

Buzzi Marcos, J., García-Meléndez, E., Mínguez, A. y Pérez Gallego, N. (2010): Cartografía geomorfológica y de procesos activos en la cuenca media-alta del Río Eria mediante técnicas de SIG (provincia de León, España). En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.213-1.220. ISBN: 978-84-472-1294-1

## CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA Y DE PROCESOS ACTIVOS EN LA CUENCA MEDIA-ALTA DEL RÍO ERIA MEDIANTE TÉCNICAS DE SIG (PROVINCIA DE LEÓN, ESPAÑA)

*Buzzi Marcos, J.<sup>1</sup>; García-Meléndez, E.<sup>2</sup>; Mínguez, A.<sup>3</sup> y Pérez Gallego, N.<sup>2</sup>*

(1) Instituto Geológico y Minero de España. Área de Investigación en Cambio Global. C/ La Calera, 1. 28670 Tres Cantos (Madrid). [j.buzzi@igme.es](mailto:j.buzzi@igme.es)

(2) Área de Geodinámica Externa, Facultad de CC. Ambientales. Campus de Vegazana s/n, Universidad de León, 24071, León. [egarm@unileon.es](mailto:egarm@unileon.es), [npgallego@gmail.com](mailto:npgallego@gmail.com).

(3) Instituto Geológico y Minero de España. Área de Investigación en Cambio Global. Parque Científico, Av. Real, 1. 24006, León. [a.minguez@igme.es](mailto:a.minguez@igme.es)

### RESUMEN

El objetivo es la elaboración de la cartografía geomorfológica y de procesos geológicos activos de un tramo del curso medio de la cuenca del río Eria, en el sector suroccidental de la provincia de León utilizando técnicas de SIG.

El trabajo se ha basado en la fotointerpretación de fotos aéreas en visión estereoscópica, estudio bibliográfico y aplicación de técnicas de SIG para el análisis de modelos digitales de terreno y mapas derivados (pendientes, alturas...) y para la representación cartográfica.

Como resultado se distinguen tres dominios de relieve caracterizados por diferentes procesos geológicos: dominio de los relieves sobre sustrato paleozoico, dominio de los relieves de origen fluvial y dominio de las formas de origen antrópico. En el primero tienen gran relevancia las formas del relieve relacionadas con la estructura geológica hercínica, en donde aparecen procesos activos ligados a procesos gravitacionales, originando formas del relieve como canchales, coluviones, depósitos de piedemonte y. Debido a lo escarpado de este dominio, apenas existen infraestructuras humanas, por lo que la interferencia de los procesos activos con las mismas es baja. En el segundo dominio aparecen formas del relieve originadas por procesos activos relacionados con el encajamiento de la red fluvial y de sedimentación, pudiendo afectar a infraestructuras humanas. En el tercero aparecen actuaciones susceptibles de interferir con los procesos activos naturales, provocando efectos adversos para la población.

La información cartográfica obtenida supone la base para un análisis de susceptibilidad espacial de los distintos peligros de origen geológico, útil para la planificación territorial.

Palabras Clave: Riesgos naturales, cartografía, fotointerpretación, SIG, Geomorfología.

### ABSTRACT

*The aim of this work is to represent by means of GIS techniques the geomorphological and active geological processes map of the middle course of the Eria river, located in the southwestern León province, Spain. This study is based on aerial photointerpretation, bibliographic analysis of previous works, and on the application of GIS techniques. These techniques were used for the representation of the mapping units, and for analyzing a DTM and derived maps (slop, aspect, etc.), creating a spatial and attribute database.*

Three main relief domains were differentiated based on the predominant active geological processes: the domain of landforms developed on the Palaeozoic metamorphic rocks, the domain of fluvial landforms, and the domain of anthropogenic landforms. The first one is mainly related to active gravitational processes, but because of the low human occupation, the interaction with human infrastructures is almost negligible. The second one is mainly related to incision and sedimentation of the drainage network, interacting with some human infrastructures developed on the floodplains, alluvial fans and close to the river side. The third one is formed by human elements affecting and modifying at different levels the strength of the active geological processes.

