

## Influencia antrópica en la avenida de 1997 en el río Rivillas (Badajoz). Cambios de usos e impacto geomórfico

J.A. Ortega Becerril, M.G. Garzón Heydt

Departamento de Geodinámica, Universidad Complutense de Madrid, Avda. Jose A. Novais, 2, 28040, Madrid (España). E-mail: jaortega@geo.ucm.es, [minigar@geo.ucm.es](mailto:minigar@geo.ucm.es)

### ABSTRACT

The Rivillas Stream, a tributary of the Guadiana River, is a small, seasonal watercourse that sporadically floods. The flooding that occurred on the 5th November 1977 was catastrophic; 22 deaths were recorded in the river's basin plus another 15 in neighbouring basins. The intense transformation of the basin through agriculture and construction near the city of Badajoz have led to this river system becoming very unstable. This is equally true of its floodplain, its main course, its affluents, the slopes around the basin, and the remainder of the basin. The geomorphic impact of these changes only became noticeable when the flash-flood occurred due to intense rainfall, highlighting the important negative effects of human activity in such sensitive environments.

**Palabras clave:** flash-flood, ephemeral river, geomorphic impact, anthropic changes, stream power.

### INTRODUCCIÓN

El temporal que cruzó la península Ibérica el 5 de noviembre de 1997 dejó lluvias fuertes en el suroeste de Portugal y Extremadura que fueron calificadas como extraordinarias por el INM (1998), dejando valores de precipitación diaria excepcionales para la zona, entre 110 y 150 mm/día, superando en casi todos los casos las efemérides de cada estación (considerado de 500 años de periodo de retorno), pero estos valores no son por si solos capaces de explicar una crecida de semejante magnitud. Las lluvias en los días previos, cerca de 84mm, son suficientes para alcanzar el umbral de escorrentía y evitar la infiltración.

A partir de la información de lluvias se han realizado modelos de tipo hidrometeorológico (Método Racional y HEC-1) e hidráulico (HEC-RAS) para el cálculo del caudal máximo de la crecida, tanto en la ciudad de Badajoz, como en las diversas subcuencas y tramos analizados (Ortega, 2007). Los resultados de caudal máximo obtenidos por el método que resultó ser más efectivo, el hidráulico mediante el programa HEC-RAS y calibrado con datos de niveles de flotantes en campo (Ortega y Garzón, 2005) en la ciudad de Badajoz, fue de  $799 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  un valor muy alto para un cauce con carácter estacional y ya canalizado que transmitía en la población una sensación de seguridad.

### TRANSFORMACIONES ANTRÓPICAS EN LA CUENCA

Badajoz ha tenido asentamientos de la Edad del Bronce (3000 BC), con restos posteriores celtas, romanos y visigodos (Fraille, 1995). Estos pueblos habitaron en el Cerro de La Muela, pero sin llegar a ser ciudad, título que alcanza en el siglo IX, ya en época musulmana. Badajoz vive de espaldas al río, utilizándolo solo como defensa y para obtener agua. A partir de este momento los sucesivos pobladores de Badajoz viven en una ciudad intramuros, que no se desarrollará hasta pasada los años 40 del siglo XX. Crecidas de gran magnitud, como

la de diciembre de 1876, con marcas históricas a más de un metro por encima de la de 1997, apenas causaron víctimas ni daños materiales, pues no existía población sobre las márgenes del río Rivillas. A partir de 1939 se crean los barrios de San Roque y Cerro de Reyes, ocupando parte de la llanura de inundación del Rivillas y Calamón, y el entorno urbano crece cuenca arriba, facilitado por la carretera de Sevilla. Se transforma gran parte de la cuenca media y baja, con cambios de cultivos y usos tradicionales, en el paisaje urbano y en el entorno fluvial (Ortega et al., 2004).

