



IX PhDay 2025
ABSTRACT BOOK
08th October 2025
Madrid, Spain

Índice

Organización.....	1
Programa.....	2
Abstracts	
Paleontología.....	3
Estratigrafía.....	19
Cristalografía y Mineralogía.....	24
Petrología y Geoquímica.....	28
Geodinámica Interna.....	34
Geodinámica Externa.....	38

Organización

Comité Organizador:

Wai Long Ng (Cristalografía y Mineralogía)
Alejandro Pertuz (Estratigrafía)
Anna Emilia Galli (Paleontología)
Marina Rueda (Geodinámica Interna)
Jorge Martínez (Geodinámica Externa)
María García (Petrología y Geoquímica)

Comisión del Programa de Doctorado:

Coordinador - José Manuel Astilleros García-Monje
Asistente del coordinador - María Antonia Fregenal Martínez
Área de Cristalografía y Mineralogía - José Manuel Astilleros García-Monje
Área de Estratigrafía - María Antonia Fregenal Martínez
Área de Geodinámica Interna - José Luis Granja Bruña
Área de Geodinámica Externa - David Uribe Larrea del Val
Área de Petrología y Geoquímica - María Josefa Varas Muriel
Representante del P.A.S. - Lidia Bartolomé Gómez
Vicedecano de Investigación - Javier Martín Chivelet

Jurado Evaluador:

José Manuel Astilleros García-Monje
María Antonia Fregenal Martínez
Fernando García Joral
José Luis Granja Bruña
David Uribe Larrea del Val
María Josefa Varas Muriel
Ana Rosa Gómez Cano
Jesús Martínez Frías

Colaboradores externos y patrocinadores:



ILUSTRE COLEGIO OFICIAL
DE GEÓLOGOS

Hora	Modalidad	Título	Autoría	Área/temática
08:30 - 08:50		Apertura de la Jornada a cargo del Decano de la Facultad Dr. Alfonso Muñoz Martín y Vicedecano de Investigación Dr. Javier Martín Chivelet		
08:50 - 09:22	Online	Variación en la morfología dental del orden Lagomorpha Especialización biómica en mamíferos terrestres del Paleártico Occidental: una aproximación multiescala Registro de la Zona Volkovia dentifera-Liepaina plana en la Formación Láncara en Porma (León), región Cantábrica, España Nuevas perspectivas tafonómicas sobre la domesticación del perro en yacimientos ibéricos	Alvaro Quesada García Anna Emilia Galli Blanca Martínez Benítez Idoia Claver Díaz	
09:22 - 10:50	Presencial	Evaluación de la biodiversidad durante el Mioceno (Cámbrico Medio) en el norte de España Aplicación del EBFOI a las asociaciones de foraminíferos del Terciario superior en cuatro secciones de la Cordillera Ibérica Estudio preliminar de los huesos de ornitópodos basales del yacimiento de Viñete (Cretácico inferior, Burgos, España) Asociación de microvertebrados del yacimiento Cretácico Superior de Lo Hueco (Cuenca, España) Dientes aislados de dinosaurios terópodos del yacimiento de Lo Hueco (Cretácico Superior, Cuenca, España) Estudio filogenético de la subfamilia Democricetodontinae (Cricetidae, Rodentia) Estudio morfométrico craneo-mandibular del género Canis (Sierra de Atapuerca) Reconstrucción de dos nuevas pelvis de la Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, España) Desde la biomasa de grandes presas a la capacidad de carga de neandertales: perspectivas desde el Valle Alto del Lozoya Aplicación de Deep Learning a la clasificación automatizada de la meteorización ósea Estudio preliminar de la anatomía de Lynx issiodorensis respecto a otras especies de los géneros Lynx y Caracal	Raimundo Antonio Arriola Bolado Anabel Oliva Martín Javier Rubio Nieto Jonathan Silvino Cabrera Hernández Mirella López Miguel Lucía Rodríguez Sualdea Raquel Blázquez Orta Sthella Savall Balsalobre Beatriz Trejo Martínez Marcos Pizarro Monzo María Teresa Pérez Fernaud	Paleontología
10:50 - 11:10		Coffe break		
11:10 - 11:50	Online	Los sacococómidos del Jurásico superior de Mallorca y su potencial bioestratigráfico.	José María López García	
11:10 - 11:50	Presencial	Machine Learning-Based Seismic Facies Classification of Late Miocene Deep-Water Deposits in the Gulf of Cádiz: Implications for CO ₂ Storage Development of an Open-Source Methodology for Digitizing and Reprocessing Vintage Seismic Sections Modelling European Holocene Continental and Oceanic Surface Temperatures using Deep Learning with Stochastic Neural Networks Geology of the Baztan Basin (N Spain): new insights into Permian–Triassic tectonics and sedimentary record.	Tural Feyzullayev Alejandro Pertuz Domínguez Artur Nicolás Stachnik Pérez Rudy Scarani	Estratigrafía
11:50 - 12:22	Online	El Episodio Pluvial del Carniense: ¿Cómo estudiar este cambio paleoclimático de hace 230 millones de años? Petrography and mineral chemistry of forty-nine equilibrated ordinary chondrites from the Atacama Desert, Chile ¿Y si vamos un poco más allá? Estudio multidisciplinar de la magnetita en depósitos tipo MtAp e IOCG	Isabel Boullosa García Alberto Rodríguez Santiago Ignacio Ledesma Martín	Cristalografía y mineralogía
12:22 - 13:40	Presencial	Granulometría y porcentaje de minerales pesados en placeres de playa de la Ría de Vigo, NO de España Aplicación de fluorescencia de rayos X (pFRX) para la caracterización geoquímica de suelos a escala regional First steps in the study of migmatization in Bacariza Formation (Cabo Ortegal Complex, NW Iberian Massif) Titanite as an alternative to zircon for U–Pb dating in mafic-intermediate alkaline rocks of the Central Igneous Complex of Sal Island Variaciones mineralógicas y geoquímicas en la zona de falla de Palomares Estudio comparativo de materiales mineros mediante bioensayos: aplicación en Sierra Minera y San Quintín Geoquímica y ecotoxicidad en ecosistemas mineros mediante bioensayos: aplicación en Sierra Minera y San Quintín	Wai Long Ng Cutlipa Iker Martínez del Pozo Elizabeth María Moreno Chico María García Rodríguez Elena Real Fernández Beatriz Carbonell Barrios Inmaculada Ferri Moreno María Fernanda Guarderas Ortíz Julia Álvarez Lozano Guillermo García Herrera Víctor Ortega Ramos	Petrología y geoquímica
13:40 - 14:12	Presencial	Pseudotachylites associated with the Tarquí–Girón fault system, southern Ecuador Tesseræ extension estimation and comparison with crustal plateau thickness, Venus Relación de diversos parámetros con la presión de paso de gas (breakthrough) en bentonita FEBEX Caracterización de la estructura interna del sistema volcánico de Tenerife mediante el análisis de funciones receptoras		Geodinámica interna
14:12 - 15:30		Almuerzo		
15:30 - 16:02	Online	Evaluación del derecho humano al agua potable y al saneamiento básico en Malabo, capital de Guinea Ecuatorial Emerging pollutants profile in groundwater of the volcanic active island of El Hierro (Canary Islands) Evaluación del riesgo por contaminación antropogénica en fuentes de agua superficiales y subterránea en la cuenca del Lago Apanán, Nicaragua El valor de la predicción hidrológica estacional para apoyar la gestión sostenible de las sequías	Severo Meffe Nisue Mikue Samanta Gasco Caverio Raquel Dolores Izabá Ruiz Celia Ramos Sánchez Sara Romero Gómez Nikoletta Roper Szymańska Manuel Rodríguez del Rosario Jorge Martínez León	Geodinámica externa Paleontología Geodinámica externa
16:02 - 16:10	Online	Ovo vadis, Nobilissaphus?		
16:10 - 16:34	Presencial	Servicios climáticos y gestión de la sequía ¿Qué impacto tienen sobre las aguas subterráneas? Desarrollo de metodologías de machine learning para el estudio de la contaminación de las aguas subterráneas Gestión holística THERMAL para una geotermia somera urbana sostenible		
16:34 - 17:34		Charla: El uso de Inteligencia Artificial en Ciencia, por Dr. David Carabantes Alarcón (UCM)		
17:34 - 18:34		Intervención de los patrocinadores, entrega de premios y clausura		

Variación en la morfología dental del orden Lagomorpha

Álvaro Quesada¹, Laura Domingo^{1,2}, Manuel Hernández Fernández^{1,3}, Iris Menéndez^{4,5}

1 Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. alvarque@ucm.es

2 University of California Santa Cruz, Department of Earth and Planetary Sciences, Santa Cruz, California, EEUU

3 Instituto de Geociencias (UCM, CSIC), Departamento de Cambio Medioambiental, Madrid, España

4 Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN – CSIC), Madrid, España

5 Museum für Naturkunde, Leibniz Institute for Evolution and Biodiversity Science, Berlin, Alemania

Palabras clave: Leporidae, Ochotonidae, Neógeno, morfometría geométrica, diversificación

Resumen

El orden Lagomorpha cuenta actualmente con 95 especies repartidas en dos familias; por un lado, la familia Leporidae, que incluye 64 especies (11 géneros) y, por otro lado, la familia Ochotonidae (pikas), que incluye 31 especies (1 género, *Ochotona*). La historia evolutiva de ambas familias está relacionada con los cambios climáticos del Neógeno y el Cuaternario. Mientras que las pikas diversificaron durante el enfriamiento global del Oligoceno, con la expansión de las hierbas C3, los lepóridos diversificaron durante el Plioceno, con el enfriamiento global y la expansión de las hierbas C4. En este trabajo utilizamos la morfometría geométrica para estudiar los cambios en la forma del p3 (tercer premolar inferior) a lo largo de la evolución de este grupo y su relación con los cambios ambientales. Debido a la gran extensión del registro fósil de lagomorfos, es imprescindible tener en cuenta las especies extintas en el análisis. Los resultados muestran que entre los lagomorfos basales había una gran diversidad de formas del p3, mientras que la variedad de tamaños era más reducida. El desarrollo de los ochotónidos supuso un ligero incremento de la diversidad morfológica y, sobre todo, de tamaños, principalmente hacia formas más pequeñas. Por otro lado, a pesar de que los lepóridos tienen una menor diversidad de forma, adquirieron mayores tamaños, siendo las especies actuales las más grandes de la familia. Esto sugiere que la diversificación de los dos grupos dentro de Lagomorpha siguió tendencias diferentes, adquiriendo distintas adaptaciones según el contexto climático y ambiental.

Especialización biómica en mamíferos terrestres del Paleártico Occidental: una aproximación multiescala

Emilia Galli¹, Iris Menéndez^{2,3}, Sara Gamboa⁴, Manuel Hernández Fernández¹

1 Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Madrid, España. anngalli@ucm.es

2 Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN – CSIC), Madrid, España

3 Museum für Naturkunde, Leibniz Institute for Evolution and Biodiversity Science, Berlin, Alemania.

4 Universidade de Vigo, MAPAS Lab, Departamento de Ecoloxía e Bioloxía Animal, Vigo, España.

Palabras clave: *scaling*, hipótesis del uso de los recursos, macroecología, bioma, Cuaternario

Resumen

La especialización ecológica de los mamíferos terrestres es clave para comprender los procesos macroevolutivos que modelan sus linajes. De acuerdo con la hipótesis del uso de los recursos de Elisabeth S. Vrba, el clima es el principal factor desencadenante de los procesos de especiación y extinción a gran escala, afectando más a los especialistas que a los generalistas de bioma. Esto genera una distribución de la diversidad estrechamente ligada a las dinámicas globales, reflejado particularmente por la proporción de especialistas. Sin embargo, a su vez, la convivencia de especies a escalas pequeñas también condiciona los procesos de diversificación debido a las interacciones bióticas directas como la competencia o la depredación. Nuestro objetivo es evaluar cómo varía el patrón de especialización ecológica de las comunidades de mamíferos terrestres a distintas escalas espaciales, esperando una proporción significativa de especialistas medido según el índice de especialización biómica (BSI), que agrupa las especies en función del número de biomas habitados. Para ello, analizamos las distribuciones geográficas de las 451 especies actuales de mamíferos del Paleártico Occidental. El uso de simulaciones de Monte Carlo nos permitió comparar la especialización observada con la esperada por azar a tres escalas geográficas: continental (Paleártico Occidental), regional (bioma) y local (comunidades). Encontramos más especialistas (BSI = 1) de lo esperado por azar en las tres escalas, aunque su proporción disminuye a escala local, reflejando una mayor relevancia de los factores bióticos sobre abióticos. Este patrón es especialmente marcado en pequeños mamíferos. Todo ello es congruente con las dinámicas biogeográficas del Cuaternario en el Paleártico Occidental, donde los ciclos glaciales-interglaciales determinaron la distribución de la diversidad de la fauna, dominada por generalistas, especialmente en las comunidades del centro y norte de la región, mientras que los especialistas se concentran en la zona sur, climáticamente más estable.

Registro de la Zona *Volkovia dentifera-Liepaina plana* en la Formación Láncara en Porma (León), región Cantábrica, España

Blanca Martínez-Benítez^{1,3*}, Teodoro Palacios², J. Javier Álvaro³

1 Facultad de Ciencias Geológicas (UCM), Departamento GEODESPAL, José Antonio Novais 12, 28040 Madrid, España *blanm05@ucm.es

2 Área de Paleontología, Universidad de Extremadura (UEX), Badajoz, España

3 Instituto de Geociencias (CSIC-UCM), Dr. Severo Ochoa 7, 28040 Madrid, España

Palabras clave: Cámbrico, Acritarcos, Biostratigrafía, Formación Láncara

Resumen

En la región Cantábrica del norte de España la Formación Láncara registra el tránsito entre la Serie 2 del Cámbrico y el Miaolingiense, un intervalo de grandes cambios faunísticos y ambientales. El contacto entre ambas series se reconoce como una discontinuidad erosiva que separa los miembros inferior y superior de la Fm. Láncara (Zamarreño, 1972, Álvaro et al., 2000). Hasta el momento, los miembros se habían datado cronoestratigráficamente a partir de su contenido en trilobites y microfósiles (Clausen and Álvaro, 2006; Álvaro, 2007). Este trabajo presenta los resultados de dos muestreos palinológicos llevados a cabo en la parte terminal de su miembro inferior, en los alrededores de la presa del Porma.