The resulting map act as a basis for further spatial susceptibility for geological hazards analysis, which is useful for land use planning.

Key Words: Natural hazards, mapping, photointerpretation, GIS, Geomorphology.

## INTRODUCCIÓN

La zona estudiada corresponde al cuadrante suroriental de la Hoja 230 (Castrocontrigo) del Mapa Topográfico Nacional, en el suroeste de la provincia de León (Fig. 1). Aparecen relieves apalachianos con una cota máxima de 1.508 m y con sus líneas de cumbres dispuestas en dirección WNW-ESE. Estos relieves aparecen disectados por una red de drenaje formada por un río principal (río Eria), que discurre durante la mayor parte de su recorrido paralelamente a los mismos, y numerosos arroyos, entre los que destaca el arroyo de Serranos. El clima de la zona es de tipo continental, con una temperatura media anual de 11,1 °C y precipitaciones medias anuales de 625 mm. Debido a sus características litológicas, estructurales y geomorfológicas, en esta zona aparecen diferentes procesos geológicos activos, capaces de provocar daños y pérdidas en los bienes de la población aquí presente.



Figura 1. Localización de la zona de estudio.

En este trabajo se describen las diferentes formas del relieve y los procesos geológicos activos presentes en la zona de estudio con la finalidad de realizar una cartografía geomorfológica, determinando la influencia que tienen estos procesos sobre las formas del relieve y la población mediante el uso de técnicas de teledetección y SIG.

Esta zona se encuentra enmarcada en el tránsito de dos importantes unidades geológicas: el Sinclinal de Truchas, perteneciente a la Zona Centro-Ibérica del Macizo Hespérico, donde aparecen las principales elevaciones y las pendientes más escarpadas, y la Cuenca neógeno-cuaternaria del Duero, que forma las zonas más bajas y de pendientes más suaves. Las diferencias litológicas y estructurales existentes entre estas dos unidades se traducen en la presencia de relieves muy diferenciados entre sí por su configuración geomorfológica y por los procesos geológicos activos que operan en ellos.

En la zona perteneciente al Sinclinal de Truchas aparecen rocas siliciclásticas paleozoicas, como areniscas, pizarras y cuarcitas, que dan lugar a los relieves más abruptos. En la zona perteneciente a la Cuenca del Duero los

materiales que aparecen son sedimentos fluviales neógenos y cuaternarios poco consolidados, como arenas, conglomerados y arcillas, y aparecen en las zonas de menor altura y pendiente.

## MÉTODO

Para la elaboración de este trabajo se recopiló diversa información, bibliografía de la zona de estudio y otras zonas con el mismo contexto, cartografía temática, observaciones y descripciones de campo y fotografías aéreas en visión estereoscópica y ortofotos con el fin de realizar una cartografía geomorfológica y de procesos activos basada en las normas propuestas por Martín-Serrano, et al. (2004). Esta cartografía se basó en la identificación de unidades en las fotografías aéreas, que fueron plasmadas posteriormente en un mapa en papel, digitalizado posteriormente. Esta digitalización se realizó en ArcGIS con el fin de realizar posteriormente diferentes análisis de la información mediante técnicas de SIG con la finalidad de analizar la susceptibilidad de las diferentes infraestructuras ante la actuación de procesos geodinámicos activos (Fig. 2).

