

# Cómo un evento “moderado” puede causar un impacto extremo

GERARDO BENITO, MARÍA J. MACHADO  
Y XAVIER RODRÍGUEZ LLOVERAS

*Museo Nacional de Ciencias Naturales,  
CSIC, Serrano 115bis, 28002 Madrid*

En la madrugada del viernes 28 de septiembre de 2012, la conjunción de vientos húmedos de superficie procedente del Mediterráneo con una profunda y activa borrasca en altura provocaba intensas precipitaciones en la provincia de Málaga y Granada, que luego se trasladaron hacia las de Almería y Murcia. Según la AEMET, las precipitaciones recogidas en 12 horas alcanzaron los 210 mm en Álora (Málaga), 219 mm en El Saltador (Huércal-Overa, Almería) y 212 mm en Puerto Lumbreras (Murcia), con intensidades de lluvia en 1 hora de 85 mm en Álora (Málaga), 84 mm en El Saltador (Huércal-Overa, Almería) y 119 mm en Puerto Lumbreras (Murcia). Las crecidas generadas por estas lluvias torrenciales han ocasionado

diez víctimas mortales, cinco en Andalucía y cinco en Murcia, además de tres desaparecidos en Vera (Almería), Valle del Guadalhorce (Málaga) y Lorca (Murcia). Según las primeras estimaciones del Consorcio de Compensación de Seguros (nota informativa del 1/10/2012) se cifra en 120 millones de euros los daños ocasionados por las inundaciones en Andalucía, Murcia y Comunidad Valenciana, y que cubren aproximadamente 19500 siniestros en viviendas, comercios y vehículos. A estos daños hay que añadir aquellos no cubiertos por el consorcio y que incluyen miles de hectáreas de cítricos y cultivos hortícolas arrasados y cientos de cabezas de ganado muertas.

Las lluvias intensas de otoño son características de la circulación atmosférica del Levante y Sur de España donde la llegada de un sistema ciclónico Atlántico con aire frío en altura se refuerza con la humedad del Mediterráneo formando los denominados Sistemas Convectivos de Mesoescala. La intensidad de la lluvia se incrementa puntualmente

en aquellas zonas con relieve pronunciado próximas a la costa con máximos que históricamente han alcanzado intensidades de hasta 600 mm durante 5 horas en Zurgena (Almería) en octubre de 1973 (Capel Molina, 1974).

Desde las autoridades políticas se transmite, en ocasiones, la sensación de que las últimas crecidas son eventos de naturaleza impredecible. Sin embargo, los registros históricos y geológicos nos demuestran que estos eventos son relativamente frecuentes y sus daños se pueden paliar con una adecuada prevención. De hecho, los caudales de la crecida ocurrida el 28 de septiembre de 2012 en el SE de España se pueden considerar como de magnitud moderada-alta, sin llegar a los extremos de otras crecidas catastróficas como las ocurridas en 1891, 1949 y 1973 (Tabla 1).

*Tabla 1. Caudales punta de la crecida del 28 de septiembre de 2012 en relación con la mayor crecida histórica registrada 1973 en el SE español. Nota: \*Benito et al., (2010).*

RÍO	LOCALIDAD	SUPERFICIE DE LA CUENCA km <sup>2</sup>	CAUDAL ESTIMADO, CRECIDA 2012, m <sup>3</sup> /s	CAUDAL ESTIMADO, CRECIDA 1973, m <sup>3</sup> /s	COMENTARIOS
Rambla de Nogalte	Puerto Lumbreras	140	1500	2000	83 muertos en 1973
Guadalentín	Valdeinfierno	440	650	1615*	
Guadalentín	Puentes	1389	1200	3544	
Guadalentín	Lorca	1800	370	2000	
Antas	Vera, Costa Laguna	260	1000	>1000	Magnitud en 2012 similar a 1989
Guadalhorce	Cártama	3158	1200	3150	Máximo en 1949 con >2850 m <sup>3</sup> /s

### Dimensión geológica y geomorfológica de la crecida de septiembre de 2012

En zonas áridas y semiáridas las crecidas fluviales controlan el desarrollo y tamaño de los cauces. Durante crecidas importantes, los flujos desbordan los bancos e inundan las llanuras aluviales. Esta función hidrológica y geomorfológica de cauces y llanuras debería preservarse ya que favorece la laminación del flujo, la infiltración hacia los acuíferos, y la deposición de sedimentos, contribuyendo a reducir los riesgos asociados a las crecidas. Durante las crecidas del 28 septiembre de 2012, la actividad geomorfológica dominante ha sido la expansión de los canales y la activación de numerosas barras laterales dentro del cauce, a la vez que se han producido desbordamientos en las llanuras y acumulación puntual de depósitos de derrame formados por arenas y gravillas.

