

# Prólogo CyG

noticias de interés • información • opinión • debate • nuevas metodologías • proyectos • programas de doctorado • nuevas tendencias • universidades  
• política científica • eventos • actividades • grupos de trabajo • actualidad  
una sección abierta a todos los entusiastas de las ciencias del Cuaternario y Geomorfología.  
Sección coordinada por Askoa Ibisate (askoa.ibisate@ehu.eus) y Javier Elez (j.elez@usal.es)



## *In memoriam* Mateo Gutiérrez Elorza

*Antonio Cendrero (UNICAN)  
José M. García Ruiz (IPE-CSIC)*

El Profesor Mateo Gutiérrez Elorza falleció el 9 de septiembre de 2023, al día siguiente de finalizar la XVI Reunión Nacional de Geomorfología, celebrada en Zaragoza y organizada entre el Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza y el Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). Precisamente, tanto en la conferencia inaugural como en la de clausura de la reunión se citó a Mateo Gutiérrez Elorza como un referente imprescindible de la Geomorfología española, y fue emocionadamente recordado por Gloria Desir en su discurso de inauguración del congreso. Una triste y llamativa casualidad.

**Mateo Gutierrez Elorza fue un científico imaginativo que recorría la primera línea de fuego, recogiendo y aportando ideas, transmitiendo sus conocimientos, un hombre libre que disfrutaba en el campo y en el despacho. Será siempre recordado como lo que fue: un gran científico que contribuyó de manera decisiva al desarrollo de la Geomorfología española.**

***Mateo Gutierrez Elorza was an imaginative scientist who traveled the front line, collecting and contributing ideas, transmitting his knowledge, a free man who enjoyed in the field and in the office. He will always be remembered as what he was: a great scientist who contributed decisively to the development of Spanish Geomorphology.***

La noticia se extendió rápidamente dado que Mateo era una persona muy querida entre los geomorfólogos españoles, tanto por su carácter próximo como por su gran categoría científica y por su labor en el desarrollo reciente de la geomorfología española e internacional. Aunque llevaba retirado del primer plano científico desde hace seis años, todos teníamos el recuerdo de sus conexiones internacionales desde la década de 1980, su tarea protagonista en el desarrollo de la Sociedad Española de Geomorfología y sus trabajos en la organización de congresos y reuniones, en particular el gran éxito de la VI Conferencia Internacional de Geomorfología celebrada en Zaragoza en el año 2005.

Mateo Gutiérrez Elorza nació en Burgos en el año 1941 y descubrió su interés por la Geología en las clases de Ciencias Naturales de 5º curso de bachillerato, impartidas por su tío, D. Elías Gutiérrez Gil,

catedrático en el Instituto Cardenal López de Mendoza de esa ciudad. En 1963 se licenció en Ciencias Geológicas en la Universidad de Madrid, en la que defendió en 1969 su Tesis Doctoral bajo la dirección del Profesor Manuel Alía Medina, sobre la Geología de la región de Aracena-Cumbres Mayores, entre las provincias de Huelva y Badajoz. Entre 1967 y 1972 impartió clases de Geografía Física en la Universidad de Madrid (a partir de 1970, Universidad Complutense), para pasar a partir de 1972 al Colegio Universitario de Teruel, que él contribuyó a poner en marcha desde su inicio, como Subdirector del mismo entre 1972 y 1977. Con su impulso, se implantó un exitoso primer ciclo de Geología, con mucho éxito, entre otras licenciaturas. En 1977 pasó a ser profesor del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza, donde ejerció como Catedrático de Geomorfología desde 1980. En esa Universidad desarrolló el resto de su carrera profesional, aunque siguió manteniendo un estrecho vínculo con la ciudad de Teruel a través de los Cursos de Geología Práctica de la Universidad de Verano, de los que fue Director durante 25 años (Gutiérrez Santolalla, 2011).