La sustitución de las prácticas agrarias tradicionales (cambio de profundidad de arado, sustitución de cultivos, reposo, carácter intensivo), cambios en los cultivos, con sustitución de la dehesa por olivar y viñedo, que desprotegen el suelo y cambian el parámetro de umbral de escorrentía, además de generar mucha erosión y aporte de sedimento. Una de las zonas más cultivadas y por tanto más transformadas es el entorno fluvial. Los cambios más significativos en la llanura y canal fluvial son: destrucción de la red secundaria de cauces, que quedan enterrados para facilitar las labores en los campos (Fig.1), creación de motas o malecones, arado paralelo a la dirección del flujo, retirada de la vegetación de ribera para ganar espacio para el cultivo y sobre todo, con consecuencias importantes en el impacto geomórfico, la rectificación del cauce principal, con pérdida de sinuosidad, que en 1956 era de 1.32 hasta llegar a 1.06 en el momento de la crecida. Los cambios urbanísticos más graves son la ocupación de la zona inundable por carreteras y viviendas (urbanizaciones, parque acuático, fábricas, polígono, desguace), la creación de obstáculos al flujo infradimensionados (puentes, pasos y pistas), que generaron las más importantes erosiones y pérdida de suelo cultivable, inclusive varios cientos de metros aguas abajo del obstáculo. También como factor agravante de la situación, el encauzamiento artificial de los ríos Rivillas y Calamón, ya en la ciudad y con un dimensionamiento muy inferior al de la avenida.

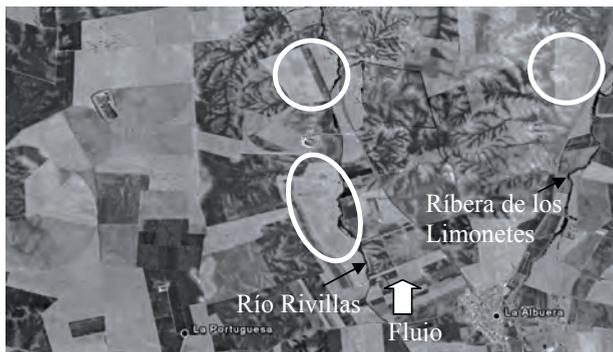


Figura 1. Imagen aérea donde se observa la transformación agrícola de la red de drenaje preexistente (marcada en las zonas en círculos). Fuente: Google Earth.

### RESULTADOS. EFECTOS GEOMORFICOS DE LA CRECIDA

La gran cantidad de cambios en la cuenca, tanto en el entorno urbano, como en el resto de su superficie derivó en una transformación intensa del paisaje fluvial, y en unas pérdidas materiales y en vidas humanas elevadas. El predominio de la erosión sobre el depósito (Fig. 2A) se justifica por las transformaciones en la dinámica natural (Ortega y Garzón, 2006; Ortega, 2007), alcanzándose valores muy altos de la potencia fluvial (*stream power*) debidos a constricciones, obstáculos, pistas perpendiculares a la dirección del flujo (Fig. 2B), y sobre todo favoreciéndose la erosión por la preparación previa del terreno (cauces rellenos para nivelación de los campos, arado paralelo a la dirección de máxima pendiente).

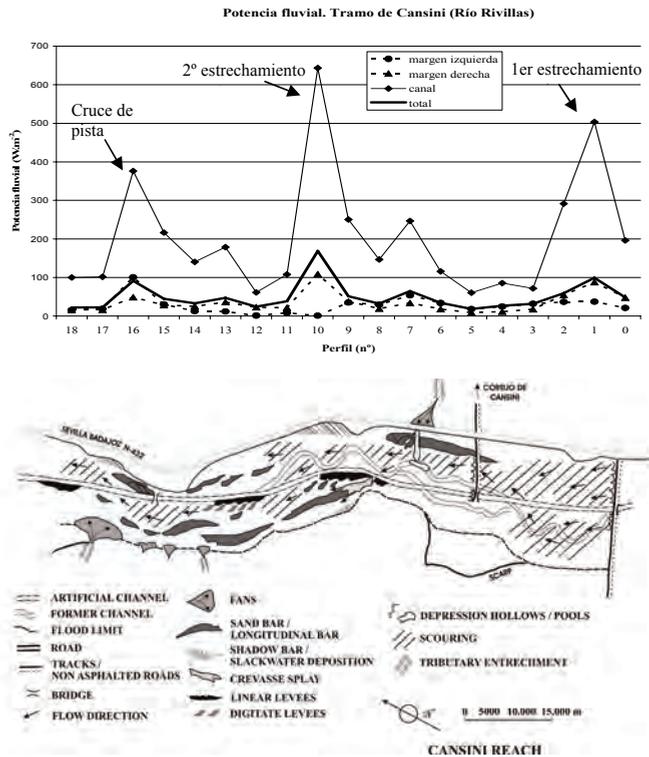


Figura 2. Efectos en el tramo de Cansini (río Rivillas). A. Cambios en la potencia fluvial el perfil longitudinal en su valor total, en ambas márgenes y dentro del canal. Se han localizado los dos estrechamientos principales. B. Localización de las formas donde se observa que predominan las formas de erosión (área rayada) sobre las de sedimentación.