En el río Guadalentín, en el sector de Lorca, la mayor parte de la actividad geomorfológica se ha centrado en los barrancos laterales, donde el acarreo de sedimento ha sido importante, observándose agradaciones del lecho con hasta 1 m de aluviones.

Aguas arriba de Lorca, la elevada cantidad de vegetación (tamarices)

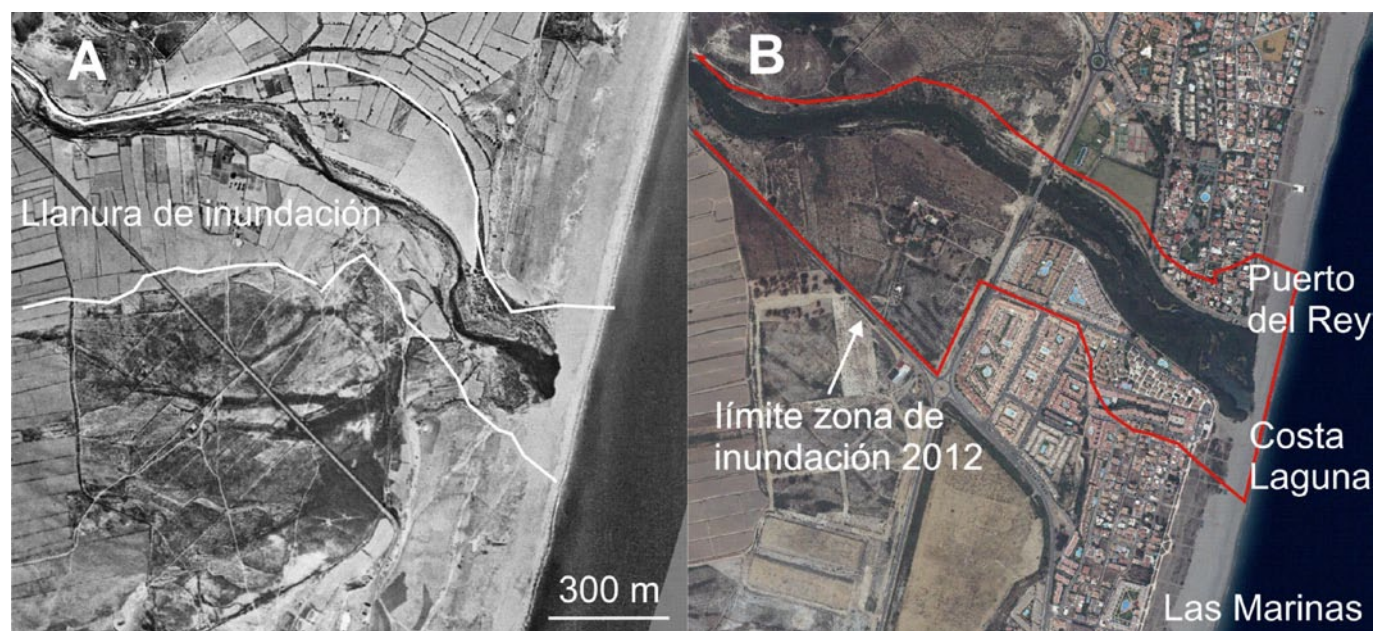
creciendo en el cauce del Guadalentín ha dificultado el transporte de sedimento y la dinámica geomorfológica característica de estas crecidas, aunque el aumento de la rugosidad del lecho ha favorecido el derrame de flujo hacia las llanuras de inundación. En Lorca, el caudal pico estimado en base a la altura de flotantes es de  $370 \text{ m}^3/\text{s}$ , con velocidades medias de  $1.5 \text{ m/s}$ . En la parte encauzada que atraviesa la ciudad resulta aparente el escaso transporte de carga de fondo (apenas aparecen bloques depositados) con escasa o nula acumulación de sedimentos. Aguas abajo de Lorca, se produjeron desbordamientos hacia la llanura de inundación, en particular en el tramo comprendido entre Lorca y el canal de derivación del Paretón de Totana, donde se desvía parte de las aguas del Guadalentín hacia la rambla de Las Moreras.

En el río Antas (Almería), la zona más afectada por los desbordamientos se localiza en el término municipal de Vera, en el tramo próximo a la desembocadura. En este tramo, la profundidad de la crecida en la llanura de inundación alcanzó los 2.30 m arrasando campos de cultivo, granjas y naves de pequeñas empresas.

