencias.

Se proponen dos enfoques al trabajo aquí presentado. Por un lado, una vertiente puramente científica: la reconstrucción paleoecológica y por otro, su presentación como recurso para la enseñanza de las ciencias. En este sentido, se debe tener en cuenta su interés como vehículo para transmitir conceptos de difícil asimilación como el tiempo geológico, los cambios en la fauna, en el paisaje y en el clima, y la relación existente entre ellos.

Conclusiones

Las obras de duplicación de la carretera N-350, Acceso Sur al puerto de la Bahía de Algeciras ha puesto al descubierto la estratigrafía de la Unidad de Los Pastores en toda su amplitud y aportando información hasta ahora desconocida (Lámina 6). En especial la del Sistema Triásico. Hasta el momento se ha considerado que se correspondía con Edad Carniense, sin embargo, los análisis de flora y fauna fósil hallados indican una estratigrafía desde el Carniense hasta el Rhaetiense (235 a 200 M. a.) lo que ha permitido una reconstrucción paleoecológica completa.

Este párrafo debe ser sustituido por:

El gran interés paleontológico radica fundamentalmente en la presencia en este yacimientos de estratos de edad triásica (250-200 M.a.) de abundante fauna y flora que marcan eventos acaecidos a nivel global, aquí representados y que nos proveen de abundante y fundamental información sobre cambios climáticos globales. Se sientan las



Lámina 6. Panorámica elaborada donde se puede observar la potencia total de los estratos Carnienses: 170,40 m. Imagen del autor

bases para la observación de la incidencia del cambio climático tan extraordinario del Episodio Pluvial Carniense (CPE) y la respuesta de la flora ante estas condiciones tan extremas, en especial de un grupo tan singular como las equisetoósidas (=esfenópsidas) de claro predominio durante el Carniense. Durante este CPE los sistemas fluviales ocuparon vastas superficies y regiones costeras, dejando depósitos areniscosos generalizados. La presencia de abundantes restos vegetales en estas areniscas indica un medio de sedimentación de llanura lutítica costera por la que fluye un sistema fluvial efímero bajo clima cálido-templado y/o tropical con lluvias torrenciales.

En la secuencia se han identificado restos de mayor tamaño que corresponden a vegetales autóctonos (Equisetáceas) que se desarrollaban en zonas de pantanos, fluviales, y mayores cuerpos de agua más o menos salobres en una llanura litoral con un clima templado y/o cálido. Estas plantas, por su cantidad y estado de conservación, denotan no haber sufrido apenas transporte (autóctonas). Sus diámetros indican un crecimiento continuo que evidencia la existencia de un clima muy cálido y uniforme.

Los restos vegetales más fragmentados y dispersos corresponden a vegetación alóctona que sufrió un largo transporte desde el interior del continente. Estas últimas están muy disgregadas encontrándose aislados sus aparatos vegetativos (ramas, hojuelas y troncos) y el reproductor. Los restos más frecuentes son semillas y brácteas de coníferas y cycadales que indicarían la existencia de un hábitat correspondiente a una llanura esteparia semidesértica con un cierto grado de humedad posiblemente hacia la zona más próxima a las tierras emergidas del Macizo Ibérico.

La aparición de tallos y ramas de vegetales arrastrados indican momentos de gran energía del flujo de la corriente dentro de los canales fluviales. La presencia de restos de vegetales acumulados (flotados) en las laminaciones de las areniscas indican momentos de mínima energía (estiaje) con decantaciones en canales abandonados y/o más cercanos a la línea de costa. A veces se encuentran tallos perpendiculares a la laminación que corresponden a vegetales en posición de vida enterrados por desbordamientos laterales durante las inundaciones (Montes, 2022). La vegetación, por lo tanto, se depositó en una extensa llanura costera con influencia terrígena marginal.

