

Nuevas perspectivas para la identificación y el conocimiento de la morfología glaciar de la Sierra del Teleno (León) y su transformación antrópica

New insights into the identification and knowledge of glacial morphology of the Sierra del Teleno (León) and its anthropogenic change

Javier Fernández-Lozano¹, Rosa María Carrasco-González², Javier de Pedraza-Gilsanz³ y Jacinta García-Talegón⁴

¹ Dpto. Ciencias de la Tierra y Física de la Materia Condensada. Facultad de Ciencias. Universidad de Cantabria. Avda. de los Castros s/n, 39005, Santander. E-mail: j.fernandezlozano@unican.es

² Dpto. Ingeniería Geológica y Minera, Facultad de Ciencias Ambientales y Bioquímica, Universidad de Castilla-La Mancha, Avda. Carlos III, s/n, 45071 Toledo. E-mail: rosa.carrasco@uclm.es

³ Dpto. de Geodinámica, Facultad de Geología, Universidad Complutense de Madrid, C/ José Antonio Nováis, 12, s/n, 28040 Madrid. E-mail: javierp@geo.ucm.es

⁴ Dpto. de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca. Plaza de la Merced s/n, 37008, Salamanca. E-mail: talegón@usal.es

ABSTRACT

The Sierra del Teleno is a NW-SE trending mountain system located in the southern sector of the Galaico-Leoneses Mountains. It is characterized by the presence of remnants of glacial landforms, active during most of the Upper Pleistocene, and represented by several cirques and related deposits. Along the northern slope the glacial features are well developed, showing multiple cirques and moraine arcs. However, geomorphological remains are not well preserved in the southern flank where a few evidences of glacial and fluvioglacial activity, represented by remains of moraine deposits and terraces, are partially transformed. Moraines have been intensively affected by goldmining works carried out during the Roman times, comprising the presence of a complex hydraulic system with canals and water reservoirs used for the transport and storage of water needed for the roman works. Thus, hiding the effect of natural processes on the landscape and the identification and preservation of glacial landforms. We present the preliminary results of the mapping of glacial remains based on the integration of natural and human-induced transformations occurred in historical period.

Key-words: Glaciar geomorphology, Teleno Mountains, Upper Pleistocene, Geoarcheology, Roman goldmining.

RESUMEN

La Sierra del Teleno constituye un sistema montañoso de dirección NO-SE en el sector meridional de los Montes Galaico-Leoneses. Está caracterizado por la presencia de restos de morfologías glaciares, activas durante gran parte del Pleistoceno Superior, y que configuran una serie de circos y depósitos a lo largo de sus dos vertientes. Aunque la vertiente norte presenta rasgos más desarrollados, con circos compuestos y arcos morrénicos bien definidos, la cartografía geomorfológica permite resaltar algunas evidencias de actividad glaciar y fluvioglaciar en la vertiente sur, representadas por restos de morrenas y terrazas fluvioglaciares. En esta última, la intensa actividad minera llevada a cabo en época romana, y caracterizada por la presencia de una red hidráulica compuesta por canales y estanques para el transporte y almacenamiento de agua necesaria en las explotaciones, así como los trabajos de extracción, han producido una fuerte transformación del paisaje, dificultando la preservación e identificación de los restos de modelado glaciar. En este trabajo se presentan los resultados preliminares de una cartografía que integra las formas glaciares y antrópicas, para identificar el grado de transformación sufrido por el paisaje en época histórica.

Palabras clave: Geomorfología glaciar, Sierra del Teleno, Pleistoceno superior, geoarqueología, minería aurífera romana.