Como profesor de Universidad dirigió diez tesis doctorales, cuyos autores, destacados miembros de diversas universidades e instituciones españolas, son una muestra de la capacidad de Mateo para entusiasmar a sus discípulos y para elaborar trabajos que siempre han estado en la frontera más avanzada de la Geomorfología: José Luis Simón en 1984 sobre “Compresión y distensión alpinas en la Cadena Ibérica oriental”, Jerónimo López Martínez en 1986 sobre “Geología del macizo kárstico de la Piedra de San Martín”, Joaquín Rodríguez Vidal en 1986 sobre “Geomorfología de las Sierras Exteriores oscenses y su piedemonte”, Carlos Sancho Marcén en 1988 sobre “Geomorfología de la cuenca baja del río Cinca”, Gerardo Benito en 1989 sobre “Geomorfología de la cuenca baja del río Gállego”, Francisco Javier Gracia Prieto en 1990 sobre “Geomorfología de la región de Gallocanta (Cordillera Ibérica central)”, Asunción Soriano en 1990 sobre “Geomorfología del sector centromeridional de la Depresión del Ebro”, Belén Lerános en 1993 sobre “Geomorfología y Geología ambiental de la Ribera de Navarra”, Gloria Desir en 2001 sobre “Erosión hídrica de terrenos yesíferos en el sector central de la Depresión del Ebro” y Cinta Marín en 2011 sobre “Estudio de la erosión y morfologías resultantes en un área de clima semiárido (Bardenas Reales, Navarra)”.

Además de su tarea docente, Mateo Gutiérrez Elorza destacó en dos aspectos fundamentales: su labor investigadora y su enorme capacidad para impulsar la Geomorfología en España. Como científico entró de lleno en un amplio abanico de temas en el campo de la Geomorfología, destacando sus estudios sobre:

- (1) Karst, especialmente los trabajos realizados sobre poljes (Gutiérrez et al., 1983; Gracia et al., 1996, 2001, 2002) y sobre campos de dolinas en calizas y yesos (Gutiérrez y Peña, 1979 a, 1979 b; Gutiérrez et al., 1985, 2007; Benito y Gutiérrez, 1988; Gutiérrez y Gutiérrez, 1998; Galve et al., 2009).
- (2) Geoarqueología (Burillo et al., 1981, 1984, 1985), cuyos trabajos fueron pioneros en España y abrieron camino para para otros posteriores.
- (3) Neotectónica (Capote et al., 1981; Gutiérrez et al., 2008).
- (4) Ciclos geomorfológicos relacionados con oscilaciones climáticas (Gutiérrez y Peña, 1998; Harvey y Gutiérrez-Elorza, 2005). En el primero de estos trabajos se distinguen dos fases de acumulación (desde la Edad del Bronce hasta el Periodo Romano y después de la Edad Media) separadas por una fase de incisión, estableciendo una cronología del Holoceno tardío que ha servido de patrón para estudios posteriores. Destacan también los estudios pioneros sobre *talus flatirons* (Gutiérrez Elorza y Sesé Martínez, 2001; Gutiérrez et al., 1998a, 2006, 2010) y sobre la acción del viento en la generación de yardangs (Gutiérrez et al., 2005; Gutiérrez y Gutiérrez, 2014a).
- (5) Cuantificación de la erosión en ambientes de cárcavas de Bardenas y Monegros, incluyendo los estudios pioneros sobre *piping* (Gutiérrez et al., 1988, 1997), y los realizados mediante parcelas experimentales, utilizando colectores, agujas de erosión y perfiladores microtopográficos (San-

cho et al., 1991; Desir et al., 1995; Sirvent et al., 1997). En este mismo grupo destaca su discurso de ingreso en la Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza sobre la Geomorfología y el cambio climático en zonas áridas (Gutiérrez, 1998).