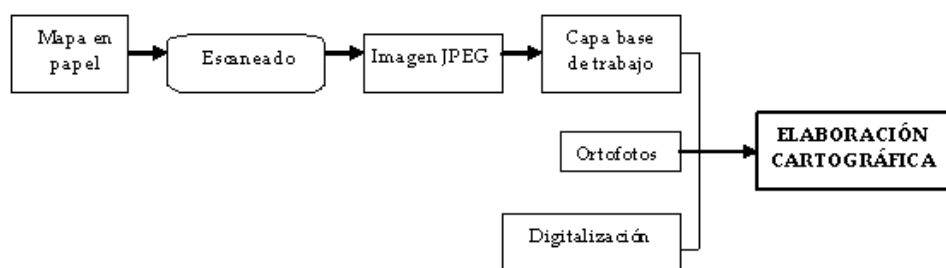
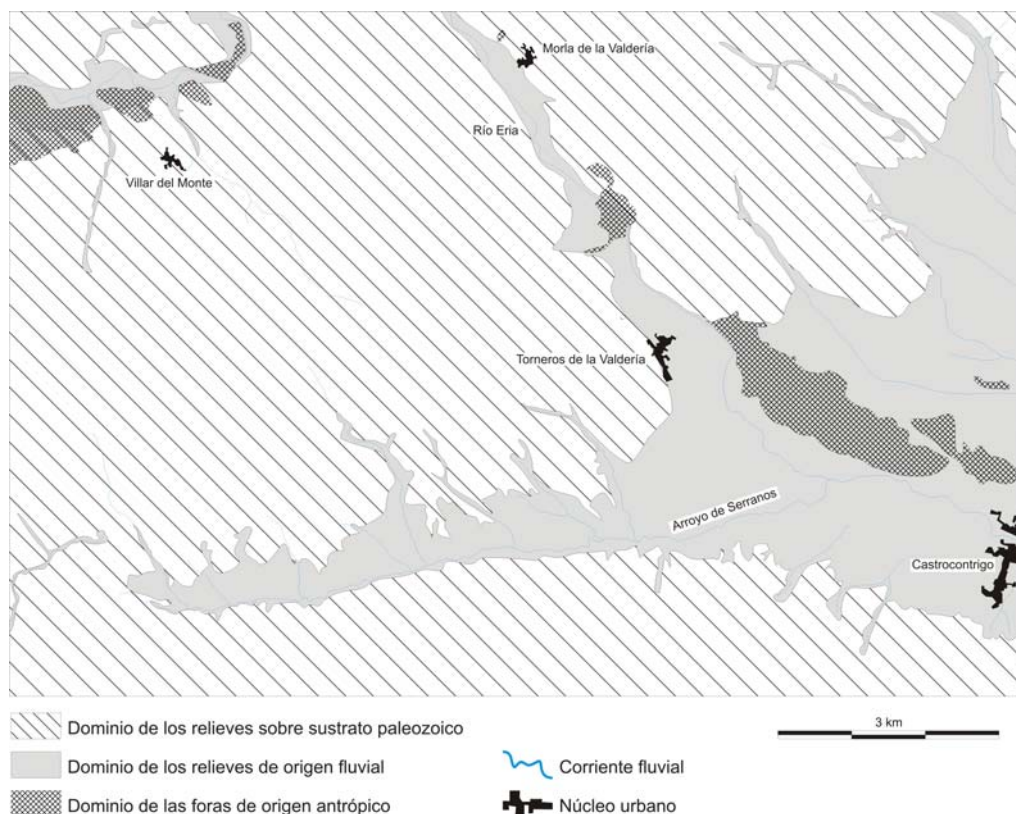


Figura 2. Proceso de elaboración de la cartografía.

## RESULTADOS

El análisis de la información recopilada y la cartografía elaborada permitió dividir la zona de estudio en tres dominios del relieve (Buzzi, 2008) diferenciados entre sí en virtud de las formas del relieve y de los procesos geodinámicos activos que operan en cada uno de ellos (Fig. 3).