Los muestreos de 2006 y 2014 reportaron la presencia de *Skiagia ciliosa* en los tramos inferiores de la sección, indicador de la Zona de *Skiagia ciliosa* (Palacios et al. 2021) datada como Pisos 3-4 del Cámbrico. El nuevo muestreo realizado en 2024 permitió la identificación de las especies *Liepaina plana*, *Retisphaeridium dichamerum* y *Comasphaeridium longispinosum* en los tramos superiores de la sección. La presencia de *L. plana* y de *R. dichamerum* es indicativa de la Zona de *Volkovia dentifera-Liepaina plana* (Moczydlowska, 1991) correspondiente al Piso 4 del Cámbrico. Del mismo modo, *C. longispinosum* es un indicador de proximidad al límite Serie 2/Miaolingiense. Esta nueva información permite afirmar que el intervalo cronológico contenido en el hiato que separa ambos miembros es inferior al representado por cualquier zona bioestratigráfica disponible.

Referencias

- Álvaro, J.J. 2007. New ellipsocephalid trilobites from the lower Cambrian member of the Láncara Formation, Cantabrian Mountains, northern Spain. *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists* 34, 29-41.
- Álvaro, J.J., Vennin, E., Moreno-Eiris, E., Perejón, A., and Bechstädt, T. 2000. Sedimentary patterns across the Lower–Middle Cambrian transition in the Esla nappe (Cantabrian Mountains, northern Spain). *Sedimentary Geology*, 137, 43–61.
- Clausen, S., and Álvaro, J.J. 2006. Skeletonized microfossils from the Lower-Middle Cambrian transition of the Cantabrian Mountains, northern Spain. *Acta Palaeontologica Polonica* 51 (2), 223-238.
- Moczydlowska, M. 1991. Acritarch biostratigraphy of the Lower Cambrian and the Precambrian-Cambrian boundary in southeastern Poland. *Universitetsforlaget, Fossils and Strata*, 29, 1-127. doi:10.18261/8200374742-1991.
- Palacios, T., Jensen, S., Alvaro, J. J., Santos Zalduegui, J. F., Eguiluz, L., Corfu, F. and Gil Ibarguchi, J. I. 2021. Acritarch-based chronostratigraphic and radiometric calibration of the Cambrian volcanosedimentary Vallehondo and Playon formations in the Cambrian Ossa-Morena Rift, Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 565, 110216.
- Zamarreño, I. 1972. Las litofacies carbonatadas del Cámbrico de la zona cantábrica (NW. España) y su distribución paleogeográfica. *Trabajos de Geología*, Universidad de Oviedo, 5, 1-118.

Nuevas perspectivas tafonómicas sobre la domesticación del perro en yacimientos ibéricos

Idoia Claver^{1,2}, José Yravedra^{2,3,4}

1 Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, Calle de José Antonio Novais, 12, 28040 Madrid, España: idclaver@ucm.es

2 Grupo de Investigación “Ecosistemas Cuaternarios”, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, Calle de José Antonio Novais, 12, 28040 Madrid, España

3 Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología, Facultad de Geografía e Historia, Universidad Complutense de Madrid, Calle del Profesor Aranguren, 28040 Madrid, España

4 C.A.I. Arqueometría y Análisis Arqueológico, Facultad de Geografía e Historia, Universidad Complutense de Madrid, Calle del Profesor Aranguren, 28040 Madrid, España

Palabras clave: Tafonomía, Marcas de diente, Domesticación del perro, Yacimientos ibéricos

Resumen

En el marco de la tesis doctoral se han publicado dos estudios recientes que amplían el conocimiento tafonómico sobre la domesticación del perro en yacimientos de España. En Peña Moñuz (Guadalajara, Edad de Hierro) se identificaron marcas de diente atribuibles a *Canis lupus familiaris*, aportando evidencia de actividad de perros domésticos en contextos arqueológicos de este periodo (Claver *et al.*, 2025a). En la Cueva de Coímbre (Asturias, ca. 16.000–14.000 BP), las modificaciones óseas se atribuyeron a *Homo sapiens*, reforzando la interpretación de la acumulación como resultado de actividades humanas (Claver *et al.*, 2025b). Estos hallazgos han permitido ampliar la base de datos comparativa con marcas de humanos, perros y suidos, refinando los análisis estadísticos y mejorando la diferenciación entre los diferentes agentes tafonómicos. Actualmente, se estudian tres nuevos yacimientos: Cueva Negra del Estrecho del Río Quípar (Murcia, ca. 800–900 ka), Bedmar (Jaén, Paleolítico Medio–Neolítico) y Montón de Trigo (Toledo, Edad de Bronce), cuyos resultados preliminares aún no han sido publicados y se presentarán en el IX PhDay 2025. Se encuentra en preparación un artículo sobre la actividad de hienas pliocenas del Cerro Pelado de Layna (Soria). Como siguiente objetivo, se abordará el estudio de yacimientos portugueses de cronologías calcolíticas y neolíticas, principalmente Vila Nova de São Pedro (Lisboa, Calcolítico), para ampliar el marco cronocultural de la investigación a nivel peninsular.

Referencias

Claver I., Estaca-Gómez V., Linares-Matás G.J., Arenas-Esteban J.A., Yravedra J. Taphonomy as a Methodological Approach for the Study of Dog Domestication: Application to the Prehistoric Site of Peña Moñuz (Guadalajara, Spain). *Heritage*, 2025a, 8, 34.

Claver I., Estaca V., de Andrés-Herrero M., Herranz-Rodrigo D., Álvarez-Alonso D., Yravedra J. Uncovering Human Tooth Marks in the Search for Dog Domestication: The Case of Coímbre Cave. *Animals* 2025b, 15, 1319.

Evaluación de la biodiversidad durante el Miaolingense (Cámbrico Medio) en el norte de España

Antonio Arriola¹

¹ Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Universidad Complutense, Calle José Antonio Novais, 12, 28040 Madrid, España. rariola@ucm.es.

Palabras clave: SSF, Miaolingense, Formación Murero, Formación Láncara, muestreo lateral.

Resumen

Esta tesis pretende mejorar el conocimiento de los cambios en la biodiversidad y sus causas durante el Miaolingense (Cámbrico Medio). Nos centramos en dos formaciones: la Formación Láncara, donde evaluamos *Small Shelly Fossils* (SSFs), y la Formación Murero, donde estudiamos la diversidad de trilobites.

Para el estudio de los SSFs aplicamos un muestreo sistemático y uniforme, tanto lateral como vertical y evaluamos el esfuerzo de muestreo mediante la ecuación de Clench. El muestreo lateral pone de manifiesto la heterogeneidad espacial de las comunidades y la importancia de tenerlos en cuenta para obtener una adecuada interpretación paleoecológica. Utilizamos la técnica del levigado que reconoce mejor las estructuras tubulares permitiéndonos la diferenciación de varios taxones no referenciados en investigaciones anteriores.

En el estudio de trilobites, calculamos la densidad fósil (número de individuos por m³ muestreado), analizamos índices de biodiversidad y comprobamos que, la riqueza se mantiene a lo largo del periodo estudiado mientras que la equitatividad disminuye estabilizándose de forma irregular al final. Esta disminución coincide con la dominancia del taxón *Agraulos longicephalus* y con la transformación de las comunidades de trilobites que pasan de caracterizarse por individuos ciegos y detritívoros a infaunales con visión normal. Evaluamos si esta evolución pudo deberse a aumentos de la batimetría en un ambiente transgresivo, al incremento de la turbidez por cambios deposicionales o a fenómenos migratorios de los taxones que integraban las comunidades.

Aplicación del EBFOI a las asociaciones de foraminíferos del Toarciense superior en cuatro secciones de la Cordillera Ibérica

Anabel Oliva Martín¹, María Luisa Canales Fernández¹, Fernando García Joral¹

¹ Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid. C/ José Antonio Novais, 12, 28040, Madrid. anaboliv@ucm.es.

Palabras clave: Jurásico Inferior-Medio, Paleoecología, Microhábitats, Enhanced Benthic Foraminifera Oxygen Index

Resumen

En este trabajo se analizaron las asociaciones de foraminíferos registradas en cuatro secciones de la Cordillera Ibérica, para caracterizar las condiciones palaeoambientales predominantes durante el intervalo estratigráfico comprendido entre la Biozona Bifrons (Toarciense medio) y la Biozona Opalinum (Aalenense inferior) en esta cuenca. Para ello, se determinó la composición taxonómica de dichas asociaciones y se calculó el EBFOI (Enhanced Benthic Foraminifera Oxygen Index), que permite determinar cuantitativamente la cantidad de oxígeno disuelto, mediante el uso de los morfogrupos de foraminíferos para detectar condiciones óxicas, subóxicas o disóxicas. El análisis de morfogrupos muestra que la mayoría de los ejemplares corresponde a los morfogrupos calcáreos K (*Lenticulina*, epifaunal a infaunal profundo) y J2 (*Astacolus*, infaunal somero) y al aglutinado C2 (*Ammobaculites*, infaunal somero). Las formas infaunales someras (indicadores subóxicos del EBFOI) dominan sobre las epifaunales e infaunales profundas (indicadores óxicos y disóxicos, respectivamente) durante todo el intervalo estratigráfico estudiado. Los datos obtenidos mediante el EBFOI y el Modelo TROX muestran que las condiciones fueron predominantemente mesotróficas, generalmente con valores medios de oxígeno disuelto (1,5-3,0 ml/l). Durante el tránsito entre las subzonas Mactra y Aalensis se detecta una disminución del nivel de oxigenación y un aumento en la cantidad de nutrientes, mientras que en el límite Toarciense-Aalenense aumentó el nivel de oxígeno y disminuyó la cantidad de nutrientes.

Estudio preliminar de los huesos de dinosaurios ornitópodos basales del yacimiento de Viajete (Cretácico inferior, Burgos, España)

Javier Rubio Nieto¹, Fidel Torcida Fernández-Baldor², Angélica Torices¹

¹ Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Área de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid, España. Correo: jarubi05@ucm.es

² Museo de Dinosaurios de Salas de los Infantes, 09600 Burgos, España

Palabras clave: Viajete, Cretácico inferior, Castrillo de la Reina, ornitópodo, Hypsilophodon.

Resumen

El yacimiento de Viajete se encuentra en las proximidades de Salas de los Infantes (provincia de Burgos) y es uno de los muchos yacimientos del Cretácico Inferior presentes en la región, junto con otros como Vegagete, Torrelara, Tenadas de los Vallejos II, El Oterillo II, La Solana, etc. A lo largo de los años, estos yacimientos han proporcionado numerosos restos óseos de diversos grupos de reptiles mesozoicos, como dinosaurios, pterosaurios, cocodrilos y tortugas. El yacimiento de Viajete es especialmente relevante por haber proporcionado los primeros restos óseos del orden Squamata en la región, lo que culminó con la descripción de la especie *Arcanosaurus ibericus*, que se asignó provisionalmente a la superfamilia Varanoidea.

Cerca del lugar donde se encontraron los restos del *Arcanosaurus*, se descubrieron en el año 1995 otros dos conjuntos de huesos de morfología dinosauriana, que incluían varios fragmentos atribuibles a diferentes partes del premaxilar y el dentario, fragmentos de escápulas e ilion, numerosos centros vertebrales y arcos neurales de diferentes zonas de la serie vertebral, y fragmentos correspondientes a la mayoría de los huesos de las extremidades delanteras y traseras. Tras un estudio preliminar, estos huesos fueron atribuidos a dinosaurios ornitópodos hipsilofodóntidos, pero no fueron formalmente descritos.

En este trabajo se realiza la primera descripción detallada de estos restos, y se analizan sus posibles afinidades con el género *Hypsilophodon* y otras familias de ornitópodos basales, con el fin de establecer las relaciones de parentesco de los restos.

Referencias

- Fonseca, A.O., Reid, I.J., Venner, A., Duncan, R.J., Garcia, M.S., Müller, R. T. (2024): A comprehensive phylogenetic analysis on early ornithischian evolution. *Journal of Systematic Palaeontology*, 22(1), 2346577.
- Martín-Closas, C., Alonso Millán, A. (1998): Estratigrafía y bioestratigrafía (Charophyta) del Cretácico Inferior en el sector occidental de la Cuenca de Cameros (Cordillera Ibérica). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 11, 253-270.
- Ruiz-Omeñaca, J.I. (2001): Dinosaurios hipsilofodóntidos (Ornithischia: Ornithopoda) en la Península Ibérica. En: *Actas de las I Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno (Colectivo Arqueológico-Paleontológico de Salas, Ed.)*, Salas de los Infantes, 175-266.

Asociación de microvertebrados del yacimiento del Cretácico Superior de Lo Hueco (Cuenca, España)

Jonathan Silvino Cabrera-Hernández¹, Francisco Ortega², Angélica Torices¹

¹ Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid. C. de José Antonio Novais, 12, Moncloa-Aravaca, 28040, Madrid, España.

jonatc01@ucm.es

² Grupo de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). P.º de la Senda del Rey, 11, Moncloa-Aravaca, 28040, Madrid, España.

Palabras clave: Campaniense-Maastrichtiense, Osteichthyes, Lissamphibia, Crocodylomorpha, Theropoda.