Geogaceta, 62 (2017), 63-66
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Recepción: 23 de enero de 2017
Revisión: 27 de marzo de 2017
Aceptación: 26 de abril 2017

Introducción

Los Montes Galaico-Leoneses (MGL) se sitúan en el noroeste de la Península Ibérica, entre las provincias de León, Orense y Lugo (Fig. 1). Sus cimas, generalmente aplanadas, presentan alturas medias que varían entre los 1200 y los 2100 m de altitud. Aunque las principales alineaciones montañosas tienen una tendencia NO-SE y casi E-O, en conjunto definen un relieve compacto NE-SO que representa

una barrera geográfica y climática entre la meseta castellana y la fachada atlántica. La influencia de esta última condiciona el régimen climático, caracterizado por vientos procedentes del oeste y una pluviosidad que alcanza los 800-1300 mm. Estas características, junto con las diferencias geológicas, permiten considerarlo como un macizo con entidad propia, al presentar los sistemas montañosos con los que limita al norte, constituidos por la alineación E-O de la Cordillera Cantábrica, diferencias im-

portantes respecto al relieve, el régimen de los vientos y las precipitaciones.

La Sierra del Teleno, situada en el borde meridional de los MGL presenta una orientación NO-SE (Fig. 1). Sus cimas superan los 2000 m de cota absoluta (Pico del Teleno, 2188 m) y parte de ellas estuvieron ocupadas por los hielos durante el último ciclo glaciar del Pleistoceno superior (Schmitz, 1969; Alonso-Otero, 1982; Luengo-Ugidos, 2002; Gómez-Villar *et al.*, 2015; Hall-Riaza *et al.*, 2016). Por