**Figura 3:** Dominios del relieve identificados en la zona de estudio.

Estos dominios son el dominio de los relieves sobre sustrato paleozoico, formado por morfologías íntimamente ligadas a las rocas del basamento hercínico y a su configuración tectónica, y que abarca la mayor parte de la zona de estudio; el dominio de los relieves de origen fluvial, que engloba las formas del relieve y los procesos activos ligados a la dinámica de las corrientes acuosas, encauzadas o no, y que abarca el ámbito de influencia de los principales cursos fluviales en el tercio oriental de la zona estudiada; y el dominio de las formas de origen antrópico, en el que se encuentran los elementos del relieve natural que han sido modificados por las actividades humanas llevadas a cabo desde la época romana.

### **Dominio de los relieves sobre sustrato paleozoico**

Las formas del relieve que aparecen en este dominio son de tipo estructural, gravitacional y poligénico. También aparecen diversos tipos de procesos activos, como los movimientos de ladera, la erosión fluvial y posibles restos de glaciario.

Las formas estructurales observadas son crestas, resaltes de capas subverticales y monoclinales, fallas y valles de fractura. Las crestas y resaltes coinciden con afloramientos de rocas paleozoicas más resistentes y consolidadas (cuarcitas y areniscas), aparecen en los puntos más elevados del relieve y están afectadas por diversas familias de diaclasas. Sus dimensiones son muy variables: 2-10 m de potencia y 3-20 m de altura para las crestas y 0,5-2 m de altura y 0,5-2 m de potencia para los resaltes de capas subverticales y monoclinales. Las fallas que se han identificado son de dos tipos: unas más pequeñas (menos de 2 km de longitud observable), de fácil identificación mediante fotografía aérea y que aparecen afectando a las crestas y resaltes; y fallas de mayor extensión (más de 5 km de longitud observable), menos evidentes, pero deducidas a partir de alineaciones en las formas del relieve, por ejemplo controlando la disposición de la red de drenaje.

Las formas gravitacionales más extendidas por la zona de estudio son los canchales, con y sin vegetación (Fig. 4), coluviones (Fig. 5) y vertientes regularizadas, regularizadas y disectadas, y con bloques (Fig. 6). Los canchales se localizan al pie de los principales afloramientos rocosos, y están formados por clastos heterométricos de cuarcita,

angulosos y poco o nada seleccionados. Se ha utilizado la presencia o ausencia de vegetación como indicador de la movilización interna de los clastos, estableciéndose que en los canchales sin vegetación la movilización y acumulación de clastos es activa y en los canchales con vegetación esta actividad ya ha cesado. Los coluviones están compuestos por sedimentos poco consolidados, con clastos heterométricos y subangulosos flotando en una matriz arenoso-limosa. Respecto a las vertientes, se han reconocido vertientes regularizadas, caracterizadas por la uniformidad de sus rasgos geométricos; regularizadas y disectadas, en las que han actuado procesos de incisión o erosión de los materiales superficiales que las recubren, con el consiguiente afloramiento puntual del sustrato; y vertientes de bloques, similares a las vertientes regularizadas pero en las que aparecen bloques dispersos, procedentes de afloramientos rocosos y movilizados por procesos de gravedad, periglaciario o una combinación de ambos.

Las formas poligénicas que aparecen en este dominio están representadas por los depósitos de piedemonte y glaciis (Fig. 4) y las superficies de erosión (Fig. 7). Los depósitos de piedemonte están compuestos por clastos poco seleccionados, matriz-soportados, subangulosos y de esfericidad baja. Presentan cierto orden interno (sucesiones de materiales gruesos y finos), correspondientes al arrastre de materiales por agentes que funcionan con energía variable. Su pendiente oscila entre el 5 y 7%. Los glaciis presentan una pendiente media del 3,5%. Según la clasificación de Pedraza (1996) los glaciis que aparecen en esta zona son de tipo mixto, con una delgada cobertera (se estima 1 m de potencia máxima) apoyada sobre el sustrato rocoso. Las superficies de erosión aparecen dispuestas en cuatro niveles: S1, entre 1600 y 1500 m; S2, entre 1500 y 1400 m; S3, entre 1400 y 1200 m y S4, entre 1200 y 1150 m.