Los depósitos de inundación en los márgenes del valle indican que este tipo de crecidas se han producido con cierta frecuencia durante el pasado reciente. En la fotografía aérea del vuelo de 1956 se observan trazas de los canales de derrame sobre la llanura, y que tienden a concentrar el flujo en la zona más próxima a la desembocadura, donde actualmente se emplazan las urbanizaciones de Costa Laguna y Las Marinas (Fig. 1). En particular, Costa Laguna y Puerto del Rey (en la margen derecha e izquierda del río Antas respectivamente) se encuentran dentro del canal de aguas altas del río, mientras que las Marinas se emplaza, en parte, sobre su llanura de inundación. En el caso del río Antas, la peligrosidad o probabilidad de producirse una crecida no se ha modificado sustancialmente, ya que no existe ninguna estructura de mitigación importante (con excepción de algunos diques). En ocasiones los desbordamientos se magnifican por el efecto "presa" que generan los puentes y carreteras que atraviesan el lecho y la llanura de inundación (Fig. 1).

Además de los flujos canalizados en barrancos y ramblas, la crecida de septiembre activó numerosos abanicos aluviales cuyo ápice se encuentra en los bordes de los relieves montañosos. Entre ellos destacan los abanicos emplazados al pie de la Sierra de Enmedio y del Cabezo de la Jara, a ambos lados de la depresión por la

Fig. 1. A. Fotografía aérea del año 1956 del tramo final del río Antas. Se ha delineado la llanura aluvial inundada. B. Fotografía aérea del año 2011, y zona inundada durante la crecida d 2012. Esa misma zona quedó anegada en 1973 y 1989. Se observa la explosión urbanística en la zona de llanura aluvial y parte del cauce.