Esta flora carniense da paso a ambientes costeros marinos someros, observándose un nivel constituido únicamente por la especie *Pseudocorbula gregaria,* una especie oportunista característica de la etapa inicial de la sucesión ecológica. Posteriormente se establecieron asociaciones de faunas autóctonas de mayor diversidad característica de ambientes someros.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido facilitado por la UTE OHLA-SATO, el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma) y Astarté- Estudio de Arqueología S.L.L. bajo el proyecto OTRI UMA nº 8.06/12.6970; el GPIE25-024 (Educación crítica en acción: innovación educativa en profesorado en formación inicial) Grupos Permanentes de Innovación Educativa Programa INNOVA25 del Vicerrectorado de Personal Docente e Investigador de la Universidad de Málaga.

Bibliografía

- DeLoache, J.S., Macari, S., Simcock, G. (2007). "Planes, Trains, Automobiles and Tea Sets: Extremely Intense Interests in Very Young Children". *Developmental Psychology* (43), pp. 1579-1586. https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1579
- Durand-Delga, M., Esteras, M. y Olivier, P. (2007). "Los «Taríquides» (Arco de Gibraltar): Problemas estructurales, paleogeográficos y consideración histórica". *Revista de la Sociedad Geológica de España* (20), Nº 3-4, pp.119-134.
- Fink, B. (1994). *Interest and exploration: Exploratory action in the context of interest genesis*. Keller, H., Schneider, K. & Henderson B., Eds. *Curiosity and exploration*, New York, Springer-Verlag.
- Hirsch. F., Márquez-Aliaga, A., Santisteban, C. (1987). "Distribución de moluscos y conodontos del Tramo Superior del Muschelkalk en el sector occidental de la Provincia Sefardí". *Cuadernos de Geología Ibérica* (11), pp. 799-814.

- Lozano-Francisco, M. C. (2022). *Obras de duplicación de la Carretera N-350, Acceso Sur al Puerto Bahía de Algeciras. Informe Paleontológico.* Inédito.
- Lozano-Francisco, M. C. (2023a). *Obras de duplicación de la Carretera N-350, Acceso Sur al Puerto Bahía de Algeciras. Informe Paleontológico.* Inédito.
- Lozano-Francisco, M. C., Salvo Tierra, E., Peña Ortíz, J., Gestoso Morote, D., Martín Algarra, A. (2023b). *La flora carniense de la Unidad de Los Pastores (Algeciras, Campo de Gibraltar)*. Libro de resúmenes de la XXV Bienal de la Real Sociedad de Historia Natural, Madrid, Real Sociedad de Historia Natural.
- Le Play, F. (1834). "Itinéraire d'un voyage en Espagne, précédé d'un aperçu sur l'état actuel et sur l'avenir de l'industrie minérale dans ce país". *Annales des Mines* (Paris) (5), pp.175-236.
- Martin Algarra, A. (1987). *Evolución geológica alpina del contacto entre las Zonas Internas y las Zonas Externas de la Cordillera Bética*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada.
- Martín Algarra, A., Márquez-Aliaga, A., Solé de Porta, N., Valenzuela, J. M. (1993). "La serie triásica de Los Pastores (Algeciras)". *Estudios Geológicos* (49), pp. 21-39.
- Montes, J.M. (2022). "El carniense en la provincia de Valencia. Caracterización geológica y paleontológica**".** *Mi blog: Geología y más*. Disponible en: http://speedstar71.blogspot.com/2022/02/el-carniense-en-la-provincia-de.html [Consulta: 17 de agosto de 2023).
- Valenzuela, J.M. (1993). El afloramiento paleontológico de "Los Pastores" Algeciras (Cádiz). *Monografía del Instituto de Estudios Campogibraltareños*, Algeciras.
- Vera, J. A. (ed.) 2004. *Geología de España*. Sociedad Geológica de España. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

M. Carmen Lozano-Francisco
Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga. ORCID: 0000-0001-7499-4069.

David Gestoso Morote
Astarté – Estudio de Arqueología S.L.L.

Cómo citar este artículo
Lozano-Francisco M. C. y Gestoso Morote D. (2026). "Nuevos datos para la reconstrucción paleoecológica del Triásico de la Unidad de Los Pastores (Algeciras) y su interés en la didáctica de las ciencias experimentales". *Almoraima. Revista de Estudios Campogibraltareños (65)*, pp.221-229. https://doi.org/10.66491/almoraima65.art21