Respecto a los procesos activos, dentro de los movimientos de ladera se incluyen las caídas y desprendimiento de bloques, que aparecen asociados a las crestas y resaltes de rocas duras y deslizamientos.

La erosión fluvial presente en este dominio está causada fundamentalmente por corrientes no encauzadas, que erosionan los materiales poco consolidados (de tipo coluvionar, principalmente), formando surcos, regueros y cárcavas cuya profundidad está condicionada por la presencia o no de un sustrato rocoso. Las cárcavas no son exclusivas de este dominio, sino que también aparecen en los otros dos.

### **Dominio de los relieves de origen fluvial**

Dentro de este dominio las formas del relieve que aparecen son fondos de valle, llanuras de inundación, terrazas, escarpes, barras fluviales, abanicos aluviales y procesos de erosión lateral del cauce.

Los fondos de valle más desarrollados aparecen a lo largo del arroyo de Serranos y en sus principales afluentes, así como en los cauces de los arroyos que drenan las vertientes orientales de los relieves que están en contacto con la Cuenca del Duero.

Las llanuras de inundación no se desarrollan uniformemente a lo largo de todo el curso del río Eria, sino que tienen mayor extensión en las zonas cubiertas por sedimentos miocenos, que no están confinadas por los relieves paleozoicos.

Las terrazas fluviales aparecen formadas por materiales clastosoportados, heterométricos y bien redondeados, y aparecen dispuestas en cinco niveles.

Los escarpes fluviales desarrollados por encajamiento de la red de drenaje llegan a alcanzar los 10 m de desnivel. Las barras fluviales se forman por la acumulación de materiales gruesos, redondeados y poco seleccionados ligadas a la propia dinámica del río, y aparecen en el fondo o los laterales del mismo. La erosión lateral del cauce aparece en zonas de meandros, principalmente en las proximidades de Torneros de la Valdería, afectando a los sedimentos miocenos.

Uno de los procesos activos más significativos en este dominio es el desarrollo de abanicos aluviales; se han contabilizado 29 abanicos, con superficies que oscilan entre 0,01 y 0,5 km<sup>2</sup>. Aparecen en la zona de descarga de corrientes de agua torrenciales, y están formados por materiales de muy escasa madurez textural.

### **Dominio de las formas de origen antrópico**

En este dominio aparecen los elementos del relieve que han sido modificados por actividades antrópicas, y entre ellas destacan las actuaciones sobre la red de drenaje y sobre las formas del relieve mencionadas anteriormente por parte de las vías de comunicación, conducciones de agua, cortafuegos y la minería romana.

Las principales actuaciones sobre la red de drenaje son las defensas de los cauces, la presencia de una minicentral hidroeléctrica y una presa hidráulica. Estos elementos implican modificaciones en el régimen hidráulico del río, que en el caso de las defensas del cauce suponen una disminución del rozamiento entre el agua y el lecho, lo que se traduce en una mayor capacidad erosiva por parte del agua.