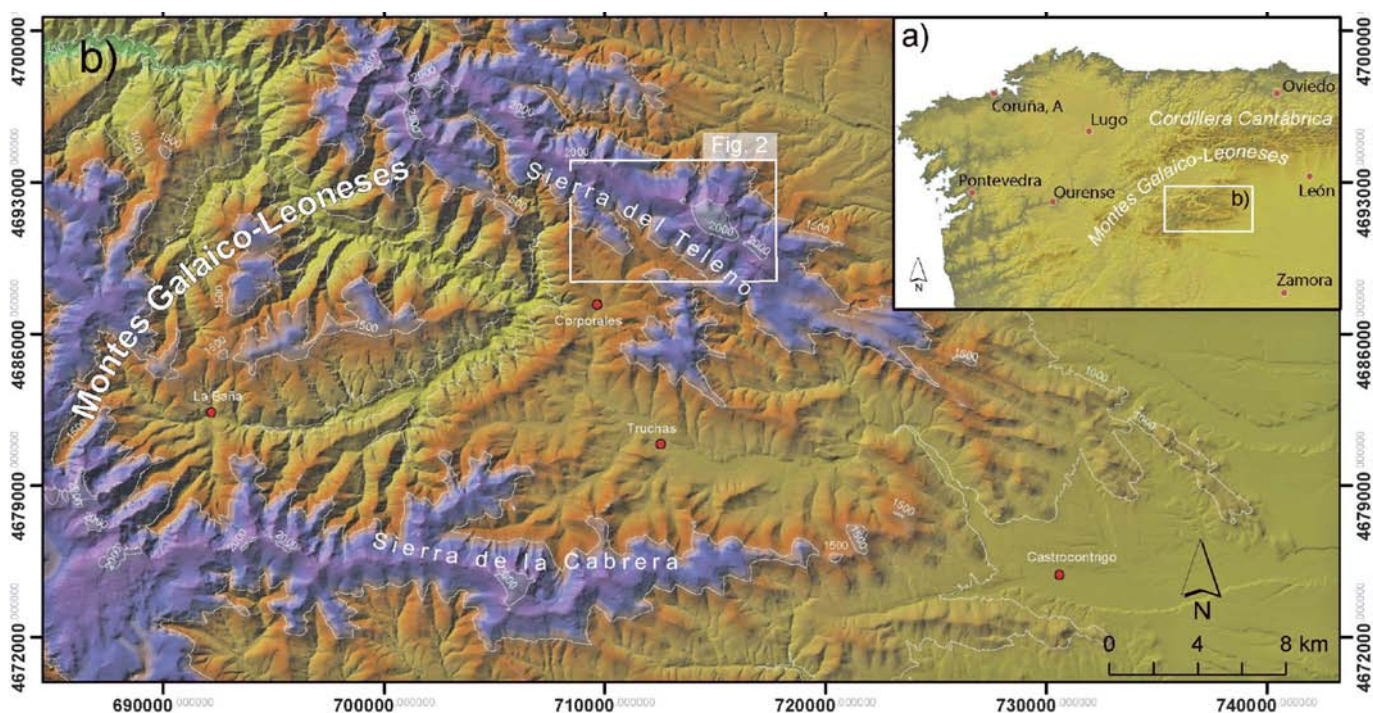


Fig. 1.- a) Localización geográfica del área de estudio en el noroeste de la península ibérica. b) Ubicación de la Sierra del Teleno en el sistema montañoso de los Montes Galaico-Leoneses. La altura media sobrepasa los 1500 m.s.n.m. a lo largo de una alineación montañosa de dirección NO-SE. El recuadro indica la localización de la figura 2. Ver figura en color en la web.

Fig. 1.- a) Geographic location of the study area in the NW Iberian Peninsula. b) Location of the Sierra del Teleno within the Galaico-Leoneses Mountains. The mean altitude exceeds 1500 o.s.l. along a NW-SE mountain system. Inset marks the location of figure 2. Ver figura en color en la web.

otra parte, este enclave constituye uno de los distritos auríferos de época romana más importante de nuestro país (Pérez-García *et al.*, 2000; Fernández-Lozano *et al.*, 2015). Los trabajos de extracción aurífera han modificado el paisaje, dificultando en gran medida la cartografía geomorfológica. En este trabajo se presentan los resultados preliminares de la cartografía de los restos de glaciario, poniendo especial énfasis en la vertiente sur, menos estudiada y con una mayor actividad minera romana, que ha modificado los restos de morfología glaciar de forma significativa.

Marco geológico

La zona de estudio se sitúa en el flanco norte del sinclinal de Truchas y constituye el límite entre la Zona Asturoccidental-Leonesa y la Zona Centro Ibérica (Martínez-Catalán *et al.*, 1992). Está caracterizada por una potente serie Ordovícica donde los resaltes topográficos quedan supeditados a la presencia de la cuarcita en facies armoricana (miembro superior de la Serie Los Cabos, de edad Ordovícico inferior), mientras los valles se localizan a lo largo de las pizarras de la Formación Luarca (Ordovícico medio) dando lugar a superficies alomadas en el núcleo de sinclinales (Pérez-Estaún, 1978) (Fig. 2).

Explotaciones auríferas romanas en la Sierra del Teleno

Las labores romanas de extracción aurífera se remontan a mediados del siglo I y II D.C. (Fernández-Posse y Sánchez-Palencia, 1988). Estas explotaciones se localizan sobre yacimientos de tipo primario y placeres auríferos (Hérail, 1984). En los primeros el oro aparece asociado al cuarzo mesotermal que rellena las fracturas que afectan a las cuarcitas de la Serie Los Cabos; mientras que los placeres están asociados a depósitos Miocenos –las denominadas series rojas del noroeste por Martín-Serrano (1991)–, terrazas fluviales, depósitos glaciares y periglaciares cuaternarios. La extracción mineral en la zona supuso la incorporación de una compleja y extensa red hidráulica caracterizada por la presencia de canales de longitud kilométrica (>30 km) y estanques para el almacenamiento de agua, necesarios para el transporte y el lavado de los sedimentos. En muchos puntos estos canales se encuentran excavados directamente en la roca con pendientes que, en raras ocasiones, superan el 2-3% (Matías-Rodríguez, 2004). La actividad extractiva afecta directamente a los depósitos, modificando en algunos tramos los coluviones y morrenas. Se

pueden localizar vaciados en depósitos de ladera y derivaciones de arroyos asociados a esta actividad, que conectan con los estanques de acumulación de agua.

Características geomorfológicas

Los rasgos más característicos de la morfología glaciar a lo largo de la Sierra del Teleno están constituidos por la presencia de circos y nichos de nivación en zonas altas, siendo limitada la presencia de depósitos morrénicos y otras morfologías como umbrales de cuarcita, cubetas de sobre-excavación y navas. Aunque todos los paleoglaciares estuvieron conectados con las cimas formando monteras de hielo (las de El Teleno y Cerro Coballos), las diferencias entre las morfologías encontradas en ambas vertientes son notorias (Fig. 2).