- (6) Análisis de las consecuencias geomorfológicas de eventos hidrológicos extremos (Gutiérrez et al., 1998b, 2003).
- (7) Ambientes periglaciares, incluyendo el estudio de los glaciares rocosos en el valle de Arán (Gutiérrez y Peña, 1981), que fue una innovación en ese campo en España, y diversos trabajos sobre acumulaciones periglaciares en la Sierra de Albarracín (Gutiérrez y Peña, 1976), especialmente derrubios estratificados y los ríos de piedras, tan originales y enigmáticos y que revisitó posteriormente (Gutiérrez y Gutiérrez, 2014b).

Los trabajos citados hasta ahora son una pequeña parte de la gigantesca contribución de Mateo Gutiérrez Elorza al avance de la Geomorfología en España, e indican el carácter innovador de muchas de sus líneas de investigación. Supo adaptarse a los cambios que tenían lugar en la Geomorfología internacional en la década de 1980, asistiendo a varios congresos auspiciados por la Unión Geográfica Internacional y por la Asociación Internacional de Geomorfología, en los que tuvo siempre una participación muy activa. Fue, en consecuencia, uno de los primeros geomorfólogos españoles en publicar frecuentemente en las mejores revistas internacionales de Geomorfología, abriendo el camino a muchos jóvenes que, con su ejemplo, han convertido a la Geomorfología española en una de las más activas y productivas del mundo. Mateo contribuyó de forma decisiva a esa evolución tan positiva.

Pero sus publicaciones dieron un paso aún más importante con sus libros y sus aportaciones más teóricas. Entre estas últimas destacan sus estudios sobre la historia de la Geomorfología, tanto en España (Gutiérrez Elorza, 1990) como en el mundo (Gutiérrez y Pérez González, 1992), confirmando sus grandes conocimientos teóricos y del marco conceptual en el que se instala la ciencia a la que dedicó casi toda su vida. En una línea similar, coordinó el capítulo sobre Cuaternario dedicado a la Geología de España, un trabajo de síntesis en el que se detallan los principales rasgos de las formas de relieve y su evolución (Gutiérrez-Elorza et al., 2002).

Sobre sus libros, poco podemos añadir a lo que todos sabemos: son síntesis excepcionales que han alcanzado gran relevancia en sus versiones españolas e inglesas. Nos referimos, claro está, al libro sobre la Geomorfología climática (Gutiérrez, 2001, 2005) y sobre la Geomorfología en general (Gutiérrez, 2008, 2012). Son las obras que resumen el carácter integrador de la investigación de Mateo, su necesidad de abarcar todas las líneas del conocimiento geomorfológico, para intentar construir una síntesis que muestre la capacidad de nuestra disciplina para explicar gran parte de los fenómenos que ocurren en la naturaleza, que sin la contribución de la Geomorfología quedarían pobremamente explicados. Muchos le recordamos en su despacho, rodeado de libros y de múltiples separatas que le ayudaban a transmitir su pasión por las formas de relieve y los procesos. Era un científico completo, apasionado, lleno de preguntas y de respuestas, un lector infatigable, alguien que nos ayudó a entender la evolución del relieve de la Tierra a distintas escalas espaciales y temporales. Siempre fue y será uno de los nuestros por su proximidad y por su infatigable deseo de contarnos todo lo que sabía sobre las formas del relieve terrestre.

Su trabajo como productor y editor de libros se prolongó aún unos años con dos obras excepcionales sobre los paisajes y las formas de relieve de España (Gutiérrez y Gutiérrez, Eds., 2014c) y sobre las formas del relieve terrestre (Gutiérrez y Gutiérrez, 2016), este último un compendio de fotografías de enorme valor por su calidad, hasta el punto de convertir al libro en un catálogo imprescindible de formas de relieve clasificadas temáticamente.

Evidencias del reconocimiento por parte de la comunidad científica a nivel nacional son su nombramiento como Académico correspondiente de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y

Naturales de España (1992) y de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza (1998).