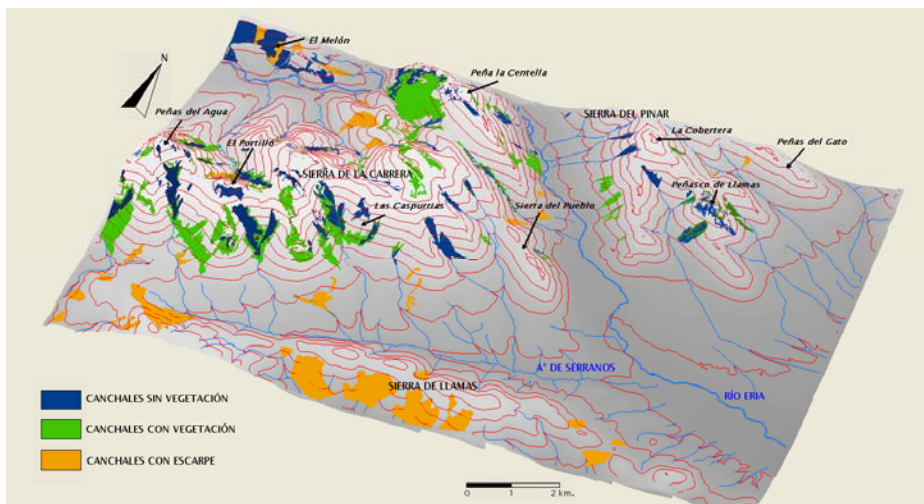


Figura 4. Distribución de los diferentes tipos de canchal en la zona de estudio.

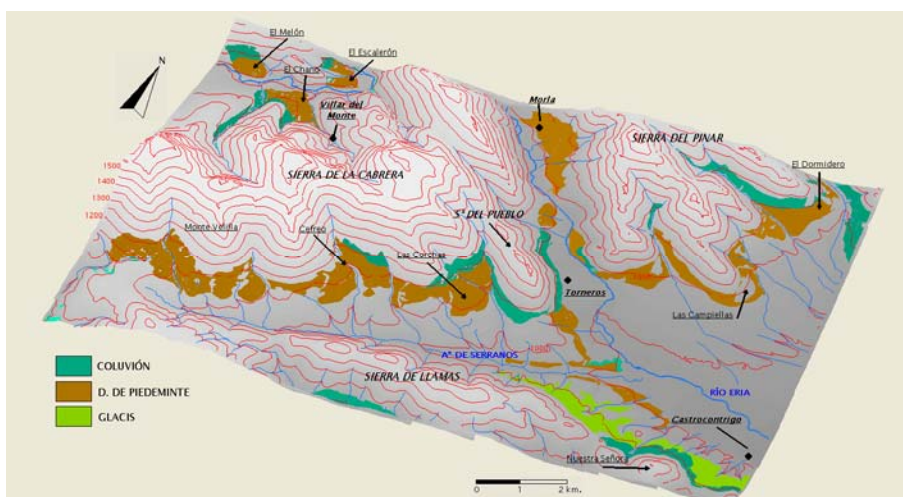


Figura 5. Distribución de coluviones, depósitos de piedemonte y glaciares en la zona de estudio.

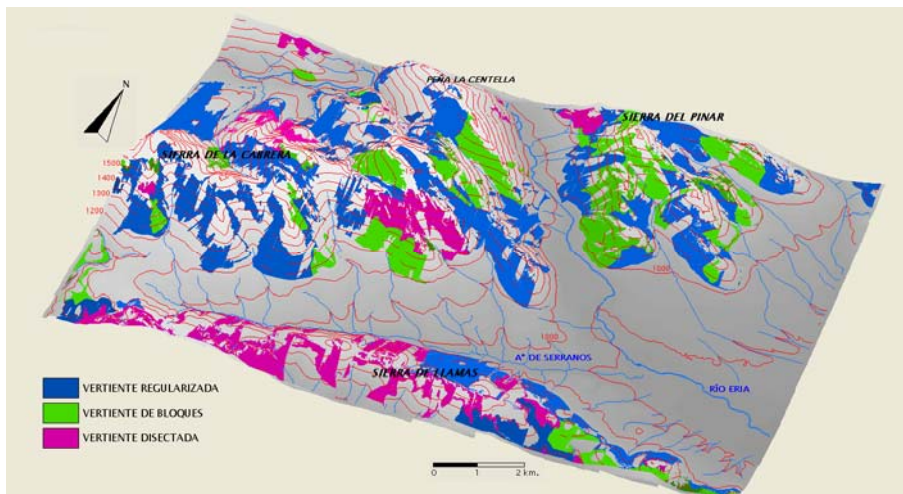


Figura 6. Distribución de las diferentes vertientes en la zona de estudio.