Resumen

El sitio Konzentrat-Lagerstätte de Lo Hueco, representa una asociación fósil del Campaniense-Maastrichtiense extremadamente rico y diverso, considerándose unos de los sitios paleontológicos más relevantes para el estudio de vertebrados continentales del Cretácico superior de Europa. Su sucesión estratigráfica se caracteriza por una alternancia de lutitas margosas verdes, gris y rojas separadas por límites transicionales y alterada puntualmente por estructuras de canal arenosas e intervalos sulfatados. La muestra fósil se obtuvo durante el lavado y tamizado de 200 kg de sedimentos provenientes del nivel de lutitas grises (G2). Dentro de la muestra, los dientes y escamas de Lepisosteidae son los más abundantes y en menor medida los dientes de Amiidae, Parabulinae y Pycnodontiformes. Los anfibios están representados por elementos apendiculares de ranas, que se asignan a Discoglossinae, Palaeobatrachidae y Anura indeterminada. Un pequeño fragmento de hueso con un diente pleurodonto indica la presencia de lagartijas escincomorfas. Los diez morfotipos dentales de cocodrilos se asignan a cf. *Theriosuchus* sp., Allodaposuchidae y cocodrilomorfa indeterminado. Finalmente, los dientes de terópodos constituyen una importante parte de la diversidad reportada aquí, asignándose a cf. *Richardoestesia* sp., cf. *Paronychodon* sp., Dromeosaurinae, Velociraptorinae y Maniraptoriforme indeterminado. Esta asociación de microvertebrados es consistente con las otras localidades del Campaniense-Maastrichtiense de la Península Ibérica con ambientes costeros o de aguas dulces con influencia marina.

Agradecimientos

Agradecemos a los proyectos PID2023-148083NB-100 y CNS2023-144950 por proveer la financiación de la investigación en Lo Hueco.

Dientes aislados de dinosaurios terópodos del yacimiento de Lo Hueco (Cretácico Superior, Cuenca, España)

Mirella López-Miguel¹, Francisco Ortega² y Angélica Torices¹

¹ Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología. Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, C/ José Antonio Nováis, 12, 28040, Madrid, España. mirelope@ucm.es

² Grupo de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). 28232 Las Rozas, Madrid, España.

Palabras clave: Terópodos, dientes, Cretácico Superior

Resumen

El yacimiento paleontológico de Lo Hueco (Fuentes, Cuenca) es uno de los yacimientos del Cretácico Superior más excepcionales de Europa. El registro fósil de dinosaurios terópodos en este yacimiento está representado por escaso material postcraneal aislado, atribuido preliminarmente a abelisáuridos y maniraptores, y a un gran número de dientes aislados, asignados preliminarmente a diferentes clados de Maniraptora. Los dientes aislados suelen ser los restos mejor conservados y más abundantes de terópodos, gracias a la dureza del esmalte, que facilita su conservación, y al remplazamiento continuo de sus dientes a lo largo de la vida del individuo. Se han estudiado 150 dientes aislados de terópodos, primero desde un enfoque cualitativo, realizando comparaciones de sus caracteres morfológicos y posteriormente desde un enfoque cuantitativo, realizando análisis multivariantes y cladísticos. Los resultados obtenidos de dichos análisis conjuntamente permitieron asignar el material dental principalmente a cf. *Velociraptorinae* indet., cf. *Dromaeosauridae* indet., cf. *Paronychodon*, cf. *Richardoestesia*, cf. *Pyroraptor* y Theropoda indet. Este conjunto faunístico es consistente con los documentados en otras localidades ibéricas y europeas del Cretácico Superior, proporcionando un contexto preciso de la composición y diversidad de los terópodos en el yacimiento. Estos hallazgos respaldan investigaciones anteriores y contribuyen a una mejor comprensión de la composición y la historia evolutiva de los terópodos europeos al final del Mesozoico.

Estudio filogenético de la subfamilia *Democricetodontinae* (Cricetidae, Rodentia).

Lucía Rodríguez Sualdea^{1,2}, Raquel López-Antoñanzas³, María Ángeles Álvarez Sierra^{1,2}, Pablo Peláez-Campomanes⁴

1 Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. lurodr06@ucm.es

2 Departamento de Geología Sedimentaria y Cambio Medioambiental, Instituto de Geociencias IGEO (CSIC, UCM), Madrid, España.

3 Laboratoire de Paléontologie, Institut des Sciences de l'Evolution (UMR-CNRS 5554), Université de Montpellier, Montpellier, Francia.

4 Departamento de Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC, Madrid, España.

Palabras clave: caracteres morfológicos, análisis filogenético, inferencia bayesiana, evolución de roedores, Mioceno.

Resumen

Democricetodontinae es una subfamilia de roedores cricétidos, posibles antepasados de los hámsteres actuales, que agrupa a los géneros *Copemys*, *Karydomys*, *Primus*, *Spanocricetodon* y *Democricetodon*. Los primeros restos fósiles se registran en el límite Oligoceno-Mioceno en Asia y se distribuyen a lo largo del Mioceno por Asia, Europa y Norteamérica.

En este trabajo, se ha efectuado un análisis filogenético de la subfamilia mediante Inferencia Bayesiana. Para ello se codificaron 88 caracteres morfológicos dentales significativos para cada una de las 53 especies y se construyó una matriz de datos con Mesquite. Posteriormente se realizó el análisis bayesiano calibrado temporalmente con Mr.Bayes.

En el árbol filogenético obtenido se puede observar que los géneros *Primus* y *Spanocricetodon* presentan las morfologías más primitivas. El género más abundante y diverso, *Democricetodon*, se divide en dos grandes clados. El primero de ellos incluye las especies de la Península Ibérica junto con especies de *Democricetodon* del centro y oeste de Europa y dos especies de *Copemys*. El segundo clado es más complejo, reúne a especies de *Democricetodon* asiáticas y europeas con morfologías dentales más complicadas junto con las especies de *Copemys* (exceptuando las dos mencionadas antes) y de *Karydomys* centroeuropeos. El resto de las especies de *Karydomys*, se agrupan en otro clado bien diferenciado de *Democricetodon*.

Los resultados obtenidos son congruentes con el registro y la distribución paleobiogeográfica del grupo y ponen de manifiesto la necesidad de realizar la revisión taxonómica del grupo.

Agradecimientos

Este trabajo está financiado por el proyecto PID2023-151089NB-I00 del MICIU/AEI /10.13039/501100011033 / FEDER, UE. LRS fue financiada por el contrato predoctoral CT58/21-CT59/21 de la UCM. Esta es una contribución del Grupo de Investigación UCM 910607 Evolución de Mamíferos y Paleoambientes Continentales Cenozoicos de la UCM.

Estudio morfométrico cráneo-mandibular del género *Canis* (Sierra de Atapuerca)

Raquel Blázquez-Orta^{1,2}, Nuria García^{1,2,3}

1 Grupo UCM Ecosistemas Cuaternarios, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, España, rborta@ucm.es

2 Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, España

3 Centro Mixto UCM-ISCIII de Evolución y Comportamiento Humanos, 28029, Madrid, España

Palabras clave: *Canis mosbachensis*, Pleistoceno, Sierra de Atapuerca, Morfometría Geométrica, Morfometría Tradicional

Resumen

En los niveles más antiguos de Atapuerca (entre hace 1,2 Ma y 780.000 años) se han recuperado restos de cánidos atribuidos a la especie *Canis mosbachensis*, antepasado del lobo actual. Este cánido, de tamaño medio, era algo más pequeño que el lobo moderno (*Canis lupus*) y representa una forma intermedia entre *Canis etruscus* (antepasado de *C. mosbachensis*) y el lobo actual. Este trabajo se centra en el análisis de restos de mandíbulas y carniceras de *C. mosbachensis* de la Sierra de Atapuerca, en concreto en los niveles 9 a 14 (TE9-TE14) de Trinchera Elefante, y nivel 6 (TD6) de Trinchera Dolina, del Pleistoceno Inferior y, los niveles 8 y 10 (TD8 y TD10) de Trinchera Dolina, del Pleistoceno Medio. Comparamos estos restos con fósiles de otros yacimientos pleistocenos europeos, así como con una muestra de chacales y lobos modernos. Los resultados muestran que los cánidos que habitaron Atapuerca hace unos 780.000 años eran una población más homogénea, y con un tamaño intermedio entre chacales y lobos, en comparación con la diversidad de tamaños observada en cánidos de otros yacimientos pleistocenos de Europa. Además, los datos morfológicos sugieren que los fósiles de TE9-TE14 y TD8 conservan una morfología más primitiva, asociada a un patrón de mesocarnivoría. En cambio, algunos ejemplares más modernos procedentes de TD10 muestran un patrón con mandíbulas más grandes y carniceras hipercarnívoras. Dichos rasgos apuntan a una forma transicional hacia el lobo actual, con tendencia a una mayor especialización en la dieta carnívora.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (PDI2021-122355NB-C33) y el grupo de investigación UCM "Ecosistemas Cuaternarios" (970827). R.B-O es beneficiaria de la ayuda predoctoral "Ayuda a la Investigación Cajaviva Fundación Caja Rural Burgos, de la Fundación Atapuerca". Agradecemos al equipo de investigación de Calvero de la Higuera (Pinilla del Valle), al "Museo Arqueológico y Paleontológico de la Comunidad de Madrid", al "Museo de Ciencias Naturales de Madrid", al "CENIEH (Burgos)", "IPHES (Tarragona)" y al "Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze" (con mención especial al conservador Andrea Savorelli) por proveer material para el desarrollo de este trabajo.

Reconstrucción de dos nuevas pelvis de la Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, España)

Sthella Savall^{1,2}; Juan-Luis Arsuaga^{1,2}

1 Facultad de Ciencias Geológicas, Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. ssavall@ucm.es

2 Centro UCM-ISCIll de Investigación sobre Evolución y Comportamiento Humanos, Madrid, España

Palabras clave: Pelvis – Sima de Los Huesos – Pleistoceno Medio

Resumen

La pelvis es un elemento clave para comprender la evolución del género *Homo*, al estar directamente vinculada con la locomoción bípeda y las capacidades obstétricas. No obstante, a pesar de su relevancia anatómica y funcional, los restos fósiles completos de pelvis son extremadamente escasos en el registro. Solo se conocen algunos ejemplares destacados, como Kebara 2 (*Homo neanderthalensis*), A.L. 288-1 (“Lucy”, *Australopithecus afarensis*) o Sts 14 (*Australopithecus africanus*). En este marco, la Pelvis 1 del yacimiento de la Sima de los Huesos (SH) en la Sierra de Atapuerca, datada en el Pleistoceno Medio, representa uno de los hallazgos más completos hasta la fecha. En este trabajo se presentan dos nuevas reconstrucciones de las pelvis de SH, denominadas Pelvis 2 (Coxal II AT-800 + sacro AT-1005, AT-1234, AT-2721) y Pelvis 3 (Coxal III AT-3807+AT-3808+AT-3809+AT-3300 + sacro AT-3711+AT-4200+AT-4350), obtenidas mediante una reconstrucción en digital, con técnicas de escaneado 3D y procesado. Ambas corresponden a individuos adultos, lo que permite comparaciones robustas con la colección de SH, otros fósiles y muestras de *Homo sapiens* actuales y arcaicos. Los resultados confirman y amplían el patrón robusto descrito para Pelvis 1, caracterizado por gran anchura bi-ílfaca, pubis alargado y morfología intermedia en el grosor de la rama superior del pubis, lo que apunta a una condición ancestral. Estas nuevas reconstrucciones enriquecen el conocimiento sobre la variabilidad pélvica del Pleistoceno Medio y las trayectorias evolutivas hacia la morfología moderna.

Desde la biomasa de grandes presas a la capacidad de carga de neandertales: perspectivas desde el Valle Alto del Lozoya

Beatriz Trejo^{1,2}, Marco Vidal-Cordasco³, Ana B. Marín-Arroyo³, Enrique Baquedano^{4,5}, Juan Luis Arsuaga^{1,2}, Theodoros Karampaglidis^{6,7}, Guillermo Rodríguez-Gómez^{1,2}

1 Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Universidad Complutense de Madrid, C/ José Antonio Novais 12, Madrid 28040, España. betrejo@ucm.es

2 Centro UCM-ISCIII de Evolución y Comportamiento Humanos, Avd/ Monforte de Lemos, 5, Pabellón 14, Madrid 28029, España

3 Grupo de I+D+i EvoAdapta (Evolución Humana y Adaptaciones durante la Prehistoria), Departamento Ciencias Históricas, Universidad de Cantabria, Santander, España

4 Museo Arqueológico y Paleontológico de la Comunidad de Madrid, Plaza de Las Bernardas s/n, Madrid, Alcalá de Henares, España

5 Instituto de Evolución en África (IDEA), Universidad de Alcalá de Henares, Covarrubias 36, Madrid 28010, España

6 Departamento de Ingeniería Geológica y Minera, Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, España

7 Department of Archaeology, Hebrew University of Jerusalem, Jerusalén, Israel

Palabras clave: península ibérica, modelización de distribución de especies, grandes herbívoros, Pleistoceno superior, neandertales.

Resumen

En el Valle Alto del río Lozoya (Madrid, España), cerca de Pinilla del Valle, se localizan los yacimientos del Calvero de la Higuera, con evidencias de presencia neandertal. Esta zona presenta un ecosistema semicerrado, rodeado de altas montañas y con una única salida al noreste. El estudio busca reconstruir el entorno ocupado por los neandertales durante el Pleistoceno superior y evaluar los recursos animales disponibles mediante la modelización de la distribución potencial de nueve grandes mamíferos herbívoros registrados en Cueva del Camino (~90 ka), perteneciente a Calvero de la Higuera: *Stephanorhinus hemitoechus*, *Equus caballus*, *Bos primigenius*, *Rupicapra rupicapra*, *Cervus elaphus*, *Dama dama*, *Capreolus capreolus*, *Sus scrofa* y *Castor fiber*. Se aplicaron modelos de distribución de especies (SDMs) basados en registros fósiles de las especies y reconstrucciones paleoclimáticas mediante un conjunto de algoritmos (GLM, GAM, Maxent y BART). Se obtienen mapas de probabilidad de presencia (0-1) de las especies en el área, siendo 0 una probabilidad nula y 1 una probabilidad máxima de presencia. A partir de ellos se infirió la densidad poblacional de cada especie combinando probabilidad de presencia y Productividad Primaria Neta (NPP), y se estimó la biomasa de presas que el valle podría sostener. Los resultados sugieren una baja densidad de neandertales (entre 44 y 20), asociándose el uso del valle con un territorio de caza, aprovechando su orografía, con una vía de entrada y salida. Estos resultados preliminares validan la metodología, que será aplicada en otros yacimientos.

