

Erosión hídrica en cárcavas y barrancos de la provincia de Segovia, España

José Francisco Martín Duque



Las cárcavas y barrancos (*gully, gullies*) son pequeños valles de paredes y cabeceras verticalizadas y perfiles longitudinales de pendiente elevada, que transmiten flujos efímeros y denotan una intensa erosión hídrica. Bordeando la vertiente norte de las sierras de Guadarrama, Somosierra y Ayllón, en las proximidades del contacto entre el piedemonte y la cuenca sedimentaria del Duero, pueden reconocerse tres grandes tipologías de cárcavas y barrancos, que de Oeste a Este son:

- (1) Cárcavas sobre sedimentos arenosos arcósicos, que incluyen cantos y bloques de granito, gneis y cuarzo, de edad Mioceno (ITGE, 1990). Estos sedimentos se depositaron en sistemas de abanicos aluviales que emergían del levantamiento de la sierra de Guadarrama al Sur. El paisaje se caracteriza aquí por cultivos de cereales sobre un relieve ondulado de lomas y vaguadas, sólo interrumpido por la red fluvial. En ese sector, la vertiente derecha del arroyo Chico o Piezga (entre las localidades de Ituro y Lama y Monterrubio) muestra los mejores ejemplos de formas y procesos en *gullies* (Figura 1 A).
- (2) Cárcavas sobre arenas silíceas, arcillas y gravas de edad Cretácico superior. Este sustrato arenoso forma una secuencia deposicional de aproximadamente 70 metros de espesor, delimitada por dos superficies de erosión. Estos depósitos tienen características litológicas típicas de las facies Utrillas (ITGE, 1991). Las cárcavas sobre este tipo de materiales son muy abundantes en la comarca de Pedraza, en el piedemonte del río Cega, zona centro sur de la provincia de Segovia (Figura 1 B).
- (3) Cárcavas sobre materiales areno-arcillosos de edad Neógeno (depósitos de “la raña” e inmediatamente inferiores), al pie de Somosierra. Son muy características en la margen derecha del río Serrano, entre Soto de Sepúlveda y Castillejo de Mesleón (Figura 1 C).



Figura 1. Tipologías de cárcavas y barrancos en el piedemonte norte de las sierras de Guadarrama, Somosierra y Ayllón (provincia de Segovia). A) Izquierda, cárcavas sobre arcosas en las laderas del río Chico (Ituro y Lama y Zarzuela del Monte). B) Centro, cárcavas sobre arenas silíceas en las inmediaciones de Valle de San Pedro. C) Derecha, cárcavas sobre la ladera derecha del río Serrano, entre Soto de Sepúlveda y Castillejo de Mesleón. Centro y derecha, fotos de Justino Díez (en Díez y Martín Duque, 2006).

En los tres casos, estas formas del terreno se asocian a litologías fácilmente erosionables, y a un régimen climático que puede clasificarse como semiárido, si bien su origen y evolución temporal no se conocen bien aún. Así, la mayor parte de las cárcavas sobre arenas silíceas parecen ser el resultado de procesos erosivos acelerados por actividades humanas históricas de minería, cantería y sobrepastoreo, los cuales habrían tenido lugar en estas comarcas, de manera intensa, a partir de la Alta Edad Media (Moreno, 1989) (figura 2A). En contraste, las cárcavas sobre arcosas y sedimentos areno-arcillosos (figuras 1A y 1C), parecen estar condicionadas por el encajamiento de un curso fluvial próximo, con desplazamiento hacia una de las paredes del valle (ríos Chico y Serrano), de manera que la profundización de un valle al pie mismo de una ladera obliga a estos barrancos a erosionar aguas arriba, desplazando sus cabeceras hacia atrás. En todo caso, parece que las actividades históricas de deforestación también han influido en estos dos casos, favoreciendo la actividad erosiva.

Los tres tipos de cárcavas y barrancos del piedemonte norte de Guadarrama – Ayllón son formas del terreno que indican una gran severidad de la erosión hídrica, aunque hay que tener en cuenta que los procesos geomorfológicos activos que actúan dentro de estas morfologías son diversos: movimientos en masa en las paredes verticales (caídas, deslizamientos y flujos) que afectan a distintos materiales (rocas, derrubios, tierras), erosión hídrica de tipo laminar y concentrada, procesos de arroyada torrencial en el fondo de los barrancos, sedimentación en forma de conos aluviales a la salida de estos barrancos a una zona más llana (piedemonte o llanura aluvial), o procesos de sufusión (*piping*), comunes en las cabeceras.

Los procesos geomorfológicos que tienen lugar en el ámbito de influencia de estas cárcavas producen dos tipos de afecciones a las actividades humanas: por un lado producen pérdidas de suelos agrícolas y forestales (Figura 2B) y por otro lado constituyen un riesgo natural, fundamentalmente de pérdidas económicas (Figura 2C).



Figura 2. A) Izquierda, Iglesia románica de Nuestra Señora de las Vegas, construida en el siglo XII sobre la base de una ladera arenó-arcillosa en Requijada. Cuando fue restaurada, en la década de 1970, se encontraba enterrada por 105 centímetros de depósitos arenosos de un cono aluvial procedente de un barranco próximo (las flechas negras verticales indican este nivel). B) Centro, degradación del suelo por procesos de erosión hídrica en las campiñas que circundan las cárcavas de Ituerto y Lama (Segovia). C) Derecha, carretera que une las localidades de La Velilla y Pedraza (Segovia), que quedó completamente cubierta por sedimentos de un cono aluvial procedente de una cárcava próxima (que puede observarse al fondo, en el centro de la imagen).

En el marco del proyecto de investigación CGL2006-07207 se están llevando a cabo estudios con el objetivo de estudiar la actividad geomorfológica de estas cárcavas en términos de tasas de actuación de los distintos procesos que movilizan sedimentos, intensidad de los procesos, frecuencia de ocurrencia de los mismos, y conectividad entre los distintos procesos. Se utilizan para ello distintas técnicas: trampas de erosión (figuras 3 A y B), sistemas de varillas y arandelas para registrar los procesos de encajamiento y relleno de los fondos arenosos de los barrancos (figura 3 C), técnicas dendrogeomorfológicas (Bodoque *et al.*, 2005), topografía de detalle (escáner láser) para realizar seguimientos de variaciones topográficas, entre otras.



Figura 3. A) Trampa de sedimentos construida con chapa galvanizada (El Arenal, Segovia). B) Gavión construido en un canal de incisión, que actúa como trampa de sedimentación (Alameda, Segovia). C) Varilla situada en el fondo de un canal arenoso en Ituero y Lama; en el caso que muestra la imagen, la varilla ha quedado enterrada varios centímetros con respecto a su posición original, tras un evento tormentoso; el espesor concreto de sedimentación queda registrado por una arandela, ahora enterrada, que marca la posición inicial del fondo del canal, y que es preciso desenterrar para conocer su posición.

Los resultados obtenidos hasta ahora muestran el siguiente patrón de movimiento de sedimentos en el interior de estas cárcavas: a) en otoño se producen tasas altas de movimiento de sedimentos, asociadas a eventos intensos o continuados de precipitación. Por ejemplo, las precipitaciones del 1 al 3 de octubre de 2007 produjeron tasas de exportación de sedimentos próximas a 10 toneladas por hectárea para una cantidad de precipitación de 39 litros por metro cuadrado en 72 horas (figura 3 A); b) en invierno, los procesos de fusión nival provocan movimientos generalizados en masa en las paredes de cárcavas y barrancos y actúan también en el fondo de los canales arenosos, en los cuales produce un intenso vaciado de sedimentos, 'sacando' el material del ámbito de la cárcava hasta el cono aluvial; c) en primavera, existe escasa actividad geomorfológica al comienzo de la estación, pero las tormentas de mayo y junio, si tienen lugar, producen la mayor actividad geomorfológica anual, con profundización de canales de hasta 50 centímetros, y formación de conos aluviales de hasta 50 toneladas para cárcavas de una hectárea de superficie, para eventos también próximos a 40 litros por metro cuadrado, si bien en este caso en 24 horas (figura 2 c); d) en verano, la actividad geomorfológica queda limitada de nuevo a tormentas convectivas, como las ocurridas a finales de agosto de 2007, las cuales, en función de su intensidad, pueden exportar sedimento fuera del sistema, o bien simplemente moverlo desde la cabecera hasta zonas topográficamente más bajas, próximas a los conos aluviales.

Comparando los tres tipos de cárcavas, puede concluirse que en las desarrolladas sobre arenas silíceas se produce escorrentía y erosión hídrica de manera casi instantánea, incluso bajo precipitaciones de muy escasa intensidad y cantidad, mientras que las desarrolladas sobre arcosas del oeste provincial (Ituero y Lama-Zarzueta del Monte) y sobre sedimentos areno-arcillosos del piedemonte de Somosierra necesitan más precipitación para que se produzca escorrentía.

El estudio científico de la dinámica geomorfológica de estas cárcavas ayuda a comprender su funcionamiento detallado, y por tanto los posibles efectos sobre las actividades humanas, que si bien aquí no presentan una alta peligrosidad, si que afectan de manera frecuente a la actividad económica, social y ambiental: aterrando vías de comunicación y campos de cultivo, produciendo pérdidas de suelo en zonas agrícolas y forestales, e incrementando la turbidez de los cursos fluviales próximos. En el caso de las cárcavas de arenas silíceas, esta información se está utilizando a su vez para enfocar de manera más eficiente la restauración ecológica de terrenos afectados por la minería de ladera sobre esos mismos materiales, en tanto existe una gran similitud en el funcionamiento geomorfológico de las cárcavas y los frentes de explotación sin restaurar (Martín Duque *et al.*, 1998).

Agradecimientos

Estos estudios son parte del proyecto de investigación CGL2006/07207. Colaboran en el mismo: Ana Lucía, Cristina Martín, Miguel Ángel Sanz Santos, Fuencisla Vicente, José María Bodoque, y Javier Pedraza.

Referencias

- Bodoque, J.M., Díez, A., Martín Duque, J.F., Rubiales, J.M., Godfrey, A.E., Pedraza, J., Carrasco, R.M. and Sanz, M.A., 2005. Sheet erosion rates determined by using dendrogeomorphological analysis of exposed tree roots: two examples from Central Spain. *Catena*, 64: 81-102.
- Diez, A. & Martín Duque, J.F. 2006. *Las raíces del paisaje. Condicionantes geológicos del territorio de Segovia*. Junta de Castilla y León, Valladolid.
- ITGE, 1990. *Mapa geológico de España, escala 1:50.000 (El Espinar, 507)*. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.
- ITGE, 1991. *Mapa geológico de España, escala 1:50.000 (Prádena, 458)*. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.
- Martín Duque, J.F., Pedraza, J., Díez, A., Sanz, M.A. & Carrasco, R.M. 1998. A geomorphological design for the rehabilitation of an abandoned sand quarry in Central Spain. *Landscape and Urban Planning*, 42:1-14.
- Moreno, F. 1989. *Zonas kársticas en la vertiente N de la Sierra de Guadarrama*. Tesis Doctoral. Facultad de Geografía e Historia, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

Volver a Geología & Yacimientos Minerales