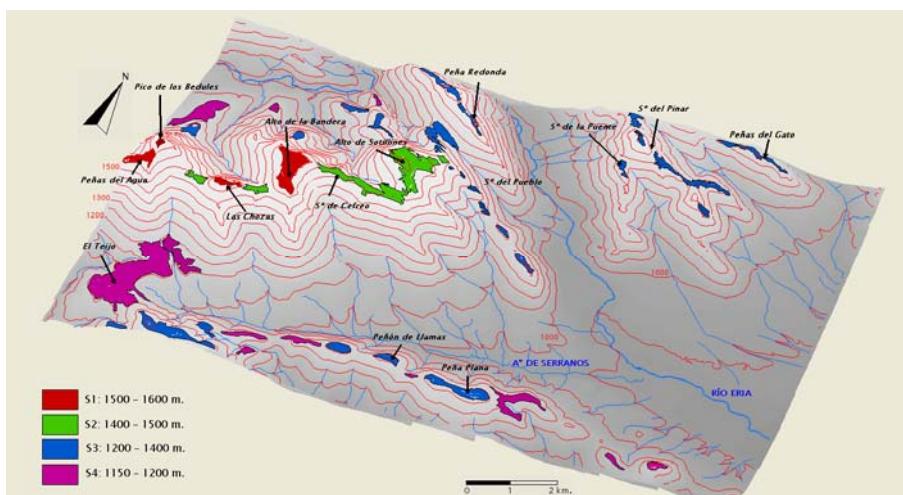


Figura 7. Distribución de las diferentes superficies de erosión en la zona de estudio.

## CONCLUSIONES

La elaboración de una cartografía geomorfológica y de procesos activos mediante técnicas de SIG en la zona de estudio constituye la base geológica para la realización de estudios de peligrosidad y riesgos en un SIG, permitiendo su análisis con otras capas de información de la base de datos espacial, como son infraestructuras, pendientes, etc.

La base de datos espacial que constituye la cartografía presentada en este trabajo permite también analizar separadamente cada uno de los dominios de formas del relieve diferenciados, así como los distintos elementos geomorfológicos asociados a cada uno de ellos, facilitando el análisis espacial sobre su distribución preferente a lo largo de la zona de estudio, facilitando el estudio de sus relaciones con otras variables del medio físico como son las pendientes, orientaciones de las mismas, etc.

## AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el Proyecto LE045A08 de la Junta de Castilla y León.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buzzi Marcos, J. (2008): *Estudio geomorfológico y cartografía de procesos geodinámicos activos en la cuenca media-alta del río Eria (provincia de León, España)*. Trabajo para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados, inédito. Universidad de León, León, 227 pp.
- Martín-Serrano, Á.; Salazar, Á.; Nozal, F.; Suárez, Á. (2004): *Mapa geomorfológico de España a escala 1:50.000. Guía para su elaboración*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid (España).
- Matas, J.; Velando, F.; Martínez, F.J.; Quintero, I.; Marocs, A.; Pérez Estaún, A. (1982): *Mapa geológico de España 1:50000 (Hoja 230, Castrocontrigo)*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid (España).
- Pedraza, J. (1996): *Geomorfología, principios, métodos y aplicaciones*. Rueda, Madrid, 414 pp.
- Pérez García, L.C. (1977): *Los sedimentos auríferos del NO de la Cuenca del Duero (provincia de León) y su prospección*. Tesis Doctoral, inédita. Universidad de Oviedo, Oviedo, 399 pp.
- Vargas, I.; Pol, C.; Corrochano, Á.; Carballeira, J.; Corrales, I.; Flor, G.; Manjón, M.; Díaz García, F.; Fernández Ruiz, J.; Pérez Estaún, A. (1984): *Mapa geológico de España 1:50000 (Hoja 231, La Bañeza)*. Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid (España).