Vertiente norte

En esta vertiente aparecen la gran mayoría de los paleoglaciares, algunos con notable desarrollo (hasta 2500 m desde la zona de acumulación en el paleoglaciar de Peña Bellosa) y orientación dominante NNE-SSO. En general las cuencas de acumulación presentan una morfología ovalada debido a la

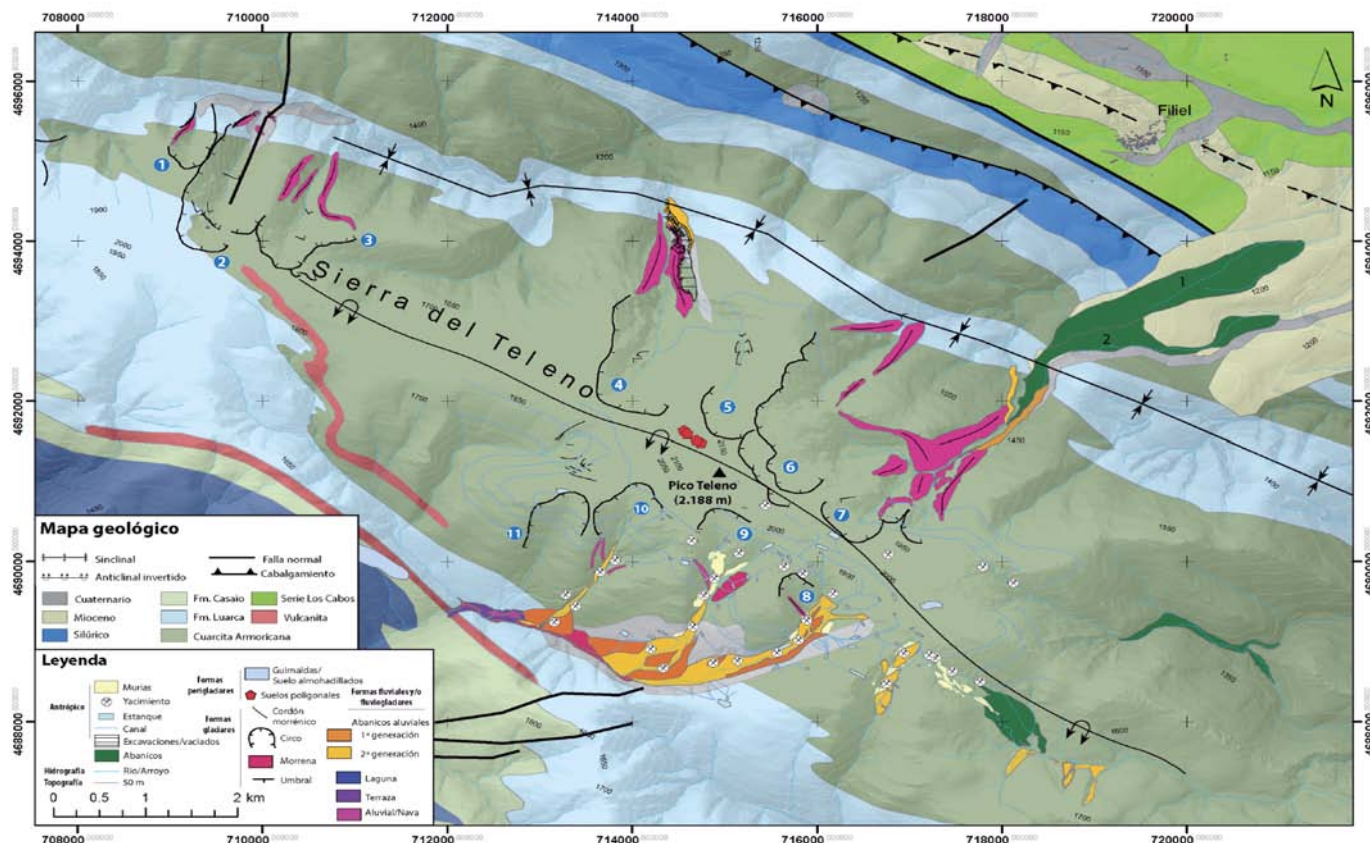


Fig. 2.- Cartografía geológica (modificada de Heredia-Carballo *et al.*, 2002) y geomorfológica del modelado glaciar y la minería aurífera romana de la Sierra del Teleno. 1) Pedrera; 2) Coballo Grande; 3) Coballo Pequeño; 4) Peña Bellosa; 5) Las Reguirinas; 6) Las Presas-Prado; 7) El Llagarello-Peña Negra; 8) Las Rubias; 9) Sartarín; 10) Reguericos y 11) Cabrito. Ver figura en color en la web.