Aplicación de Deep Learning a la clasificación automatizada de la meteorización ósea

Marcos Pizarro-Monzo¹

¹ Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. mapizarr@ucm.es

Palabras clave: Meteorización ósea, *Deep Learning* (DL), Inteligencia Artificial (IA), Tafonomía, Parque Nacional de Doñana.

Resumen

La meteorización ósea es un proceso tafonómico clave en contextos paleontológicos y arqueológicos, fundamental para realizar reconstrucciones temporales y ambientales. Desde su definición por Behrensmeyer (1978), la clasificación tradicional por estadios de alteración se basa en criterios visuales, por lo que puede existir cierto grado de variabilidad entre distintos observadores, afectando a la interpretación de los análisis tafonómicos. En este trabajo exploramos una metodología de automatización basada en la aplicación de modelos de *Deep Learning* para la identificación objetiva de los estadios de meteorización ósea, sobre un conjunto de imágenes obtenidas de un experimento controlado de 6 años de duración en el Parque Nacional de Doñana (Huelva, España) sobre tibias de ungulados. El análisis ha consistido en la evaluación de manera automatizada de más de 50 combinaciones de arquitecturas de Redes Neuronales Convolucionales (CNN), optimizadores y configuraciones de hiperparámetros, mediante el uso de la herramienta *Keras Tuner*. El modelo *MobileNetv2* (Domínguez-Rodrigo et al., 2020), junto con el optimizador *Adagrad*, obtuvo el mejor rendimiento en la distinción de huesos con estadios de meteorización 0 y 1 (*val_accuracy*: 89.4%, *f1-score*: 87%). Estos resultados, a pesar de ser preliminares e incipientes, demuestran el potencial de las herramientas de Inteligencia Artificial para mejorar la precisión y objetividad en los estudios tafonómicos, como ya ha hecho sobre otras modificaciones de la superficie ósea (Sandler et al., 2018), abriendo nuevas vías para el desarrollo de sistemas automáticos de análisis.

Referencias

- Behrensmeyer, A. K. (1978). Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, 4(2), 150-162.
- Domínguez-Rodrigo, M., Cifuentes-Alcobendas, G., Jiménez-García, B., Abellán, N., Pizarro-Monzo, M., Organista, E., & Baquedano, E. (2020). Artificial intelligence provides greater accuracy in the classification of modern and ancient bone surface modifications. *Scientific Reports*, 10(1), 18862.
- Sandler, M., Howard, A., Zhu, M., Zhmoginov, A., & Chen, L. C. (2018). Mobilenetv2: Inverted residuals and linear bottlenecks. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 4510-4520).

Agradecimientos

Agradecemos al Servicio de Colecciones Científicas de la Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC) por permitirnos llevar a cabo nuestro experimento en un área acotada y controlada de Doñana bajo su supervisión. La financiación de este estudio proviene de los proyectos MSCA-700196 (European Commission's Horizon 2020) y PID2022-138275NM-I00 (Spanish Government). Este estudio es parte del Grupo de investigación UCM 910607.

Estudio preliminar de la anatomía de *Lynx issiodorensis* respecto a otras especies de los géneros *Lynx* y *Caracal*

María Teresa Pérez Fernaud^{1,2}, Nuria García^{1,2,3}

1 Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología. Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España [mperez72@ucm.es]

2 Grupo UCM Ecosistemas Cuaternarios, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

3 Centro Mixto UCM-ISCIH de Evolución y Comportamiento Humanos, Madrid, España

Palabras clave: Morfometría geométrica, Pleistoceno, postcraneal, mandíbula

Resumen

El linco de Issoire (*Lynx issiodorensis*, Croizet & Jobert, 1828) es el ancestro común de las cuatro especies actuales de linco. Los fósiles más antiguos atribuidos a esta especie datan de 4 millones de años en África. Su presencia en Europa no se registra hasta el inicio del periodo Villafranchiense, hace 3,5 millones de años, en el yacimiento de Mt. Perrier (Francia). La mayoría de autores establecen la desaparición de *L. issiodorensis* durante el Pleistoceno, en torno a 1 millón de años. Fue sustituida por el linco boreal (*Lynx lynx*, Linnaeus 1758) en Europa central y Asia, y el linco ibérico (*Lynx pardinus*, Temmnick, 1827) en la región del Mediterráneo. Los restos de félidos de talla media de estas cronologías en Europa son escasos, y difíciles de clasificar, dada su similitud (Cuccu et al., 2023). Esto ha hecho que la posición filogenética de *L. issiodorensis* haya sido discutida, ya que algunos autores consideran que debería ser parte del género *Caracal* (Depéret, 1890; Morales et al., 2003). En este trabajo se emplean análisis de morfometría geométrica tanto de la mandíbula como de material postcraneal de fósiles asignados a *L. issiodorensis* procedentes principalmente de once yacimientos italianos de Valdarno Superior, con cronologías del Pleistoceno inferior (como Olivola o Il Tasso) para comparar su morfología con linceos ibéricos actuales, así como con caracales y linceos boreales. Las mayores diferencias se encuentran en la rama horizontal de la mandíbula, así como en la epífisis proximal del fémur, y la epífisis distal del radio.

Referencias

- Cuccu, A., Valenciano, A., Azanza, B., & DeMiguel, D. (2023). A new lynx mandible from the Early Pleistocene of Spain (La Puebla de Valverde, Teruel) and a taxonomical multivariate approach of medium-sized felids. *Historical Biology*, 35(1), 127-138. DOI: 10.1080/08912963.2021.2024181
- Depéret, C. (1890). Les animaux pliocènes du Roussillon, in *Mémoires de la Société Géologique de France*, Paléontologie, Tome Premier, Librairie Polytechnique Baudry, Paris, France. (Eds.) Pp 21-24
- Morales, J., Soria, D., Montoya, P., Pérez, B., & Salesa, M. J. (2003). *Caracal depereti* nov. sp. y *Felis* aff. *silvestris* (Felidae, Mammalia) del Plioceno inferior de Layna (Soria, España). *Estudios geológicos*, 59(1-4), 229-247. DOI: <https://doi.org/10.3989/egeol.03591-4101>

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por las Ayudas para la Contratación de PIF de la Comunidad de Madrid y el proyecto Ecosistemas Cuaternarios UCM-GR17-970827. Gracias a Juan F. Pastor (Museo Anatómico, Universidad de Valladolid), y a las colecciones de Anatomía Comparada del MNCN-CSIC y de la Estación Biológica de Doñana por los especímenes de este estudio, así como a Andrea Savorelli y las colecciones de Paleontología del Museo de Geología y Paleontología de la Universidad de Florencia.

Qvo vadis, *Nobilisaphus*?

Sara Romero¹, Juan Carlos Gutiérrez-Marco^{1,2}, Sofia Pereira³, Fernando García Joral¹

¹ Área de Paleontología GEODESPAL, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, José Antonio Novais 12, 28040 Madrid, España. Sarome01@ucm.es

² Instituto de Geociencias (CSIC, UCM), Dr. Severo Ochoa 7 – 4^a pl., 28040 Madrid, España.

³ Centro de Geociências, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra (Polo II), Rua Sílvio Lima, 3030-790 Coimbra, Portugal.

Palabras clave: Asaphidae, Ordovícico Medio, Ordovícico Superior, Suroeste Europa, Bohemia

Resumen

El primer trilobites documentado, erróneamente identificado como un “pez plano”, era un asáfido, un grupo de trilobites lisos que incluye algunas de las formas más grandes de estos artrópodos marinos. El primer estudio sistemático del grupo fue realizado por Brongniart y Desmarest en 1822. En 1846, Barrande describió *Asaphus nobilis* a partir de ejemplares del Ordovícico Superior de Praga. Kielan (1959) estableció el género *Opsimasaphus* y la especie *O. jaanussoni*, designando a *A. nobilis* como especie tipo. Přibyl y Vaněk (1965) crearon el subgénero *O. (Nobiliasaphus)* para formas con margen anterior pronunciado y 9–10 costillas en el pigidio. Balashova (1971) lo elevó a género al reconocer diferencias significativas, considerando *A. nobilis* como especie tipo. A nivel supragenérico, *Nobiliasaphus* y *Opsimasaphus* han sido reclasificados recientemente en la subfamilia Birmanitinae. Aunque *N. nobilis* pertenece al Ordovícico Superior, desde el siglo XX se ha asociado a esta especie abundante material del Ordovícico Medio del suroeste de Europa, a veces sinonimizado con *Ogygia guettardi* Brongniart, un taxón mal definido con posible prioridad nomenclatural. El estudio de material ibérico, 10 Ma más antiguo que los ejemplares tipo de *N. nobilis*, ha revelado diferencias en surcos glabulares, número de surcos pleurales y anillos raquídeos en el pigidio, y en la ornamentación del caparazón. Estos resultados sugieren la necesidad de revisar la taxonomía del género en el Ordovícico Medio del Suroeste de Europa, y proponer quizá una nueva especie para estas formas precursoras de *N. nobilis*.

Agradecimientos

Trabajo financiado por el contrato predoctoral CT15/23 y el proyecto PID2021-125585NB-I00 del MICIU español. También es una contribución al proyecto 735 del IGCP (IUGS-UNESCO).

Los saccocómidos del Jurásico superior de Mallorca y su potencial bioestratigráfico

José María López-García^{1,2}, Idoia Rosales³, Javier Martín-Chivelet^{1,4}

1 Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid (UCM), 28040 Madrid.
joselo17@ucm.es;

2 CN Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC). Calle Felicià Fuster 7, 07007 Palma.

3 CN Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC). Calle La Calera 1, 28760 Tres Cantos, Madrid.

4 Instituto de Geociencias (CSIC-UCM), 28040 Madrid.

Palabras clave: *Saccocoma*, *Roveacrinida*, *Kimmeridgiense*, *Titónico*, *Tethys*

Resumen

Los saccocómidos, microcrinoides pelágicos pertenecientes al orden Roveacrinida, llegaron a constituir la microfauna dominante en sedimentos pelágicos y de talud en el dominio del Tethys desde el Oxfordiense medio hasta su casi completa desaparición a finales del Titónico. Su utilidad estratigráfica ha sido con frecuencia subestimada por la complejidad morfológica que presentan las secciones, en lámina delgada, de sus placas desarticuladas. Sin embargo, su estudio puede adquirir especial relevancia en el estudio estratigráfico de áreas donde no existen otros fósiles con valor biocronoestratigráfico. El análisis a partir de 170 láminas delgadas de muestras del Jurásico superior de las Serres de Llevant de Mallorca ha permitido establecer una primera aproximación sistemática de las formas que se registran en varios bioeventos de acumulación de estos microfósiles (*“filament” event beds*) (Mülayim et al., 2020). Su distribución espacial ha facilitado la correlación estratigráfica en una zona de alta compartimentación tectónica. Por otro lado, la comparación de las formas encontradas con otros estudios sistemáticos llevados a cabo en el entorno del Tethys occidental (Benzaggagh et al., 2015) ha reforzado los límites cronoestratigráficos establecidos para las unidades estudiadas a partir de la estratigrafía de isótopos de Sr en belemnites, especialmente en el Kimmeridgiense y el Titónico inferior. Para el tránsito Titónico superior – Berriasiense los datos de saccocómidos y calpionélidos obtenidos en este estudio sugieren la necesidad de una revisión de la sistemática conocida, así como la incorporación de nuevas morfologías. Finalmente, se destaca el potencial del uso de inteligencia artificial para reconocer patrones en imágenes de secciones en láminas delgadas, lo que permitiría mejorar la caracterización biocronoestratigráfica de estos organismos.

Referencias

- Benzaggagh, M., Homberg, C., Schnyder, J., & Ben Abdesselam-Mahdaoui, S. (2015). Description et biozonation des sections de crinoïdes saccocomidés du Jurassique supérieur (Oxfordien-Tithonien) du domaine téthysien occidental. *Annales de Paléontologie*, 101(2), 95–117. <https://doi.org/10.1016/j.annpal.2015.02.002>
- Mülayim, O., Yilmaz, I. O., Sari, B., & Ferré, B. (2020). ‘Filament’ marker beds in the Karababa-A Member (Turonian) of the Arabian platform, SE Turkey: Palaeo-environmental significance, stratigraphy and correlation potential. *Proceedings of the Geologists’ Association*. 132 (2): 188–98. <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2020.11.004>.

Machine Learning-Based Seismic Facies Classification of Late Miocene Deep-Water Deposits in the Gulf of Cádiz: Implications for CO₂ Storage

Tural Feyzullayev^{1,2}, Beatriz Benjumea Moreno¹, David Lubo Robles³, Heather Bedle³, Estefanía Llave Barranco¹, F. Javier Hernández-Molina⁴, Zhi Lin Ng⁵

¹ Departamento Estratigrafía, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid, Spain turfeyzu@ucm.es.

² Instituto Geológico y Minero de España, IGME-CSIC, 28003 Madrid, Spain.

³ School of Geosciences, The University of Oklahoma, Norman OK, USA.

⁴ Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, IACT-CSIC, 18100 Armilla, Granada, Spain.

⁵ School of Marine Sciences, Sun Yat-sen Univ, Zhuhai, 519082, China.