Pero no solo fue un gran científico. También le recordamos como un gran organizador e impulsor de la Geomorfología española. Después de la reunión de la Asociación Internacional de Geomorfología, que tuvo lugar en 1986 en la ciudad de Manchester, Mateo se puso en marcha con uno de los firmantes de esta nota para crear la Sociedad Española de Geomorfología (SEG), a partir de una reunión celebrada por la Universidad de Cantabria en Santander. De ahí surgió la revista *Cuaternario y Geomorfología*, que sigue siendo la publicación por excelencia de la SEG. Poco después se celebró la I Reunión Nacional de Geomorfología en Teruel, entre los días 17 y 20 de septiembre de 1990, con la organización directa de Mateo Gutiérrez Elorza y José Luis Peña. Mateo fue allí elegido primer Presidente de la SEG. Desde entonces esta sociedad ha organizado otras 15 reuniones, la última en Zaragoza, y múltiples jornadas de trabajo en diferentes lugares de España. Más de 30 años después de su creación, la idea original de Mateo al integrar equitativamente a geólogos y geógrafos sigue en pie y ha contribuido al éxito de una sociedad científica que aún sigue muy activa y que es una referencia para jóvenes y veteranos.

No podemos olvidar el descomunal esfuerzo organizativo de la VI Conferencia Internacional de Geomorfología, celebrada en Zaragoza entre los días 7 y 11 de septiembre de 2005. En primer lugar, es obligado reconocer que si se concedió a Zaragoza el honor de organizar un evento de tal magnitud e importancia científica fue porque la presidencia de la Asociación Internacional de Geomorfología (IAG por sus siglas en inglés), en manos del Profesor Mario Panizza, confió plenamente en la categoría profesional de Mateo Gutiérrez Elorza y en su capacidad organizativa. Su sucesor, el Profesor Andrew Goudie, pudo comprobar en sus visitas a Zaragoza el proceso de preparación de un congreso tan complejo. Asistieron 861 personas de 61 países, hubo numerosas sesiones paralelas, se organizaron en torno a 20 excursiones, que fueron impecablemente publicadas, y un congreso de jóvenes geomorfólogos con su correspondiente excursión. No sería fácil imaginar otra reunión con tanto éxito, a pesar de que todo el esfuerzo de organización se concentró sobre las espaldas de un pequeño grupo de personas en torno a la figura de Mateo.

Finalmente, y no es lo menos importante, Mateo fue una persona que se hacía querer. Divertido a ratos, sobre todo cuando se encontraba en el campo rodeado de buenos amigos, serio cuando era necesario, y siempre generoso, el científico imaginativo que recorría la primera línea de fuego, recogiendo y aportando ideas, transmitiendo sus conocimientos, un hombre libre que disfrutaba en el campo y en el despacho. Hacía pocos años que se había retirado de la investigación científica porque tras sus últimos libros monumentales era consciente de que poco más podía aportar a la Geomorfología española e internacional. Lo había dado todo y todo se lo debemos. Será siempre recordado como lo que fue: un gran científico que contribuyó de manera decisiva al desarrollo de la Geomorfología española.

No sorprendentemente, la noticia del fallecimiento de Mateo ha dado lugar a que sus familiares, amigos y colegas hayan recibido ya numerosas expresiones de pésame por parte de destacados representantes de la Geomorfología a nivel internacional.

Antonio Cendrero,  
Catedrático de Geodinámica Externa (Emérito),  
Universidad de Cantabria, Santander.

José M. García Ruiz,  
Profesor de Investigación del CSIC (jubilado)  
en el Instituto Pirenaico de Ecología, Zaragoza.