Fig. 2.- Geological (modified after Heredia-Carballo *et al.*, 2002) and geomorphological map of the glacial activity and Roman goldmining works in the Teleno Mountains. 1) Pedrera; 2) Coballo Grande; 3) Coballo Pequeño; 4) Peña Bellosa; 5) Las Reguirinas; 6) Las Presas-Prado; 7) El Llagarello-Peña Negra; 8) Las Rubias; 9) Sartarín; 10) Reguericos and 11) Cabrito. Ver figura en color en la web.

elongación y una tendencia a la retro-erosión originando circos secundarios. En algunos casos este proceso es dominante y, de acuerdo con las clasificaciones más estandarizadas (Gordon, 1977; Benn y Evans, 2010; Barr y Spagnolo, 2015), pueden definirse como circos compuestos, elongados y escalonados (Valle de Las Presas-El Llagarello-Peña Negra). En otros casos se trata de circos simples elongados o cóncavos (circos s.s. o circos circulares; Gordon, 1977) como los de Coballo Grande y Pequeño, Corralos y Peña Bellosa). Los complejos morrénicos aparecen bien definidos en los paleoglaciares 3, 4, 6, 7 (Fig. 2). Se trata de morrenas de borde o laterales (también hay algunos casos centrales y arcos de retroceso), que marcan una zona de descarga bien definida (lengua) y por tanto deben considerarse glaciares de ladera. Sin embargo, los paleoglaciares 1 y 2 se reducen a retazos discontinuos o algunas alineaciones de bloques formando crestas que deben considerarse como arcos morrénicos típicos de glaciares de circo. En algunos casos se

pueden observar los restos preservados de morrenas laterales y frontolaterales, algunas de las cuales aparecen degradadas por derrubios de ladera postglaciares o la actividad minera. La transformación minera que afecta a las morrenas da lugar a lenguas de abanicos que discurren valle abajo, como los observados en el valle de Peña Bellosa o el valle del Prado. El modelado glaciar de la vertiente norte se extiende desde los 2000-2150 m de altura hasta las cotas del frente de fusión en torno a los 1300 m.

Vertiente sur

En la ladera sur de la Sierra del Teleno el glaciario no se presenta tan desarrollado (Fig. 2). Sin embargo, se pueden identificar restos de circos de orientación SSE-NNO con morfologías de cubeta simple. Destacan los circos del valle de Sartarín, Reguericos o Cabrito. Lateralmente se localizan restos de morrenas laterales afectadas por la actividad minera romana, encontrándose parcialmente segmentados. Los valles aparecen excavados y disecta-

dos por canales antrópicos localizados a cuatro alturas. También pueden observarse restos de acumulaciones de estériles en las zonas bajas del valle y restos de abanicos de fusión glaciar que han sido intensamente retrabajados para la extracción aurífera. Algunos de estos abanicos se presentan fosilizando otros más antiguos, como los observados en el valle de los Reguericos (Fig. 2). Estos abanicos llegan a cubrir parcialmente una superficie de navas situadas en la parte baja del valle de las Rubias. Las cotas de desarrollo de la actividad glaciar se sitúan entre los 1900-2100 m, llegando a alcanzar los frentes cotas de hasta 1350-1500 m de altura.