Key words: Machine Learning, CO₂ storage, Seismic Attributes

Abstract

Classifying seismic facies is a key step in capturing the geological variability and depositional patterns of deep-marine systems, which is particularly important when evaluating potential subsurface reservoirs. In this study, a machine learning workflow was applied to the Late Miocene deep-water sediments of the Gulf of Cádiz and surrounding basins, deposited during the Mediterranean Atlantic exchange through the Guadalquivir and Rifian corridors. These successions, shaped by structural and stratigraphic controls, include contourite and mixed turbidite contourite systems that hold considerable promise for CO₂ storage. The workflow integrated a Probabilistic Neural Network (PNN), which initially separated target from non-target facies, with Principal Component Analysis (PCA) to reduce attribute redundancy and identify the most influential features. Four seismic attributes GLCM Energy, Coherent Energy, Peak Magnitude, and Dip Deviation were selected based on their low intercorrelation and significant contributions to the principal components. These attributes were subsequently used in a Self-Organising Map (SOM) to carry out unsupervised facies classification within the constrained Late Miocene interval. The classification outputs reveal a range of complex depositional architectures, including turbiditic–contouritic facies associations, mounded accumulations, channelized systems, and erosional surfaces demarcating stratigraphic units. These results provide new insights into reservoir heterogeneity and quality, demonstrating how contourite and mixed depositional processes control the spatial distribution of potential storage intervals. By integrating supervised and unsupervised machine learning techniques, the workflow enhances the resolution of seismic facies interpretation and highlights the suitability of these deep-marine deposits as candidates for long-term CO₂ storage.

Development of an Open-Source Methodology for Digitizing and Reprocessing Vintage Seismic Sections

Alejandro Pertuz^{1,2}, M. Isabel Benito^{1,2}, Pablo Suárez González¹, Pilar Llanes¹, Martín García Martín³

1 Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Universidad Complutense de Madrid, C/ José Antonio Novais 12, 28040 Madrid - apertuz@ucm.es

2 Instituto de Geociencias IGEO (UCM-CSIC). C/ Severo Ochoa 7, 28040 Madrid

3 Área de Geología, Universidad Rey Juan Carlos, C/ Tulipán S/N, 28933 Móstoles

Keywords: seismic reflection, digitization, reprocessing, Python

Abstract

Vintage 2D seismic reflection sections were commonly recorded in analog formats like magnetic tapes and paper prints. With much of the original data lost to inadequate archival practices, scanned images of these sections remain the only source of public subsurface information in numerous regions, such as the Cameros basin, object of the study of the PhD thesis. Despite their outdated format, these vintage sections remain invaluable for geological studies, motivating the need for effective methods to recover their information for modern analysis.

To meet this need, a suite of open-source Python tools has been developed that build upon and improve previous digitization and reprocessing methods. SEGYRecover digitizes images of seismic sections by converting them into standard SEG-Y files that not only preserves the original information but also allows reprocessing and improvement of the data. VelRecover generates continuous velocity models from sparse velocity picks, enabling further processing like post-stack migration and depth conversion. InSeis allows users to construct seismic processing workflows using the widely adopted Seismic Unix package, running on Windows systems through the Linux Subsystem.

This set of tools has been designed with modern, user-friendly graphical interfaces to simplify the learning curve. Being free, publicly available, and fully documented, these tools make the recovery of seismic sections straightforward and efficient, enabling researchers worldwide to integrate vintage but unique data into modern geological studies.

Modelling European Holocene Continental and Oceanic Surface Temperatures using Deep Learning with Stochastic Neural Networks

Artur Stachnik ¹, Annabel Wolf ², Aishik Ghosh ³, Mario Morellón ¹, Javier Martín-Chivelet ¹

¹ Department of Geodynamics, Stratigraphy, and Paleontology. Faculty of Geological Sciences, Complutense University of Madrid. 28040 Madrid, Spain. artursta@ucm.es

² Department of Earth and Environmental Sciences. University of Michigan. Ann Arbor, Michigan, USA.

³ Lawrence Berkeley National Laboratory. University of California. Berkeley, California, USA.

Keywords: Temperature reconstruction, proxy records, Europe, probabilistic neural network, artificial intelligence.

Abstract

Europe is home to abundant Holocene temperature proxy-based records derived from marine and terrestrial geological archives (speleothems, lake sediments, pollen records, tree rings, etc.) stored in community-standardized repositories (e.g., National Oceanic and Atmospheric Administration Temperature 12K, LiPDverse). Traditional temperature simulations carried out during the last decades rely on numerically complex Atmosphere-Ocean General Circulation Models in which proxies serve primarily to calibrate outputs. The recent development of artificial intelligence-based techniques offers an excellent opportunity to test and potentially improve these simulations. To achieve this goal, we present a stochastic deep neural network that learns directly from proxy observations to reconstruct Holocene European surface temperatures over land and ocean. By treating geological proxies as primary inputs rather than calibration targets, the model captures nonlinear relationships between proxy signals and temperature while returning calibrated predictive distributions. Its stochastic component propagates uncertainties from proxy measurement and interpretation, including chronological errors, and from spatiotemporal sampling gaps. Trained on harmonized datasets, the network produces continuous, spatially explicit reconstructions with pixel-wise uncertainty estimates for the last ca. 12,000 years. Compared to previously existing modeling techniques, our new approach offers comparable capability when reference points exist, while substantially reducing computational cost. By focusing on geological evidence and quantifying uncertainty within the learning process, our approach complements and improves Earth system modeling and provides a scalable and data-efficient pathway to refine European Holocene temperature histories and their confidence limits.

Geology of the Baztán Basin (N Spain): new insights into Permian–Triassic tectonics and sedimentary record.

Rudy Scarani^{1,2}

1 Dipartimento di Scienze della Terra e dell’Ambiente, Università di Pavia, Pavia, 27100, Italy.

rudy.scarani01@universitadipavia.it

2 Departamento de Mineralogía y Petrología, Facultad de Geología, Universidad Complutense, C/ José Antonio Nováis 12, 28040 Madrid, Spain rscarani@ucm.es

Key words: Baztán Basin, Permian sedimentary record, Triassic extensional basins, Tectonic evolution, Sedimentology and paleocurrents

Abstract

The Permian-Triassic continental record of the Baztán Basin (Navarra, N Spain) remains enigmatic in terms of its tectonic and sedimentary evolution related to the complex reactivation of Palaeozoic structures. This study focuses on sedimentology, tectonics, palaeontology, and mineralogy, geochemical and bulk analysis, with planned XRD analysis of clay assemblages, aiming to place this record in a new regional context. The Variscan basement displays a strong paleorelief, often preventing the presence of Permian deposits, which occur in isolated post-orogenic extensional basins. The Permian record includes three units up to 200 m: (P1) (lacustrine carbonates and siliciclastic, (P2) alluvial deposits with floodplains and ephemeral lakes, and (P3) reactivation of the depositional system with breccias, conglomerates, sandstones, and shales, representing medial to distal alluvial fan facies with paleocurrents to the W. The Triassic (Anisian-Ladinian) occupies wider extensional basins linked to early rifting between Iberia and Eurasia, and is separated from the Permian by an unconformity, and is up almost to 200 m thickness. It includes: (T1) conglomerates from braided fluvial systems, (T2) sandstones with SW-directed paleocurrents, alternated with shales with increasing carbonates upward, interpreted as distal ephemeral fluvial facies with terrigenous-carbonate deposits transitions at the top. This sedimentary and tectonic framework allows, for the first time, correlation of the Baztán area with adjacent basins to the E and W within the Pyrenean–Cantabrian orogenic belt.

El Episodio Pluvial del Carniense: ¿cómo estudiar este cambio paleoambiental de hace 230 millones de años?

Isabel Boulosa^{1,2}, José Fernández Barrenechea^{1,2}, José López-Gómez¹

1 Instituto de Geociencias (CSIC-UCM), calle Doctor Severo Ochoa 7, 28040 Madrid, España. isaboull@ucm.es.

2 Departamento de Mineralogía y Petrología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, calle José Antonio Nováis 2, 28040, Madrid, España.

Palabras clave: Triásico, Carniense, paleoclima, arcillas, paleomagnetismo

Resumen

A finales del Triásico, el peri-Tethys tenía un clima semiárido y cálido. Sin embargo, durante el Juliense (Carniense) esta tendencia cambió hacia un clima húmedo y cálido, el Episodio Pluvial del Carniense (CPE). Este episodio climático tuvo un carácter global e impactó sobre los ecosistemas marinos y terrestres, provocando extinciones de especies como ammonoideos, y la radiación de taxones como los dinosaurios. Estos cambios se reflejan en el registro sedimentológico, con interrupciones en el desarrollo de las plataformas carbonatadas marinas y la expansión de sistemas fluviales en el continente.

Como aún hay mucho por comprender sobre este episodio, este trabajo se centra en una aproximación multidisciplinar al CPE en Iberia, abarcando estudios sedimentológicos, mineralógicos, paleomagnéticos y palinológicos. En primer lugar, se ha realizado un estudio sedimentológico de un afloramiento y recogido muestras para estudiar las posibles variaciones mineralógicas y geoquímicas, especialmente en la mineralogía de arcillas, con el objetivo de establecer su relación con dichos cambios paleoambientales. Paralelamente, se ha llevado a cabo un muestreo para análisis paleomagnéticos, con el fin de conocer la evolución paleoambiental, descifrar su polaridad y, si es posible, datar este episodio en Iberia.

A partir de los resultados preliminares de este trabajo se pueden observar variaciones que indican una expresión local de este episodio con influencia climática y marina y a su mismo tiempo refleja unas condiciones de humedad menores a las esperadas para este episodio.

Petrography and mineral chemistry of forty-nine equilibrated ordinary chondrites from the Atacama Desert, Chile

Alberto Rodríguez Santiago¹, Jordi Llorca Piqué², Nuria Sánchez-Pastor¹

1 Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid (España)
albertorosanti@gmail.com

2 Departament d'Enginyeria Química. Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech, 08034, Barcelona (España)

Keywords: Meteorites; Chondrites; Shock Degree; Atacama Desert

Abstract

The Atacama Desert in northern Chile provides exceptional conditions for meteorite accumulation due to its persistent hyper-arid climate, stable for ~25 million years. This environment has enabled the discovery of meteorite populations with terrestrial ages averaging 710,000 years. Since 2017, international and Chilean expeditions have actively searched the region, though limited laboratory access remains a key challenge for classification. In this study, forty-nine equilibrated ordinary chondrites collected during a 2020 Spanish expedition were analyzed for petrography, mineral chemistry, and shock metamorphism. The sample comprised thirty-two H-group, sixteen L-group, and one LL-group chondrite. Shock degrees were classified using the widely adopted scheme of Stöffler et al. (1991), ranging from S1 (unshocked) to S6 (very strongly shocked). Among the forty-nine specimens, five were S1, thirty-two S2, four S3, five S4, and three S5. Results reveal that L-group chondrites represent the majority of heavily shocked specimens, while the H-group included only four highly shocked samples and the LL-group just one. These findings suggest that the distribution of shock metamorphism in Atacama Desert chondrites diverges from global trends, potentially reflecting differences in surface properties of their parent bodies.

References

Stöffler, D.; Keil, K.; Scott, E.R.D. (1991): Shock metamorphism of ordinary chondrites. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 55, 3845–3867.

¿Y si vamos un poco más allá? Estudio multidisciplinar de la magnetita en depósitos tipo MtAp e IOCG

Ignacio Ledesma Martín¹, Vicente Carlos Ruiz Martínez², Fernando Tornos Arroyo³

1 Departamento de Mineralogía y Petrología, UCM, c/José Antonio Novais, 12, 28040, Instituto de Geociencias (IGEO, CSIC-UCM), c/Severo Ochoa, 7, 28040. ignledes@ucm.es

2 Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica, UCM, Plaza de las Ciencias 1, 28040

3 Instituto de Geociencias (IGEO, CSIC-UCM), c/Severo Ochoa, 7, 28040

Palabras clave: Magnetita, Geomagnetismo, Yacimientos, Magnetita-Apatito (MtAp), Iron Oxides-Copper-Gold (IOCG)

Resumen

La Cordillera de la Costa de los Andes alberga uno de los principales distritos a nivel mundial donde coexisten depósitos tanto tipo MtAp como IOCG, lo que ha llevado a proponer tradicionalmente la existencia de un *continuum* entre ellas. No obstante, este modelo debe considerarse especulativo, dado que no todos los depósitos IOCG presentan una relación espacial, geoquímica y geocronológica directa con los MtAp. Mientras que a estos se les atribuye un origen magmático, resultado de un fundido máfico inmiscible debido a procesos de contaminación cortical, en el caso de los IOCG existe un mayor consenso respecto a su génesis hidrotermal. Esto hace que la relación entre ambos depósitos sea una de las mayores incógnitas en el ámbito de la geología económica.

La magnetita constituye el denominador común en ambos estilos de mineralización lo que hace que, en un principio, diferenciar la magnetita asociada a depósitos MtAp de aquella presente en sistemas IOCG represente un desafío relativamente abordable, dado que cabría esperar que minerales formados en contextos genéticos distintos presenten características químicas distintas. Sin embargo, los análisis composicionales mediante EMPA y SEM no han resultado concluyentes hasta el momento.

El estudio de las características físicas de susceptibilidad e histéresis de la magnetita y su posterior análisis ha permitido distinguir en un mismo depósito las dos mineralizaciones, de manera coherente al estudio geológico, incluso en muestras que presentan ambas generaciones, resultando en una herramienta útil para el estudio de estos depósitos.

Referencias

Sillitoe R (2003) Iron oxide-copper-gold deposits: an Andean view. *Miner. Deposita* 38:787-812.

Tornos F, Hanchar JM, Munizaga R, Velasco F, Galindo C (2021) The role of the subducting slab and melt crystallization in the formation of magnetite-(apatite) systems, Coastal Cordillera of Chile. *Miner. Deposita*, 56:253-278.

Tornos F, Hanchar JM, Steele-MacInnis M, Crespo E, Kamenetsky VS, Casquet C (2024a) Formation of magnetite-(apatite) systems by crystallizing ultrabasic iron-rich melts and slag separation. *Miner. Deposita*, 59:189-225.

Agradecimientos

Agradecemos al personal del CAI de Técnicas Físicas de la Universidad Complutense de Madrid por su ayuda y disposición.