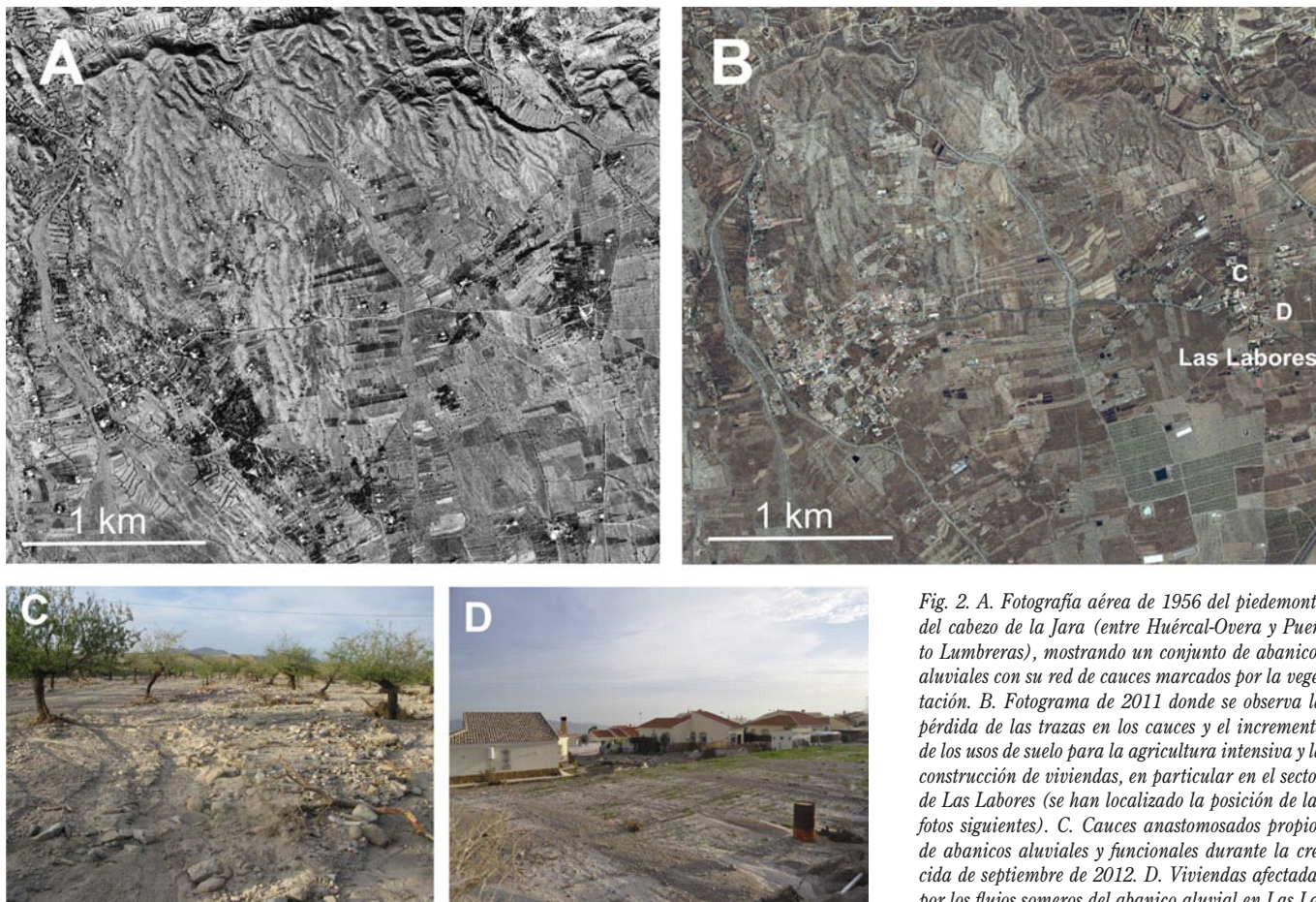


Fig. 2. A. Fotografía aérea de 1956 del piedemonte del cabezo de la Jara (entre Huércal-Overa y Puerto Lumbreras), mostrando un conjunto de abanicos aluviales con su red de cauces marcados por la vegetación. B. Fotograma de 2011 donde se observa la pérdida de las trazas en los cauces y el incremento de los usos de suelo para la agricultura intensiva y la construcción de viviendas, en particular en el sector de Las Labores (se han localizado la posición de las fotos siguientes). C. Cauces anastomosados propios de abanicos aluviales y funcionales durante la crecida de septiembre de 2012. D. Viviendas afectadas por los flujos someros del abanico aluvial en Las Labores, y sedimentación dejada por las crecidas con morfología en barras y derrames. Se observa el sedimento acumulado a sotavento del bidón que marca la dirección del flujo.

que transcurre la autopista E-15 entre Puerto Lumbreras y Huércal-Overa (Figs. 2 A y B). Las trazas de los cauces efímeros asociados a estos abanicos son perfectamente visibles en la fotografía aérea de 1956, pero quedan desdibujados en la fotografía de 2011 debido a la construcción de viviendas, granjas y nuevas explotaciones de agricultura intensiva (frutales). Durante la crecida de septiembre de 2012, los abanicos se activaron generando flujo de aguas y sedimentos caracterizados por una arroyada en manto o de escasa profundidad, cuyo caudal es difícilmente cuantificable. En la zona próxima a la pedanía de Las Labores resulta patente la actividad de estos flujos someros, en ocasiones represados en los bancales agrícolas que terminan por colapsar produciendo derrames y barras (Figs. 2 C y D). En este caso, la peligrosidad de la crecida no está solamente ligada al flujo de agua, sino a la gran cantidad de sedimento movilizado y principal responsable de los cuantiosos daños económicos observados sobre el terreno.

### Las inundaciones de 2012: un evento moderado con daños extremos

Desde el punto de vista de la peligrosidad, las crecidas del 28 de septiembre presentan una magnitud moderada comparada con la ocurrida en 1973, y de magnitud similar a la ocurrida en 1989 (50 millones de euros en daños). Sin embargo, las pérdidas ocasionadas han sido importantes, con fuerte impacto en núcleos turísticos donde los bienes expuestos presentan un valor importante. El elevado impacto de estas crecidas se debe al incremento de la exposición y vulnerabilidad resultado de la explosión turística del litoral en las últimas tres décadas (Benito y Machado, 2012).

La planificación deficiente de zonas urbanas (ej. urbanizaciones de Vera y Mojácar) han sido denunciadas por diversos investigadores (Martín García, 2010). El caso más notorio lo constituye el de los núcleos de población de Puerto del Rey y Costa Laguna que se expanden hasta los mismos bancos del río Antas en su tramo próximo a la

desembocadura. En esta zona se observa un dique artificial que bordea el cauce del río y que ha sido rebasado por la crecida en al menos medio metro. Las viviendas de la urbanización cuyas calles se encuentran a 3 m por debajo del nivel máximo del dique han sido inundadas hasta su primera planta, con calles que funcionaron como verdaderos canales de desagüe (Fig. 3B). La crecida de septiembre de 2012 no ha sido un hecho aislado en la corta vida de esta urbanización, ya que durante su construcción la crecida de 1989 llegó a alcanzar una altura superior a metro y medio (Fig. 3A).

En el “Plan de Prevención de Avenidas e inundaciones en cauces urbanos Andaluces” aprobado por Decreto 189/2002 de 2 de julio se identificaron 41 puntos de riesgo en el levante almeriense, lo que supone un 15% del total de la provincia



Fig. 3. A. Urbanización Costa Laguna durante su construcción inundada por la crecida de 7 de septiembre de 1989, con un nivel superior al metro y medio por encima del nivel de calle, tal y como se observa en la marca de barro en la fachada de los edificios (Foto de J.J. Mullor). B. Casas de la misma urbanización afectadas por la crecida de 2012. El nivel de la crecida (superior a 2 m) queda marcada por los flotantes adheridos a la fachada. (Video en [http://www.youtube.com/watch?v=460q\\_cxmS4U](http://www.youtube.com/watch?v=460q_cxmS4U)).

de Almería. A raíz de este estudio la Secretaría de Aguas realizó un análisis de los riesgos hidráulicos donde se identifican como zonas de alto riesgo algunas de las afectadas por las crecidas del pasado septiembre. Entre ellas destacan los núcleos de población de Puerto del Rey y Costa Laguna en los municipios de Mojácar y Vera, Las Marinas que ocupa la llanura aluvial del arroyo de La Jara (afluente del río Antas), las urbanizaciones de El Salar de los Canos, construidas sobre el cauce del barranco de Acebuche Quemado, y la urbanización El Palmeral en Mojá-

car-Costa afectadas por las crecidas del río Aguas. Igualmente, existe un riesgo alto en las el Municipio de Mojácar en las proximidades de las ramblas de Las Marinas, Alfaiz, Cueva Negra y Macañas (Martín García, 2010).

De lo expuesto se concluye que eventos como los ocurridos el 28 de septiembre se enmarcan dentro de la normalidad hidrológica y de la geodinámica esperable en el litoral mediterráneo español. Los registros hidrológicos y paleohidrológicos demuestran que este tipo de eventos son relativamente frecuentes, tal y

como se observa en la estratigrafía de los depósitos de paleocrecidas, y del hecho de que se hayan producido tres eventos (1973, 1989 y 2012) de magnitud igual o superior en los últimos 40 años. Durante los mismos se activan los sistemas fluviales tanto en ramblas (cauces y llanuras de inundación) como en abanicos aluviales. En la actualidad se están realizando mapas de peligrosidad de inundaciones requeridos para cumplir con la Directiva 2007/60/CE, del Parlamento y del Consejo, de 23 de octubre de 2007. En España, la normativa para la generación de estos mapas aparece especificada en el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación. En este Decreto se define la zona de flujo preferente como aquella constituida por el conjunto de zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas de 100 años de periodo de retorno, incluidas aquellas donde se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes. En la delimitación de la zona de flujo preferente se especifica que se empleará toda la información de índole histórica y geomorfológica existente, a fin de garantizar la adecuada coherencia de los resultados con las evidencias físicas disponibles sobre el comportamiento hidráulico del río, y la acción combinada con el mar en la zona de transición. Esperemos que este tipo de mapas sean públicos y se utilicen en los planes de ordenación urbanística municipal para evitar desastres como los ocurridos en las crecidas del 28 de septiembre del 2012. ●

#### Referencias

- Capel Molina, J. (1974). Génesis de las inundaciones de Octubre de 1973 en el Sureste de la Península Ibérica. *Cuadernos Geográficos*, 4, 149-166.
- Benito, G., Rico M., Sánchez-Moya Y. Sopena, A., Thorndycraft, V. R y Barriendos, M. (2010). The impact of late Holocene climatic variability and land use change on the flood hydrology of the Guadalentín River, southeast Spain. *Global and Planetary Change*, 70, 53-63.
- Machado, M.J., Benito, G., Barriando, M. y Rodrigo, F.S. (2011). 500 years of rainfall variability and extreme hydrological events in Southeastern Spain drylands. *Journal of Arid Environments*, 75, 1244-1253.
- Benito G, y Machado, M.J. (2012). Floods in the Iberian Peninsula. En: Kundzewicz Z.W. (ed.) *Changes of Flood Risk in Europe*. IAHS Press and CRC Press/Balkema, IAHS Special Publication, 10, 372-383.
- Martín García, J. (2010). La explosión urbana del litoral: Transformación de los usos del suelo en los municipios de Garrucha, Mojácar y Vera. *Colección Desarrollo Territorial. Serie Estudios y Documentos 6. Publicaciones de la Universitat de València*. 413 p.
- Ródenas Cañada, M.A. (2012). Las Avenidas, a debate. Riada de "San Wenceslao": lo que también pudo ser. *Diario La Verdad de Murcia*. Publicación del 2 de octubre de 2012.