La actividad periglacial se caracteriza por la presencia de abundantes vertientes de derrubios, en ocasiones segmentados por obras hidráulicas mineras. La relación de estos depósitos con el glaciario es compleja, en algunos casos fosilizan o degradan a los depósitos glaciares. Sin embargo, en otros, los restos morrénicos aparentan ser meras reorganizaciones de los depósitos periglaciares previos debidos al empuje del hielo glaciar (efecto *bulldozing*). Esto significa que la actividad periglacial en esta zona ha sido

previa, coetánea y posterior al glaciario. Ejemplo claro de la actividad posterior y que se mantiene en la actualidad son los gelifractos y suelos poligonales en las superficies culminantes de la sierra. También la presencia de lóbulos de soliflucción, guirnaldas e hidrolacólitos en las laderas y zonas de escasa pendiente, respectivamente. Estos son especialmente activos por encima de los 1650 m de altitud en la vertiente sur de la Sierra del Teleno y relieves próximos.

Discusión

La distribución de la glaciación pleistocena en el noroeste peninsular viene marcada por la presencia de una línea de equilibrio estimada de altura en torno a los 1400-1800 m (Hughes y Woodward, 2017). Hasta ahora, la presencia de actividad glaciaria en la Sierra del Teleno se había reducido principalmente a la vertiente norte, donde los restos de circos y depósitos de morrenas se encuentran mejor representados (Alonso-Otero, 1982; Luengo-Ugidos, 2002). La dificultad para identificar y discriminar los procesos naturales de la actividad antrópica minera (i.e., canales, estanques, depósitos de estériles y excavaciones) ha impedido el análisis del aparato glaciario en la vertiente sur de la sierra. Hall-Riaza *et al.* (2016) sitúan la presencia de glaciares en cuña en la vertiente sur, pero sin llegar a discriminar los depósitos antrópicos de los naturales. Para separar estas formaciones es necesario un estudio integrado basado en el análisis de los depósitos y formas de actividad glaciaria y la cartografía de restos mineros. Con las nuevas investigaciones, se deduce un modelo de glaciario de doble vertiente originado en el núcleo central de las cimas. Estas formaban dos pequeñas monteras de hielo, las de El Teleno y El Teleno-Coballos, como zonas principales de alimentación hacia las diferentes cuencas. Esto coincide con el contexto regional del glaciario en el noroeste, donde se han descrito glaciares de meseta en Sierra Segundera (Macizos de Sanabria-Trevinca), unos 35 km al OSO (Cowton *et al.*, 2009; Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2011, 2014). También en el contexto evolutivo de esta zona de la Sierra del Teleno puede aproximarse una evolución similar a la propuesta para el Macizo de Sanabria por Cowton *et al.* (2009), con una etapa de glaciares de montera, otra posterior de glaciares de valle (aquí las cuencas de acumulación tipo circo cobrarían más importancia en la alimentación) y una final de glaciares residuales tipo circo. Todos estos acontecimientos han sido debidamente datados en estas áreas (Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2011, 2014, 2015) con un máximo glaciario previo al último

máximo glaciario global (LGM) (en torno a los 30 ka), una etapa de re-avance correlativa al LGM (en torno a los 19-25 ka) y un final de la glaciación en torno a los 10 ka. Aunque estas edades son una referencia para la zona de la Sierra del Teleno, la cronología concreta deberá establecerse mediante dataciones absolutas *in situ*.

Finalmente, la dificultad para separar procesos geológicos y mineros requiere un estudio integrado basado en el análisis de los depósitos y formas de actividad glaciaria y la cartografía de restos de minería aurífera romana.

Conclusiones

La Sierra del Teleno presenta restos de actividad glaciaria caracterizados por la presencia de circos, depósitos morrénicos y fluvio-glaciares más desarrollados en su vertiente norte y fuertemente antropizados en la sur. La intensa actividad minera romana para la extracción aurífera ha originado variaciones en el paisaje y en la dinámica natural. Esto ha afectado a la configuración original de los circos glaciares, produciendo el desmantelamiento de algunas morrenas y depósitos fluvio-glaciares, a la vez que se han generado formas y depósitos a veces convergentes con los naturales, pero netamente antrópicos, como son las redes de drenaje artificiales y los canales erosivos y formaciones sedimentarias inducidas.