Granulometría y porcentaje de minerales pesados en placeres de playa de la Ría de Vigo, NO de España

Wai L. Ng-Cutipa^{1,2}, Rubén Piña¹, F. Javier González², Rosario Lunar¹, Luis Somoza²

1 Departamento de Mineralogía y Petrología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, C. José Antonio Novais 12, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, wng@ucm.es

2 Geología Aplicada a los Recursos Marinos y de Medios Extremos, Instituto Geológico y Minero de España, C. Ríos Rosas 23, 28003 Madrid

Palabras clave: Placer marino, minerales pesados, granulometría, materias primas críticas

Resumen

Los placeres marinos son acumulaciones de minerales pesados que se producen en playas y fondos marinos someros. La mineralogía típica es de minerales de Ti (ilmenita y rutilo) y Zr (zircón), en ocasiones con cantidades importantes de magnetita, casiterita, monacita, wolframita, cromita y oro. Económicamente son atractivas las zonas con más del 2% del mineral pesado de interés. En la ría de Vigo, el Proyecto Europeo S34i recientemente ha mostrado nuevos datos de geoquímica y mineralogía, y la aplicación de teledetección para la exploración de estos tipos de yacimientos en áreas costeras. El objetivo de este trabajo es 1) conocer el porcentaje de minerales pesados (en la fracción fina) de nuevas muestras del sector mediante la separación por líquidos densos (Bromoformo, $d=2,825 \text{ g/cm}^3$) para la evaluación de la ocurrencia mineral; y 2) el porcentaje de minerales pesados de la muestra total y su granulometría para su empleo en teledetección.

Se emplearon 5 muestras superficiales de las playas Vao y Santa Marta (ría de Vigo), recolectadas en setiembre del 2023: Vao 2 hasta 2 cm; Vao 3 hasta 23 cm; y Vao 4 (al pie de la duna), Vao 5 (blanco de campo) y Santa Marta 5, hasta 1 cm de profundidad. El porcentaje de minerales pesados varía de 21 % (Vao 2) a alrededor del 53 % (Vao 4), mientras que el blanco presenta 7% (Vao 5). Las arenas son de grano medio a fino. Similarmente, los minerales pesados de la muestra total son de grano medio a fino, a excepción de Vao 3 y Santa Marta 5 (fino a medio). Los resultados permiten corroborar el potencial de placeres marinos en playas, cuantificándose el porcentaje de minerales pesados. Finalmente, las zonas evaluadas presentan minerales de interés como materias primas críticas, como ilmenita, rutilo, monacita, almandino, minerales de Nb-Ta, entre otros; los cuales se han reconocido en anteriores trabajos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto europeo S34i (HORIZON-CL4-2022-RESILIENCE-01, Grant Agreement nº 101091616) y el Proyecto Intramural del IGME-CSIC (Nuevas tecnologías aplicadas al estudio de alta resolución de minerales crítico, Ref. 20043M236).

Aplicación de fluorescencia de rayos X (pFRX) para la caracterización geoquímica de suelos a escala regional

Iker Martínez-del-Pozo¹, Mónica Celina Gómez-Pachón¹, Inmaculada Ferri-Moreno¹, Mari Luz García-Lorenzo¹, Saturnino Lorenzo², José Ignacio Barquero-Peralbo², Xabier Arroyo-Rey³, Pablo Higuera², José María Esbrí¹

1 Departamento de Mineralogía y Petrología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, España. ikerma01@ucm.es

2 Instituto de Geología Aplicada, Universidad de Castilla-La Mancha, 13400, Almadén, España

3 Unidad de Técnicas Geológicas, CAI de Ciencias de la Tierra y Arqueometría, 28040, Universidad Complutense de Madrid, España

Palabras clave: Suelo, Niveles de Fondo, Fluorescencia de Rayos X Portátil

Resumen

Los estudios geoquímicos regionales de suelos son fundamentales para la definición de niveles de fondo, la exploración de recursos y la evaluación de la contaminación. Sin embargo, la caracterización de grandes conjuntos de muestras implica elevados costes económicos y de tiempo. En este contexto, la fluorescencia de rayos X portátil (pFRX) se presenta como una alternativa eficaz, ya que permite obtener medidas rápidas, económicas y con una mínima preparación de muestra. En este estudio se optimizó el uso de pFRX, mediante ensayos con muestras certificadas de referencia, ajustando los tiempos de medida (45 - 90 s) y seleccionando los métodos de análisis (Soil-FP y Mining-FP) del pFRX con el fin de obtener una gestión más eficaz en la durabilidad del equipo, además de evaluar el efecto de la matriz del suelo con 4 grados de preparación de muestra. Se obtuvieron resultados satisfactorios para los elementos K, Ca, Ti, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Zr y Pb, comparándolos con los obtenidos mediante un equipo de laboratorio FRX. La metodología se aplicó en un muestreo sistemático representativo de la geología de la provincia de Cuenca (España), con el fin de establecer los niveles de fondo geoquímico de la región. Estos resultados se contrastaron con bases de datos de programas geoquímicos europeos (FOREGS y GEMAS) y nacionales (IGME), considerando las técnicas analíticas de los programas como las estrategias de muestreo empleadas.

First steps in the study of migmatization in Bacariza Formation (Cabo Ortegal Complex, NW Iberian Massif)

Elizabeth María Moreno-Chico¹, Alicia López-Carmona¹, Gabriel Gutiérrez-Alonso², Javier Fernández-Suárez¹

¹ Departamento de Mineralogía y Petrología, Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid (España) elizmo01@ucm.es

² Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca. Salamanca (España)

Key-Words: Migmatites, Mafic, Ortegal, Bacariza

Abstract

Partial melting in mafic rocks is relatively uncommon, poorly documented and studied in the geological record. The mineralogical and textural complexity of the protolith, combined with the limited availability of experimental data, poses a challenge for accurate petrological models (Sawyer, 2008). The Bacariza Formation, in the Cabo Ortegal Complex (NW Iberian Massif), records this kind of partial melting. This thesis aims at characterizing these mafic migmatites using petrological, thermodynamic, geochronological and experimental methods to provide new insights into the migmatization processes and their P-T-t conditions; and possible geodynamic scenarios in order to clarify the role of the Bacariza Formation in the evolution of Gondwana's deep crust during the Variscan orogeny.

One field campaign has been completed, and the petrological study is ongoing. Preliminary results show that Bacariza Fm has undergone partial melting at different stages of development, both at the macro and micro scale. The mineral associations involved in those processes feature amphibole, garnet, clinopyroxene, epidote-group minerals, plagioclase, quartz, rutile, titanite, biotite, and opaque minerals, with varying textural features and modal abundances. Available preliminary data suggest that partial melting was pervasive in the whole of the Bacariza formation which represents an outstanding *natural laboratory* to widen our understanding of key aspects of the Variscan orogeny from a different perspective.

References

Sawyer, E. W. (2008). *Atlas of Migmatites*. Canadian Science Publishing.
<https://doi.org/10.1139/9780660197876>

Titanite as an alternative to zircon for U–Pb dating in mafic-intermediate alkaline rocks of the Central Igneous Complex of Sal Island

María García-Rodríguez¹, Cristina de Ignacio¹, David Orejana¹, Richard Albert², Axel Gerdes², Carlos Villaseca^{1,3}.

¹ Departamento de Mineralogía y Petrología, Facultad Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid (España). magarc40@ucm.es

² Frankfurt Isotope and Element Research Centre (FIERCE), Goethe-Universität, Frankfurt am Main (Germany)

³ Instituto de Geociencias, IGEO (UCM, CSIC), 28040 Madrid (España).

Key Words: Titanite, U/Pb geochronology, Sal Island, Circular Complexes, Cape Verde

Abstract

The Central Igneous Complex of Sal Island (Cape Verde) shows several zoned circular plutons that include lithologies ranging from melagabbros and gabbros to monzogabbros, monzonites, and monzosyenites. The most frequent accessory minerals are apatite, titanite and iron oxides, whereas zircon is usually absent in these rocks of mafic to intermediate composition.

Zircon is the reference mineral in geochronological studies due to its favorable crystal chemistry and its ability to reliably preserve isotopic systems. Another possible approach in these rocks is the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ method. However, this technique also presents limitations, as ages may be affected by hydrothermal alteration processes. This issue, together with the absence of zircon, makes geochronology particularly complicated in young mafic-intermediate alkaline rocks from Sal.

In this context, titanite (CaTiSiO_5), which is relatively abundant in the studied lithologies, emerges as an alternative. Although more reactive than zircon, this accessory mineral incorporates moderate amounts of U, excludes common Pb during crystallization, and has a high isotopic closure temperature. These characteristics make it a good candidate for U–Pb dating in cases where zircon is not available.

The preliminary chemical characterization of titanite from the Sal plutonic complexes shows homogeneous major-element compositions and rare-earth element patterns, consistent with a magmatic origin. This reinforces its suitability as a chronologic mineral and opens new possibilities for constraining the magmatic evolution of the Cape Verde archipelago.

Variaciones mineralógicas y geoquímicas en la zona de falla de Palomares

Elena Real-Fernández^{1,3}, Manuel Pozo², Cristina De Ignacio¹, Enrique Sanz-Rubio³ y Ángel Sánchez-Malo³

1 Departamento de Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid (España) elenreal@ucm.es.

2 Departamento Geología y Geoquímica. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid, 28049, Madrid (España)

3 Geomina Natural Resources, SLNE. Collado Villalba, 28400, Madrid (España)

Palabras clave: Alteración Hidrotermal, Minerales de la arcilla, Elementos estratégicos.

Resumen

El Arteal y Herrerías son dos segmentos de falla pertenecientes a la zona de cizalla sinistral de Palomares (Almería), situada en la provincia volcánica neógena del sureste de la Península Ibérica. Esta estructura controla tanto el levantamiento y exhumación de rocas metamórficas de las unidades Nevado-Filábride y Alpujárride, como la subsidencia de la cuenca sedimentaria neógena de Vera, además de la aparición de rocas volcánicas calcoalcalinas y ultrapotásicas del Mioceno (López Ruiz & Rodríguez Badiola, 1980). Las rocas metamórficas albergan mineralizaciones filonianas de sulfuros metálicos, plata nativa y minerales asociados, vinculadas a fracturas extensionales subsidiarias que evidencian circulación activa de fluidos (Dyja *et al.*, 2016) y posible movilización de elementos estratégicos.

Este estudio analiza los procesos de alteración hidrotermal responsables de la formación de minerales de la arcilla y sus variaciones geoquímicas a lo largo de estos segmentos de falla. En ambas fallas se analizaron los materiales no alterados y alterados de las zonas internas mediante técnicas de DRX, SEM y análisis geoquímicos de elementos mayores y traza.

Los resultados mineralógicos muestran un aumento significativo de los filosilicatos: Illita-micas y caolinita en El Arteal, y esmectitas-illita en Herrerías. Además, los análisis geoquímicos revelaron un enriquecimiento de elementos estratégicos en los materiales alterados, lo que sugiere una circulación activa de fluidos hidrotermales influenciada por la actividad geotérmica y la intrusión de rocas ígneas en el Mioceno.

Citas y referencias:

Dyja, V., Hibsich, C., Tarantola, A., Cathelineau, M., Boiron, M.-C., Marignac, C., Bartier, D., Carrillo-Rosúa, J., Ruano, S. M., & Boulvais, P. (2016). From deep to shallow fluid reservoirs: Evolution of fluid sources during exhumation of the Sierra Almagrera, Betic Cordillera, Spain. *Geofluids*, 16(1), 103–128.

López Ruiz, J. & Rodríguez Badiola, E. (1980). La región volcánica neógena del SE de España. *Est. Geol.*, 36, 5-63.

Agradecimientos:

Trabajo realizado con la ayuda DIN2022-012822 financiada por MICIU/AEI /10.13039/501100011033.

Estudio comparativo de materiales reactivos en la eliminación de uranio de aguas subterráneas

Beatriz Carbonell Barrios^{1,2}, Elena Torres Álvarez²

1 Departamento de Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid (España). beacarbo@ucm.es

2 Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), 28040, Madrid (España). beatriz.carbonell@ciemat.es

Palabras clave: Barrera reactiva permeable, agua subterránea, uranio, fosfatos, hueso

Resumen

La contaminación de aguas subterráneas por uranio procedente de actividades mineras representa un importante reto ambiental. Tradicionalmente, la remediación se ha realizado mediante métodos *ex situ* como el bombeo y tratamiento (*pump and treat*), con eficacia limitada y altos costes a largo plazo. Recientemente, las tecnologías pasivas *in situ*, especialmente las barreras reactivas permeables (*PRB* de su término en inglés), han cobrado relevancia por su sostenibilidad y eficiencia, permitiendo eliminar contaminantes selectivamente mediante materiales reactivos sin alterar el flujo natural del agua.

Este estudio tiene como objetivo identificar el material más adecuado para rellenar una *PRB* destinada a eliminar uranio. Se evaluaron carbones activos, hierro cero valente (ZVI), óxidos de hierro, arcillas, hidroxiapatita y hueso animal.

Los ensayos se realizaron en *batch* empleando agua contaminada muestreada en zonas mineras (3820 ± 110 ppb de uranio, pH $7,68 \pm 0,25$, CE 1344 ± 110 $\mu\text{S}/\text{cm}$). La concentración de adsorbente elegida fue 2 g/L y la concentración final de uranio se determinó por ICP-MS.

En el proceso de selección se consideró tanto la eficiencia de eliminación como la viabilidad operativa de los materiales evaluados. La eliminación de uranio varió según el tipo de material utilizado, superando el 80% en el grupo de los fosfatos. El hueso animal destacó por su eficacia, bajo coste y seguridad ambiental, siendo la mejor opción para aplicaciones futuras en remediación de uranio.

Este trabajo busca contribuir a la optimización de los diseños de barreras reactivas disponibles y explorar de sinergias en la remediación de otros contaminantes.

Geoquímica y ecotoxicidad en ecosistemas mineros mediante bioensayos: aplicación en Sierra Minera y San Quintín

Inmaculada Ferri-Moreno¹, Iker Martínez-del-Pozo¹, Óscar Andreu-Sánchez², José María Esbrí¹, Mari Luz García-Lorenzo¹

¹ Departamento de Mineralogía y Petrología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid (España). inmferri@ucm.es

² Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Farmacia, Universitat de València, 46100, Burjassot (España).