## Referencias

- Benito, G., Gutiérrez, M., 1988. Karst in gypsum and its environmental impact on the Middle Ebro Basin (Spain). *Environmental Geology & Water Sciences* 12, 107-111. <https://doi.org/10.1007/BF02574795>
- Burillo, F., Gutiérrez, M., Peña, J.L., 1981. El cerro del Castillo de Alfambra (Teruel). Estudio interdisciplinario de Geomorfología y Arqueología. *Kalathos* 1, 7-63.
- Burillo, F., Gutiérrez, M., Peña, J.L., 1984. Las acumulaciones holocenas y su datación arqueológica en mediana de Aragón (Zaragoza). *Cuadernos de Investigación Geográfica* 11, 193-207. <https://doi.org/10.18172/cig.955>
- Burillo, F., Gutiérrez, M., Peña, J.L., 1985. Datación arqueológica de deformaciones tectónicas en vertientes holocenas de Sierra Palomera (Cordillera Ibérica centrooriental). *Actas da I Reunião do Quaternário Ibérico*, Lisboa, Vol. 2 pp. 355-366.
- Capote, R., Gutiérrez, M., Hernández, A., Olivé, A., 1981. Movimientos recientes en la fosa del Jiloca (Cordillera Ibérica). *V Reunión del Grupo Español de Trabajo del Cuaternario*, Sevilla, pp. 245-257.
- Desir, G., Sirvent, J., Gutiérrez, M., Sancho, C., 1995). Sediment yield from gypsiferous degraded areas in the middle Ebro Basin (NE Spain). *Physics and Chemistry of the Earth* 20, 385-393. [https://doi.org/10.1016/0079-1946\(95\)00052-6](https://doi.org/10.1016/0079-1946(95)00052-6)
- Galve, J.P., Gutiérrez, F., Lucha, P., Bonachea, J., Cendrero, A., Gimeno, M.J., Gutiérrez, M., Pardo, G., Remondo, J., Sánchez, J.A., 2009. Sinkholes in the salt-bearing evaporite karst of the Ebro River valley upstream of Zaragoza city (NE Spain). *Geomorphological mapping and analysis as a basis for risk management*, *Geomorphology* 108, 145-158. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.12.018>
- Gracia, F.J., Gutiérrez, F., Gutiérrez, M., 1996. Los poljes de la región de Layna (Cordillera Ibérica noroccidental). *Cuaternario y Geomorfología* 10, 33-45.
- Gracia, F.J., Gutiérrez, F., Gutiérrez, M., 2001. Origin and evolution of the Gallocanta polje (Iberian Range, NE Spain). *Zeitschrift für Geomorphologie* 46, 245-262. <https://doi.org/10.1127/zfg/46/2002/245>
- Gracia, F.J., Gutiérrez, F., Gutiérrez, M., 2002. The Jiloca karst polje-tectonic graben (Iberian Range, NE Spain). *Geomorphology* 52, 215-231. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00257-X](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00257-X)
- Gutiérrez, M., 1998. *Geomorfología y cambio climático en zonas áridas*. Discurso de ingreso en la Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza, 78 pp.
- Gutiérrez Elorza, M., 1990. Historia de la Geomorfología. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid, pp. 115-131.
- Gutiérrez, M., 2001. Geomorfología climática. Omega, Barcelona, 642 pp.
- Gutiérrez, M., 2005. Climatic Geomorphology. Elsevier, Amsterdam, 760 pp.
- Gutiérrez, M., 2008. Geomorfología. Pearson-Prentice Hall, Madrid, 920 pp.
- Gutiérrez, M., 2012. Geomorphology. Balkema, Rotterdam, 1014 pp.
- Gutiérrez Santolalla, F., 2011. Trayectoria científica y académica de Mateo Gutiérrez. En: Geomorphological research in Spain. Scientific meeting in honour of Prof. Mateo Gutiérrez. En: F. Gutiérrez, A. Cendrero, J.M. García-Ruiz, P. Silva, A. Harvey (Eds.), Universidad de Zaragoza, pp. 7-12.
- Gutiérrez, M., Peña, J.L., 1976. Las acumulaciones periglaciares del Macizo del Tremedal (Sierra de Albarracín). *Boletín Geológico y Minero* 88, 109-113.
- Gutiérrez, M., Peña, J.L., 1979 a. El karst de los Llanos de Pozondón (prov. De Teruel). *Teruel* 61-62, 39-46.
- Gutiérrez, M., Peña, J.L., 1979 b. El karst de Villar del Cobo (Sierra de Albarracín). *Estudios Geológicos* 35, 651-654.
- Gutiérrez, M., Peña, J.L., 1981. Los glaciares rocosos y el modelado acompañante en la zona de la Bonaigua (Pirineo de Lérida). *Boletín Geológico y Minero* 92, 101-110.
- Gutiérrez, M., Peña, J.L., 1998. Geomorphology and the Upper Holocene climatic change in northeastern Spain. *Geomorphology* 23, 205-217. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(98\)00004-X](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(98)00004-X).
- Gutiérrez, M., Gutiérrez, F., 1998. Geomorphology of the Tertiary gypsum formations in the Ebro Depression (Spain). *Geoderma* 87, 1-29. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(98\)00065-2](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(98)00065-2).
- Gutiérrez, F., Gutiérrez, M., 2014a. Playa-lakes and yardangs in the Bujaraloz-Sástago endorheic area, Central Ebro Basin. En: F. Gutiérrez, M. Gutiérrez (Eds.), *Landscapes and landforms of Spain*. Springer, Dordrecht, pp. 145-153. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-8628-7\\_12](https://doi.org/10.1007/978-94-017-8628-7_12)
- Gutiérrez, M., Gutiérrez, F., 2014b. Block streams in the Tremedal Massif, Central Iberian Chain. En: F. Gutiérrez, M. Gutiérrez (Eds.), *Landscapes and landforms of Spain*. Springer, Dordrecht,