Agradecimientos

Este trabajo es una contribución al proyecto CGL2016-78380-P financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad. Los autores agradecen al Editor y a los revisores, el Dr. José Francisco Martín Duque y el profesor Valentí Turu, por las sugerencias y comentarios que han contribuido a mejorar este manuscrito.

Referencias

- Alonso-Otero, F. (1982). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 85-85.
- Barr, I.D. y Spagnolo, M. (2015). *Earth-Science Reviews* 151, 48-78.
- Benn, D. I. y Evans, D.J.A. (2010). *Glaciers and Glaciation*. Hodder Education, London 802 pp.
- Cowton, T., Hughes, P.D. y Gibbard, P.L. (2009). *Geomorphology* 108, 282-291.
- Fernández-Lozano, J., Gutiérrez-Alonso, G. y Fernández-Morán, M.Á. (2015). *Journal of Archaeological Science* 53, 356-373.
- Fernández-Posse, M.D. y Sánchez-Palencia, F.J. (1988). *La Corona y el Castro de Corporales II: campaña de 1983 y prospecciones en la*

Valderia y la Cabrera (León). Ministerio de Cultura, Dirección General de Bellas Artes y Archivos, Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura. 222 pp.

- Gómez-Villar, A., Santos-González, J., González-Gutiérrez, R.B. y Redondo-Vega, J.M. (2015). *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography* 97 (4), 633-651.
- Gordon, J.E. (1977). *Physical Geography* 59, 177-194.
- Hall-Riaza, J.F., Valcárcel, M. y Blanco-Chao, R. (2016). *Revista de Geografía* 25, 55-71.
- Hérial, G. (1984). *Éditions du C.N.R.S. Paris*. 450 pp.
- Heredia-Carballo, N., Rodríguez-Fernández, R., Bellido-Mulas, F., Lombardero-Barceló, M., Gallastegui-Suárez, G. y Montes, A. (2002). *Mapa Geológico, escala 1:200.000. Estudio Geológico aplicado a la investigación de recursos mineros y de materia primas en las comarcas de El Bierzo, La Cabrera, Sanabria y Valdeorras*. IGME, informe inédito, 16.
- Hughes, P. y Woodward, J. (2017). *Geological Society, London, Special Publications* 433, 1-23.
- Luengo-Ugidos, M.A. (2002). En: *El modelado de origen glaciario en las montañas leonesas*. (J.M. Redondo Vega, A. Gómez Villar, R.B. González Gutiérrez y P. Carrera Gómez, Eds), Universidad de León, León, 29-66.
- Martín-Serrano, A. (1991). *Revista de la Sociedad Geológica de España* 4, 337-351.
- Martínez-Catalán, J., Hacar-Rodríguez, M., Villar-Alonso, P., Pérez-Estaún, A. y González-Lo-deiro, F. (1992). *Geologische Rundschau* 81, 545-560.
- Matías-Rodríguez, R. (2004). En: *Actas del II Simposio sobre Minería y Metalurgia Antiguas en el Sudoeste Europeo*. Comunicaciones, 279-293.
- Pérez-Estaún, A. (1978). *Estratigrafía y estructura de la rama S. de la Zona Asturoccidental-leonesa*. Tesis Doctoral, IGME 92, 150 pp.
- Pérez-García, L., Sánchez-Palencia, F. y Torres-Ruiz, J. (2000). *Journal of Geochemical Exploration* 71, 225-240.
- Rodríguez-Rodríguez, L., Jiménez-Sánchez, M., Domínguez-Cuesta, M.J., Rico, M.T. y Valero-Garcés, B., (2011). *Geomorphology* 135, 48-65.
- Rodríguez-Rodríguez, L., Jiménez-Sánchez, M., Domínguez-Cuesta, M.J., Rinterknecht, V., Pallà, R., Bourlès, D. y Valero-Garcés, B., (2014). *Quaternary Science Reviews* 83, 1-10.
- Rodríguez-Rodríguez, L., Jiménez-Sánchez, M., Domínguez-Cuesta, M.J. y Aranburu, A. (2015). *Quaternary International* 364, 6-21.
- Schmitz, H. (1969). *Geographisches Institut der Universität zu Köln im selbestrerlag*. Colonia, 23, 1-157.