Palabras clave: Geoquímica, Bioensayos, Ecotoxicidad, Evaluación ambiental, Gestión ambiental

Resumen

Las explotaciones mineras son una de las principales actividades con mayor impacto sobre los ecosistemas. Los residuos generados representan una amenaza ambiental debido a su elevado contenido en elementos potencialmente tóxicos (EPTs) como As, Cd, Pb y Zn, especialmente cuando no existe un tratamiento o estabilización, lo que favorece su movilidad y dispersión. Los distritos mineros de San Quintín (Ciudad Real) y Sierra Minera (Murcia) son ejemplos de desastre ambiental, donde grandes cantidades de residuos actúan como focos de emisión de EPTs. La evaluación de impacto ambiental es por tanto, clave para la adecuada gestión de estos materiales. En este estudio se aplicó una batería de bioensayos sobre productores primarios incluyendo algas verdes (*R. subcapitata*), plantas acuáticas (*S. polyrhiza*) y semillas de mastuerzo (*L. sativum*) con el fin de evaluar la toxicidad. Para ello se obtuvieron lixiviados de residuos y suelos caracterizados geoquímica y mineralógicamente. Se registraron valores elevados de As (3.840 mg kg^{-1}), Cd (140 mg kg^{-1}), Pb ($36.600 \text{ mg kg}^{-1}$) y Zn ($27.637 \text{ mg kg}^{-1}$), especialmente en los residuos. Aunque la solubilidad de los elementos no fue muy alta, *S. polyrhiza* mostró signos de toxicidad alcanzando un máximo de 32 unidades tóxicas (UT). En cambio, para *R. subcapitata* y *L. sativum* la toxicidad fue generalmente baja, observándose incluso efecto hormesis que estimuló el crecimiento en algunas muestras. Estos resultados refuerzan la necesidad de emplear organismos de diferentes niveles tróficos para determinar el riesgo asociado a las muestras estudiadas.

Pseudotachylytes associated with the Tarqui–Girón fault system, southern Ecuador.

María Fernanda Guarderas^{1,3}, Arturo Egüez², Julio Garrote³

1 Universidad Técnica Particular de Loja, Departamento de Geodinámica, 110107 Loja, Ecuador.

mfguarderas@utpl.edu.ec, mguarder@ucm.es

2 Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Geología, E11-164 Quito, Ecuador.

3 Universidad Complutense, Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, 28040 Madrid, Spain.

Keywords: Pseudotachylytes; Tarqui–Girón Faults; Paleoseismic Structures.

Abstract

The Tarqui-Girón fault system is located in southern Ecuador and extends for more than 75 km, divided into several segments. The system presents complex characteristics and evidence of tectonic activity that has been operating from the Middle Miocene to the Quaternary. The tectonic regime may have undergone changes from reverse kinematics to dextral strike-slip. The southern segment studied between Girón and Jubones is characterized by the occurrence of pseudotachylites, studied for the first time in Ecuador.

The pseudotachylites provide evidence of brittle to brittle-ductile mechanical fracturing at depths of < 5 km. Their origin is associated with frictional melting in paleo-seismogenic zones. There are two types of pseudotachylites distinguished by their original composition: (1) those formed by frictional melting, or true pseudotachylites, and (2) those derived from cataclasites. Thin-section studies identify pseudotachylites with minerals showing corroded rims formed due to mineral instability, a fine-grained to aphanitic glassy matrix ranging from brown to black with embedded microcrystals; in addition, cooling margins and injection veins are observed, along with crystals showing glass plate-type fractures and spherulites.

The findings suggest that the fault has experienced a prolonged and complex tectonic history, with deformation events recorded in the microstructures. These constitute a valuable indicator of past seismic activity, and their study contributes to a better understanding of geological hazards in southern Ecuador.

Tesserae extension estimation and comparison with crustal plateau thickness, Venus.

Julia Álvarez Lozano¹, Ignacio Romeo Briones¹, Javier Ruíz Perez¹, Hodei Uzkeda Apestegui¹, Alberto Jiménez Díaz²

¹ Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Universidad Complutense de Madrid. c/ de José Antonio Novais, 12. Madrid (28040). Correo electrónico: juliala07@ucm.es

² Departamento de Biología y Geología, Física y Química Inorgánica, ESCET, Universidad Rey Juan Carlos. c/ Tulipán, s/n, Móstoles (28933).

Key words: Venus; tessera; stretching; graben; crustal thickness

Abstract

Venusian tesserae, the planet's oldest terrains (~8% of the surface; Ivanov & Head, 2011), are characterized by long, narrow graben known as ribbons, typically found on crustal plateaus. These regions exhibit low gravity anomalies, low gravity-to-topography ratios, and shallow apparent compensation depths indicating a thickened crust (Grimm, 1994). However, crustal thickness and Bouguer anomalies vary notably between plateaus (Jiménez-Díaz et al., 2015): for example, Ovda Regio has a thick crust, high topography, and strong Bouguer anomaly, while Alpha Regio displays the opposite.

Detailed ribbon maps were created for each region due to the structural complexity of tessera terrains. Ovda shows radial and concentric ribbon sets with a central zone without apparent extension, whereas Alpha's ribbons intersect perpendicularly across the surface.

Each study area was divided into a 200×200 km grid to quantify deformation. The zones with the highest density of normal faults within each cell were selected to estimate maximum extension. Fault throws derived from radar parallax assuming 60° dip-slip normal faults were used to calculate average heave, assumed equal to the extension. Stretching values were then visualized using deformation ellipses.

We compare areal stretch (s) with crustal thickness (T_c) (Maia & Wiczorek, 2022) for both regions. Although multiple geological processes contribute to crustal thickening or thinning—producing a scattered dataset—Ovda Regio may suggest a general trend where maximum stretch values generated by ribbons are higher in areas of lower crustal thickness, suggesting that ribbons could play a role during gravitational collapse.

References

- Ivanov, M. A., & Head, J. W. (2011). Global geological map of Venus. *Planetary and Space Science*, 59(13), 1559-1600.
- Grimm, R. E. (1994). Recent deformation rates on Venus. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 99(E11), 23163-23171.
- Jiménez-Díaz, A., Ruiz, J., Kirby, J. F., Romeo, I., Tejero, R., & Capote, R. (2015). Lithospheric structure of Venus from gravity and topography. *Icarus*, 260, 215-231.
- Maia, J. S., & Wiczorek, M. A. (2022). Lithospheric structure of Venusian crustal plateaus. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 127(2), e2021JE007004.

Acknowledgements

This work was supported by the Spanish Research Agency through the research project PID2022-140686NB-I00 (MARVEN), the associated predoctoral grant CT21/24 and grant PR3/23-30839 (GEOMAVE), funded by the Universidad Complutense de Madrid.

Relación de diversos parámetros con la presión de paso de gas (breakthrough) en la bentonita FEBEX

Guillermo García Herrera^{1,2}, Pedro Luis Martín Martín², María Victoria Villar²

1 Departamento de Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid (España). guigar10@ucm.es.

2 Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), 28040, Madrid (España). guillermo.garcia@ciemat.es

Palabras clave: bentonita, AGP, breakthrough, residuos nucleares

Resumen

El almacenamiento geológico profundo (AGP) es la opción internacionalmente aceptada para la gestión de los residuos radiactivos de alta actividad. Este concepto se basa en el principio de multibarrera, interponiendo una serie de barreras (naturales y artificiales) entre el residuo y la biosfera, capaces de retardar la migración de los radionúclidos para que su actividad decaiga a niveles que no modifiquen el fondo natural. En el diseño español de AGP, una de las barreras será la bentonita FEBEX, empleada como material de sellado entre el contenedor metálico de residuos y la roca almacén.

La generación de gas en torno al contenedor metálico es uno de los procesos que podría tener lugar en el AGP. El transporte de este hacia el exterior estará afectado por diversas variables físico-químicas de la propia barrera, como la densidad seca de la bentonita, la succión, la presión confinante y de gas, tipo de material, etc., y podría afectar a las funciones de aislamiento.

Este trabajo estudia la relación entre la presión mínima de paso de gas (breakthrough, BT), el tipo de flujo y las propiedades del material como la densidad seca, la humedad inicial de compactación, las dimensiones de la muestra y la granulometría inicial.

Se realizaron 13 ensayos en celdas diseñadas *ad hoc*, llevando a cabo 2 fases de inyección de gas separadas por un periodo de restauración, obteniendo valores de presión de BT parejos. Las permeabilidades hidráulicas previas a cada fase no muestran diferencias reseñables.

Se ha observado una relación directa entre la presión de BT y la densidad seca, confirmándose que la presión de BT es superior en todos los casos a la presión de hinchamiento calculada por Villar (2002).

Referencias

Villar, M.V. (2002). Thermo-hydro-mechanical characterization of a bentonite from Cabo de Gata. A study applied to the use of bentonite as sealing material in high level radioactive waste repositories. Publicación Técnica 01/2002. ENRESA, Madrid, 39 p.

Caracterización de la estructura interna del sistema volcánico de Tenerife mediante el análisis de funciones receptoras

Víctor Ortega-Ramos^{1,3}, Luca D'Auria^{1,2}, José Luis Granja-Bruña³, y Nemesio Pérez^{1,2}

1 Instituto Volcanológico de Canarias (INVOLCAN), 38600 Granadilla de Abona, Tenerife, Islas Canarias, España. victor.ortega@involcan.org

2 Instituto Tecnológico y de Energías Renovables (ITER), 38600 Granadilla de Abona, Tenerife, Islas Canarias, España.

3 Universidad Complutense de Madrid (UCM), 28040 Madrid, España.

Palabras clave: Funciones Receptoras; Sismología; Volcanología; Tenerife.

Resumen

En este estudio se aplicó el análisis de funciones receptoras (RF) para investigar la corteza y el manto superior de Tenerife hasta 50 km de profundidad. El sistema volcánico se sitúa en un marco tectónico y volcánico complejo que ha generado erupciones explosivas, estrombolianas y efusivas.

Las RF se obtuvieron en 21 estaciones sísmicas distribuidas por la isla. Los datos se invirtieron con el método transdimensional de Bodin et al. (2012), obteniendo perfiles 1D de velocidades S (Vs), posteriormente interpolados para construir un modelo preliminar 3D de Vs. A partir de este se realizó un análisis petrológico para estimar el porcentaje de fusión parcial y las fases minerales estables mediante el software MAGEMin (Riel et al., 2022).

Los resultados muestran tres zonas de baja Vs en las dorsales principales, posiblemente relacionadas a fluidos magmáticos. En cambio, en el centro de la isla, bajo el Complejo Teide-Pico Viejo (CTPV), donde se concentra la sismicidad actual, no aparece la anomalía de baja Vs, sino una zona de velocidades intermedias asociada a procesos de colapso de caldera. Esta región podría albergar cámaras magmáticas evolucionadas que alimentan la actividad fonolítica efusiva y explosiva del CTPV.

En conclusión, este estudio mejora la comprensión del sistema volcánico de Tenerife, identifica las principales zonas con material magmático y caracteriza la estructura interna del complejo TPV.

Referencias:

Bodin, T., Sambridge, M., Tkalčić, H., Arroucau, P., Gallagher, K., & Rawlinson, N. (2012). Transdimensional inversion of receiver functions and surface wave dispersion. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 117(B2).

Riel, N., Kaus, B. J. P., Green, E. C. R., & Berlie, N. (2022). MAGEMin, an efficient Gibbs energy minimizer: Application to igneous systems. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 23, e2022GC010427. <https://doi.org/10.1029/2022GC010427>

Evaluación del derecho humano al agua potable y al saneamiento básico en Malabo, capital de Guinea Ecuatorial

Severo Meñe Nsue Mikue^{1,2}

1 Universidad Nacional de Guinea Ecuatorial, Avda. Hassan II cód. Postal 661, sensue@ucm.es.

2 Universidad Complutense de Madrid (UCM), 28040 Madrid, España.

Palabras clave: acceso al agua, derecho humano al agua, fuentes de agua mejoradas, ODS6, Guinea Ecuatorial

Resumen

El acceso al agua potable y saneamiento es un derecho humano fundamental. Requiere la existencia de una fuente física en las instalaciones o cerca del hogar, la disponibilidad de agua en calidad y cantidad suficientes, funcionamiento sin cortes y que el agua sea asequible. Por ende, en Malabo, se desarrolla una Tesis doctoral titulada: ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE ABASTECIMIENTO DOMÉSTICO EN LA CIUDAD DE MALABO; cuyo Objetivo general es llevar a cabo un estudio del nivel de acceso al agua potable en barrios seleccionados. Las estimaciones mundiales sugieren que una gran parte de la población mundial (aproximadamente 90%) tiene al menos un acceso básico al agua potable. Se presenta un análisis pocas veces exhaustivo del acceso urbano al agua en el África subsahariana. La intención es contribuir a enmarcar las estimaciones globales del acceso al agua comparando las cifras oficiales con un estudio real sobre el terreno a escala de una capital; teniendo en cuenta las seis dimensiones: la accesibilidad física, la distancia de obtención, la calidad, la cantidad, la asequibilidad y la fiabilidad, y situando en el contexto del ODS 6. Los resultados actuales se basan en una muestra de 348 encuestas. El 81% de hogares obtienen el agua gratuitamente. El grado de acceso es alto, pero la calidad, la cantidad y la fiabilidad no. El agua no siempre está disponible. Y sólo el 55% de la población consumen más de 25 litros al día, siendo el principal factor limitante la necesidad de acarrear al agua desde la fuente hasta el hogar.

Emerging pollutants profile in groundwater of the volcanic active island of El Hierro (Canary Islands)

Samanta Gasco Caveró^{1,2}, Juan Carlos Santamarta², Alejandro García-Gil^{2*}, Noelia Cruz-Pérez³, Luis Fernando Martín Rodríguez⁴, Albert Contreras-Llin⁵, Gerard Quintana⁵, Silvia Díaz-Cruz⁵

1 Faculty of Geological Sciences, Complutense University of Madrid (UCM), C. de José Antonio Novais, 12, Moncloa- Aravaca, 28040 Madrid (Spain). sgasco01@ucm.es

2 Geological Survey of Spain (IGME), Spanish National Research Council (CSIC). C/ Ríos Rosas 23, 28003 Madrid, Spain.

3 Department of Agricultural and Environmental Engineering, University of La Laguna (ULL), Tenerife, Spain.

4 Insular Water Authority of El Hierro (CIAEH)/Dept. of Civil Engineering. University of Las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria, Spain.