- pp. 187-195. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-8628-7\\_16](https://doi.org/10.1007/978-94-017-8628-7_16)
- Gutiérrez, F., Gutiérrez, M., Eds., 2014. *Landscapes and landforms of Spain*. Springer, Dordrecht, 348 pp. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-8628-7>
- Gutiérrez, F., Gutiérrez, M., 2016. *Landforms of the Earth. An illustrated guide*. Springer, Dordrecht, 270 pp. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-26947-4>
- Gutiérrez, M., Pérez González, A., 1992. History of the development of Geomorphology in Spain. En: H.J. Walker, W. Grabau (Eds.), *The evolution of Geomorphology*, Wiley, Chichester, pp. 397-405.
- Gutiérrez Elorza, M., Sesé Martínez, V.H., 2001. Multiple talus flatirons, variations of scarp retreat rates and the evolution of slopes in Almazán basin (semi-arid central Spain). *Geomorphology* 38, 19-29. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(00\)00051-9](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(00)00051-9)
- Gutiérrez, M., Peña, J.L., Simón, J.L., 1983. Los poljes de la región de Torrijas-Abejuela (Prov. de Teruel, Castellón y Valencia). *Teruel*, 69, 99-107.
- Gutiérrez, M., Benito, G., Rodríguez Vidal, J., 1988. Piping in badland áreas of the middle Ebro basin, Spain. *Catena Supplement* 13, 49-60.
- Gutiérrez, M., Sancho, C., Arauzo, T., 1998a. Scarp retreat in semiarid environments from talus flatirons (Ebro Basin, NE Spain). *Geomorphology* 25, 111-121. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(98\)00034-8](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(98)00034-8).
- Gutiérrez, F., Gutiérrez, M., Sancho, C., 1998b. Geomorphological and sedimentological analysis of a catastrophic flash flood in the Arás drainage basin (Central Pyrenees, Spain). *Geomorphology* 22, 265-283. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(97\)00087-1](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(97)00087-1).
- Gutiérrez, M., Desir, G., Gutiérrez, F., 2001. Yardangs in the semiarid central sector of the Ebro Depression (NE Spain). *Geomorphology* 44, 155-170. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(01\)00151-9](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(01)00151-9).
- Gutiérrez, F., Desir, G., Gutiérrez, M., 2003. Causes of the catastrophic failure of an earth dam built on gypsiferous alluvium and dispersive clays (Altorricon, Huesca Province, NE Spain). *Environmental Geology* 43, 842-851. <https://doi.org/10.1007/s00254-002-0700-2>.
- Gutiérrez, M., Gutiérrez, F., Desir, G., 2006. Considerations on the chronological and causal relationships between talus flatirons and paleoclimatic changes in central and northeastern Spain. *Geomorphology* 72, 177-192.
- Gutiérrez, M., Ibáñez, M.J., Peña, J.L., Rodríguez Vidal, J., Soriano, A., 1985. Quelques exemples de karst sur gypse dans la Dépression de l'Ébre. *Karstologia* 6, 29-36. <https://doi.org/10.3406/karst.1985.2102>.
- Gutiérrez, M., Sancho, C., Benito, G., Sirvent, J., Desir, G., 1997. Quantitative study of piping processes in badland áreas of the Ebro basin, NE Spain. *Geomorphology* 20, 237-253. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(97\)00026-3](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(97)00026-3).
- Gutiérrez-Elorza et al., M (coord.), García-Ruiz, J.M., Goy, J.L., Gracia, F.J., Gutiérrez-Santolaya, F., Martí, C., Martín-Serrano, A., Pérez-González, A., Zazo, C., Aguirre, E., 2002. Quaternary. En: W. Gibbons, T. Moreno (Eds.), *The Geology of Spain*. The Geological Society, London, pp. 335-366. <https://doi.org/10.1144/GOSPP.14>.
- Gutiérrez, F., Galve, J.P., Guerrero, J., Lucha, P., Cendrero, A., Remondo, J., Bonachea, J., Gutiérrez, M., Sánchez, J.A., 2007. The origin, typology, spatial distribution, and detrimental effects of the sinkholes developed in the alluvial evaporite karst of the Ebro River valley downstream Zaragoza city (NE Spain). *Earth Surface Processes and Landforms* 32, 912-938. <https://doi.org/10.1002/esp.1456>.
- Gutiérrez, F., Gutiérrez, M., Gracia, F.J., McCalpin, J.P., Lucha, P., Guerrero, J., 2008. Plio-Quaternary extensional seismotectonics and drainage network development in the central sector of the Iberian Range (NE Spain). *Geomorphology* 102 (1), 21-42. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.07.020>.
- Gutiérrez, M., Lucha, P., Gutiérrez, F., Moreno, A., Guerrero, J., Martín-Serrano, A., Nozal, F., Desir, G., Marín, C., Bonachea, J., 2010. Are talus flatiron sequences in Spain climate-controlled landforms? *Zeitschrift für Geomorphologie* 54, 243-252. <https://doi.org/10.1127/0372-8854/2010/0054-0013>.
- Harvey, A.M., Gutiérrez-Elorza, M., 2005. Repeated patterns of Quaternary discontinuous gullying at El Tormillo, Ebro Basin. En: García, C., Batalla, R.J. (Eds.), *Catchment dynamics and river processes: Mediterranean and other climate regions*. Elsevier, Amsterdam, pp. 53-67. [https://doi.org/10.1016/S0928-2025\(05\)80010-0](https://doi.org/10.1016/S0928-2025(05)80010-0).
- Sancho, C., Benito, G., Gutiérrez, M., 1991. Agujas de erosión y perfiladores microtopográficos. *Cuadernos Técnicos de la S.E.G.* 2, 28 pp.
- Sirvent, J., Desir, G., Gutiérrez, M., Sancho, C., Benito, G., 1997. Erosion rates in badland areas recorded by collectors, erosion pins and profilometer techniques (Ebro Basin, NE Spain). *Geomorphology* 18, 61-75. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(96\)00023-2](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(96)00023-2).