Costa y O'Connor (1995) señalan que una alta potencia fluvial por si misma no es indicativa de cambios profundos. Es necesario tener en cuenta la duración del pico de la crecida y la relación de energía gastada de forma unitaria.

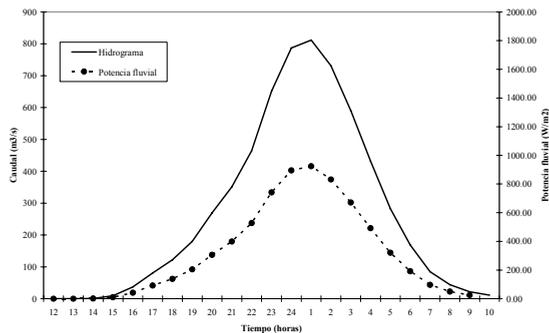


Figura 3. Valores de caudal máximo y potencia fluvial de la crecida de 1997 obtenidos mediante HEC-RAS y en la confluencia de los Arroyos Rivillas y Calamón, en el barrio de Cerro de Reyes (Badajoz).

En la avenida de 1997 los valores de duración del pico de la crecida fueron de  $79,2 \times 10^3$  s. y los cambios geomórficos fueron elevados con valores de la potencia fluvial máxima de  $923,6 \text{ W.m}^2$ . Su fuerte impacto, no se debe tanto al caudal máximo de la crecida, como a su duración, y a hidrograma de forma ancha, en meseta (Fig. 3), que mantiene un elevado caudal durante dos o tres horas, favorable para tener valores de energía unitaria alta ( $22.600 \text{ Jx10}^3$ ). A esto se superpone el incremento de la carga sólida originada por las transformaciones de uso del suelo, así como las rectificaciones y presencia de motas erosionables en el cauce.

### CONCLUSIONES

Las altas lluvias no son suficientes como para explicar los intensos efectos de la avenida. La transformación de usos del suelo (prácticas agrícolas y cambios de cultivos, y también las debidas a la expansión urbana y vías de comunicación) son la causa de que la cuenca cambie a un modelo de crecidas antropizado, con predominio de la erosión en la cuenca y la llanura pero alta carga sólida. Los efectos geomórficos de la crecida fueron muy altos por tanto, unido a la conjunción de un hidrograma resultado de la unión de dos cauces con similares tiempos de concentración y de caudal punta en meseta por lo que la energía unitaria disponible es mayor. Este tipo de ríos efímeros, muy habituales en la Península, constituyen peligros potenciales latentes ante situaciones de lluvias desfavorables.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la financiación de los proyectos: CGL2008-03463 y BTE2003-045

### REFERENCIAS

- ❖ Costa, J.E. y O'Connor, J. E. 1995. Geomorphically Effective Floods. En: *Natural and anthropogenic influences in fluvial geomorphology*. Costa, J.E, Millar, A., Potter, K. y Wilcock (eds). AGU monograph, 89, 45-56. Fraile, C. 1995. *Badajoz. La ciudad intramuros (1939/1979)*. Junta de Extremadura. Badajoz. 334pp
- ❖ INM. 1998. Información sobre el temporal de los días 5 y 6 de noviembre en Extremadura. Nota informativa del 17-02-1998. Centro Meteorológico Territorial de Extremadura.
- ❖ Ortega, J.A. 2007. *Paleocrecidas, avenidas recientes e hidroclimatología en la cuenca media y baja del río Guadiana*, UCM, Madrid, 535p.
- ❖ Ortega, J.A. 2007. *Paleocrecidas, avenidas recientes e hidroclimatología en la cuenca media y baja del río Guadiana*, UCM, Madrid, 535p.
- ❖ Ortega, J.A., Garzón, G. y Muñoz-Barco, P. 2004. *Incidencia de los acondicionamientos en pequeños cauces y de los cambios de usos del suelo en las inundaciones de Badajoz (1997)*. Madrid. Monografías CEDEX. 380-492.
- ❖ Ortega, J.A. y Garzón, G. 2005. Significance of field evidence integrated with hydrological techniques in flood discharge estimation. Was the 1997 Rivillas flashflood (Badajoz, Spain) an exceptional event?. VI Internacional Conference on Geomorphology. Zaragoza.
- ❖ Ortega, J.A. y Garzón, G. 2006. Interpretación de los depósitos de avenida como clave para establecer la dinámica de la llanura de inundación. En: *Geomorfología y Territorio*. Pérez Alberdi, A. y López Bedoya, J. (Eds). Universidade de Santiago de Compostela. 629-644.