5 Dept. Environmental Chemistry, Institute of Environmental Assessment and Water Research (IDAEA), Spanish Council for Scientific Research (CSIC). C/Jordi Girona 18-26, E-08034 Barcelona, Spain.

Keywords: Emergent pollutants, Pharmaceutical and Personal Care Compounds, pesticides, parabens, HPLC-QqQ-MS/MS

Abstract

Emerging pollutants (EPs) are substances present in wastewater, previously not studied and for which no specific regulations for their control in water resources exist. Territories highly dependent on groundwater resources, such as El Hierro (Canary Islands), which was declared as a biosphere reserve by the UNESCO in 2000 and is almost 100% powered by renewable energies, are at a high risk of suffering the consequences of EP contamination. Thus, 70 EPs were studied in El Hierro by means of HPLC-QqQ-MS/MS technique to assess their concentration in 19 different sampling points thorough the island. The results indicated that no pesticides were present in groundwater, while different concentration levels of UV filters and blockers and PhACs were found, with La Frontera being the most contaminated municipality. Piezometers and wells were the installation types with the highest general concentrations for most EPs too. Interestingly enough, depth of sampling correlated positively with EP concentration, and four different clusters virtually dividing the island in two areas could be identified based on the presence of each EP. More studies should be performed to ascertain the reason for punctual EPs showing a surprisingly high concentration at different depths levels. The results obtained highlighted the need to, not only implementing remediation measures once EPs have reached the soil and aquifers, but making the hardest effort to avoid their incorporation into the water cycle, starting from homes, animal husbandry, agriculture and the industry and up to wastewater treatment plants (WWTPs).

Evaluación del riesgo por contaminación antropogénica en fuentes de agua superficiales y subterráneas en la cuenca del lago Apanás, Nicaragua

Raquel Izabá Ruiz¹; Pedro Martínez-Santos¹

¹ Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid. C/ José Antonio Novais 12, 28040 Madrid. raizaba@ucm.es

Palabras clave: riesgo, contaminación antropogénica, hidrogeoquímica, vulnerabilidad

Resumen

La cuenca del lago Apanás, ubicada en el norte del país, es estratégica para Nicaragua por su aporte al sistema hidroeléctrico nacional (17 %) y su relevancia agroproductiva (60 % de hortalizas), además de albergar a más de 3,000 caficultores. Su ecosistema incluye la Reserva Natural Dantalí-El Diablo, clave para la biodiversidad y regulación hídrica. Sin embargo, enfrenta presiones por contaminación antropogénica derivadas de actividades agrícolas, ganaderas, beneficios húmedos de café, industrias avícolas y vertidos urbanos, afectando la calidad del agua y la sostenibilidad ecológica.

El estudio busca detectar riesgos asociados a la contaminación en agua superficiales y subterráneas, mediante evaluación hidroquímica y caracterización de la vulnerabilidad poblacional. Se identificaron 35 puntos (24 subterráneos y 11 superficiales) cercanos a fuentes potenciales de contaminación, y se aplicaron encuestas socioambientales en 66 viviendas.

El muestreo se realizará en épocas de mayor y menor contaminación, evaluando cationes, aniones, nitratos, arsénico, coliformes fecales, DQO, nitrógeno y fósforo total. Se utilizará diagramas de Piper, normativas de calidad del agua y análisis multivariado. Los resultados preliminares indican cumplimiento general de normativas, salvo por turbidez en agua superficiales. Se identificaron tres tipos hidroquímicos, predominando bicarbonatada-cálcica, aguas jóvenes de reciente infiltración.

Se prevén tres campañas de muestreo entre octubre 2025 y enero 2027 para evaluar riesgos, además de diseñar estrategias de protección hídrica.

El valor de la predicción hidrológica estacional para apoyar la gestión sostenible de las sequías

Celia Ramos Sánchez^{1,2}, Micha Werner¹, Lucia De Stefano², Javier Paredes-Arquiola³

1 IHE Delft for Water Education, Westvest 7, 2611 AX Delft, Países Bajos

2 Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, c/ José Antonio Novais 12, 28040 Madrid, España. celira01@ucm.es

3 Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA) Universitat Politècnica de València (UPV), Ciudad Politécnica de la Innovación, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España

Palabras clave: predicción estacional, gestión sostenible de la sequía, servicios climáticos, asignación de recursos hídricos.

Resumen

Durante las sequías y períodos de escasez, la competencia por los recursos hídricos se intensifica y resulta complejo conciliar los usos socio económicos con las necesidades medioambientales. La predicción climatológica estacional, personalizada mediante servicios climáticos, ofrece la posibilidad de diseñar estrategias de asignación del agua más proactivas y sostenibles. En España, como en otros países, existe interés en incorporar estas predicciones en la toma de decisiones relacionadas con el uso del agua. Sin embargo, persisten barreras, como el temor a las consecuencias de las predicciones incorrectas, y la escasez de estudios que analicen su alcance y limitaciones para innovar la gestión de la sequía en sistemas socio ecológicos complejos. Este trabajo explora ese alcance y limitaciones en el sistema de recursos hídricos del río Órbigo, en la cuenca española del río Duero, donde el 90% del agua se destina al regadío y la escasez es frecuente durante las sequías. Para ello, se propone una nueva gestión del sistema basada en la predicción hidrológica. Se generaron predicciones a 3 meses de aportaciones de agua, y se simuló la gestión del sistema bajo tres escenarios: modelo de toma de decisiones actual (sin predicción integrada), modelo con predicción integrada, y modelo con predicción perfecta (con la disponibilidad de agua real). Los resultados indican que la integración de predicciones estacionales en la toma de decisiones puede evitar reducciones innecesarias de caudales ecológicos durante las sequías, y prevenir niveles debajo de umbrales preestablecidos en los embalses. Esto se consigue sin modificar substancialmente el comportamiento del sistema y, lo que es más importante, sin perjudicar los usos socio económicos. Este estudio contribuye así a avanzar en la mejora de las políticas de gestión del agua durante la sequía.

Servicios climáticos y gestión de la sequía ¿Qué impacto tienen sobre las aguas subterráneas?

Nikoletta Roper Szymańska¹, Julia Martínez-Fernández², Nuria Hernández-Mora¹, Lucia De Stefano¹

¹ Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, c/ José Antonio Novais, 12, 28040 Madrid, España nikorope@ucm.es

² Fundación Nueva Cultura del Agua. C/ Pedro Cerbuna, 12. Zaragoza, España.

Palabras clave: dehesa, ganadería, adaptación, sistema dinámico, aguas subterráneas

Resumen

En respuesta a los episodios de sequía, distintos actores adoptan estrategias para hacer frente a sus impactos. Los servicios climáticos – entendidos como la provisión de información climática adaptada a las necesidades de los usuarios – pueden jugar un papel clave en aplicar respuestas tempranas que minimicen los impactos y aumenten la capacidad de adaptarse. Sin embargo, las medidas adoptadas también pueden generar impactos secundarios negativos (Biella et al., 2024). El objetivo de este trabajo es evaluar la influencia de los servicios climáticos sobre las medidas de adaptación a los riesgos por sequía de los ganaderos de la comarca de Los Pedroches (Córdoba, España) y cómo estas, a su vez, modifican las dinámicas hidrológicas locales. Exploramos la respuesta del sistema hidrogeológico a las decisiones de los ganaderos, informadas por pronósticos estacionales de temperatura y precipitación mediante un modelo de sistemas dinámicos (Elsawah et al., 2017). El diseño del modelo y su calibración se basa en la información y datos recopilados a lo largo del proyecto I-CISK (Roper Szymańska et al., 2025). En el modelo, hemos considerado como sistemas el acuífero y el ecosistema de dehesa, así como el ganado de producción láctea y de dehesa, siendo la carga ganadera y el volumen de agua subterránea las variables de interés principales. Se pretende utilizar el modelo para testar la hipótesis de que los servicios climáticos pueden contribuir a aumentar la vulnerabilidad a largo plazo.

Referencias

- Biella, R., Mazzoleni, M., Brandimarte, L., & Baldassarre, G. D. (2024). Thinking systemically about climate services: Using archetypes to reveal maladaptation. *Climate Services*, 34, 100490. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2024.100490>
- Elsawah, S., Pierce, S. A., Hamilton, S. H., van Delden, H., Haase, D., Elmahdi, A., & Jakeman, A. J. (2017). An overview of the system dynamics process for integrated modelling of socio-ecological systems: Lessons on good modelling practice from five case studies. *Environmental Modelling & Software*, 93, 127-145. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.03.001>
- Roper Szymańska, N., Hernández-Mora, N., & De Stefano, L. (2025). Characterizing adaptation responses to drought risk of livestock farmers in the Spanish dehesa agroforestry system. *Frontiers in Environmental Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2025.1540818>

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por el proyecto Horizonte 2020 de la UE I-CISK (Innovating climate services through integrating scientific and local knowledge) en virtud del acuerdo de subvención 101037293.

Desarrollo de metodologías de machine learning para el estudio de la contaminación de las aguas subterráneas

Manuel Rodríguez del Rosario¹, Pedro Martínez Santos¹, África de la Hera Portillo², Héctor Aguilera Alonso²

¹ Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. C/José Antonio Novais 12. 28040 Madrid, Spain. Email: manuro21@ucm.es

² Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC), Ríos Rosas 23, 28003 Madrid.

Palabras clave: Machine learning, Duero, aguas subterráneas, contaminación, nitratos

Resumen

La contaminación de aguas subterráneas por nitratos representa una de las principales problemáticas para la calidad de este recurso, afectando fundamentalmente a la potabilidad. En la cuenca del Duero, la más extensa de la Península Ibérica, la concentración de nitratos ha experimentado un incremento en sus acuíferos a lo largo del tiempo, atribuible en gran medida al uso excesivo de fertilizantes nitrogenados de la agricultura intensiva y a la generación de residuos ganaderos. Este estudio tiene como objetivo evaluar la calidad de las aguas subterráneas mediante el uso de MLMapper 2.0. Esta herramienta emplea algoritmos de inteligencia artificial para generar mapas predictivos, en este caso de la contaminación por nitratos en las aguas subterráneas. Para ello, utiliza una serie de variables explicativas relacionadas con factores climáticos, topográficos, geológicos y de fuentes de contaminación, entre otros, además de un conjunto de 284 puntos de control. El resultado final es un mapa predictivo en el que se identifican las zonas con mayor probabilidad de estar contaminadas por nitratos (>50 mg/L), siendo esta mayor en la zona de Burgos y Los Páramos Calcáreos. Los algoritmos basados en árboles de decisión fueron los que arrojaron mejores resultados, con tasas de acierto superiores al 85%, lo que indica un buen rendimiento del modelo. Estos resultados contribuyen a mejorar el conocimiento y el diagnóstico de la contaminación por nitratos, facilitando a los organismos competentes la toma de decisiones para garantizar la calidad de las aguas subterráneas.

Gestión holística THERMAL para una geotermia somera urbana sostenible

Jorge Martínez-León^{1,2}, Miguel Ángel Marazuela³, Alejandro García-Gil¹

1 Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC), C/ Ríos Rosas 23, 28003 Madrid, España.

j.martinez@igme.es.

2 Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid. c/José Antonio Novais 12, 28040 Madrid. Jormar13@ucm.es

3 Instituto de diagnóstico ambiental y estudios del agua (IDAEA-CSIC), C/ Jorge Girona Salgado, 18-26, 08034 Barcelona (Barcelona), España.

Palabras clave: Hidrogeología urbana, Desarrollo geotérmico sostenible, Sistema geotérmico de circuito abierto, Geotermia somera, Modelo de transporte de calor

Resumen

Los sistemas geotérmicos someros de circuito abierto emplean agua subterránea para intercambiar calor y aportan energía limpia, pero una mala planificación puede reducir su disponibilidad y alterar el balance térmico, limitando su eficiencia futura. Este estudio presenta THERMAL (Shallow geoTHERmal energy MAnagement through hoListic Optimization), una estrategia de gestión holística para optimizar el uso de estos sistemas en acuíferos urbanos. El método THERMAL evalúa nuevas estrategias para conservar la temperatura natural del acuífero y reducir las interferencias térmicas entre estos sistemas. La metodología se aplicó a tres sistemas en el acuífero urbano de Zaragoza, analizando 27 escenarios de operación. Aunque algunas alternativas fueron menos favorables que la situación actual, se identificaron varias opciones ventajosas. El mejor escenario logró una reducción de $14.94 \text{ t eqCO}_2 \cdot \text{año}^{-1}$ y un ahorro de $7.53 \text{ k€} \cdot \text{año}^{-1}$. No obstante, los escenarios con mayores reducciones de CO_2 y costes no siempre coincidieron con aquellos que disminuían en mayor medida las áreas afectadas por temperaturas elevadas ($>4 \text{ °C}$). Esto subraya la necesidad de un enfoque verdaderamente holístico en la toma de decisiones para la gestión térmica de los acuíferos urbanos: no basta con optimizar el rendimiento de los GWHP, también es crucial preservar la sostenibilidad térmica del acuífero. THERMAL se perfila como una herramienta prometedora para la gestión de la geotermia somera en entornos urbanos, equilibrando las necesidades de los sistemas geotérmicos con la conservación térmica del acuífero.

Agradecimientos.

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto SAGE4CAN de la Agencia Estatal de Investigación (AEI, proyecto PID2020-114218RA-100). Agradecemos a la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) su valioso apoyo, colaboración y la puesta a disposición de datos. J. M. L. agradece la ayuda del Programa INVESTIGO 2022 de la Comunidad de Madrid (Proyecto n.º 74 – Proyectos de I+D+i en el ámbito de la digitalización, CN-IGME), en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU.