

Presas y avenidas

Papel de las presas y embalses en la lucha frente a las inundaciones



Luis Berga Casafont

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Presidente Honorario de la Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD)

Resumen

En España, las inundaciones representan el riesgo natural más importante del país, y constituyen un grave problema económico y social. En este artículo se describen los beneficios de las presas de laminación de avenidas, en especial en la cuenca del río Segura, destacando su gran incidencia en la reducción de daños durante la riada del 28 de septiembre de 2012, la riada de "San Wenceslao".

Palabras clave

Avenidas, inundaciones, presas de laminación, beneficios de las presas, cuenca del Segura, riada de San Wenceslao

Abstract

Floods pose the most serious natural hazard in Spain and are a serious economic and social problem. This article describes the benefits of flood control dams, and particularly those in the basin of the River Segura that greatly contributed to reducing damage during the floods of 28 September 2012, known as the Saint Wenceslas floods.

Keywords

Spillovers, floods, flood control dams, dam benefits, Segura basin, St Wenceslas flood

En España, las inundaciones representan el riesgo natural más importante del país, y constituyen un grave problema económico y social. Existen más de 2.400 referencias históricas de inundaciones en los últimos 500 años, lo que significa una media de unas cinco inundaciones de importancia por año. En los últimos 60 años ha habido once inundaciones catastróficas (inundación catastrófica se considera a la que produce un número de víctimas superior a 20), que han causado 1.884 víctimas (Tabla 1). (1)

En los últimos años (1995-2011), las inundaciones en España han sido el desastre natural que más víctimas mortales ha producido, con un 28,3 % del total. En el periodo 1995-2011 las inundaciones han producido 289 víctimas mortales, lo que representa unas 17 víctimas por año, con un indicador de 0,36 víctimas por año y millón de habitantes (2). La evolución de las víctimas causadas por las inundaciones en el periodo 1950-2011 muestra un constante y significativo descenso desde la década de los años 1980, con una reducción superior al 90 %. Ello demuestra la efectividad de las actuaciones y medidas que se han desarrollado e implementado para disminuir los impactos de las avenidas sobre la vida humana: infraestructuras hidráulicas, presas y embalses, sistemas de previsión de avenidas, sistemas de alarma, planes de emergencia de inundaciones, etc. Sin embargo, los daños económicos producidos por las inundaciones han experimentado un ascenso creciente, habiéndose incrementado 2,5 veces desde la década de los ochenta, con una evaluación actual de unos 800 M€/año, aproximadamente un 0,7 % del PIB, debido principalmente a los asentamientos urbanos, industriales y de servicios e infraestructuras en las llanuras de inundación (1).

FECHA	LUGAR	VÍCTIMAS
OCT. 1957	VALENCIA	86
SEP. 1962	VALLÉS	973
OCT. 1963	MURCIA Y ALMERÍA	300
SEP. 1971	BAJO LLOBREGAT	24
JUN. 1972	VALDEPEÑAS	22
SEP. 1973	GRANADA, ALMERÍA, MURCIA	250
OCT. 1982	BAJO JÚCAR	38
AGO. 1983	PAIS VASCO	40
OCT. 1989	MÁLAGA, LEVANTE	42
AGO. 1996	BIESCAS	87
NOV. 1997	EXTREMADURA	22
TOTAL		1884

Tabla 1. Inundaciones catastróficas en España. 1950-2012

Las presas y las avenidas presentan una interrelación recíproca. Por un lado, las avenidas suponen un riesgo, un peligro para la integridad de las presas y su seguridad; por otro lado, las presas y embalses juegan un importante papel en la laminación de las avenidas. En este artículo me voy a referir fundamentalmente al papel de las presas y embalses en la lucha frente a las inundaciones.

Actuaciones frente a las inundaciones

El estado actual del arte de las actuaciones frente a las inundaciones propugna una visión holística, denominada Gestión Integrada de las Inundaciones (GII). En la gestión de las inundaciones deben aplicarse visiones integradas tanto a nivel de cuenca como de actuaciones y medidas, contemplando e implantando conjuntamente y coordinadamente todas las medidas viables, ya sean estructurales o no-estructurales (3). Una imagen de esta visión se presenta en la Figura 1, que representa el encaje que hay que realizar en cada caso para completar las piezas del rompecabezas de la GII. En la parte central se encuentra como núcleo medular la conservación y rehabilitación de los ecosistemas, junto con la reducción de la pobreza en el caso de los países en vías de desarrollo. Alrededor de estos temas centrales, ecosistemas, pobreza y desarrollo, es necesario ir insertando los elementos básicos en la Gestión Integrada de las Inundaciones (GII):



Fig.1. Esquema de la Gestión Integrada de Inundaciones

almacenamiento en embalses y otros depósitos naturales o artificiales, presas de laminación de avenidas, construcción y mantenimiento de diques, zonificación de las llanuras de inundación, planificación de los usos del suelo, sistemas de seguros, regulaciones legales y ordenación de los territorios fluviales, organización institucional, sistemas de previsión y alarma de avenidas, planes de emergencia frente a las inundaciones, etc., es decir todas las actuaciones y medidas

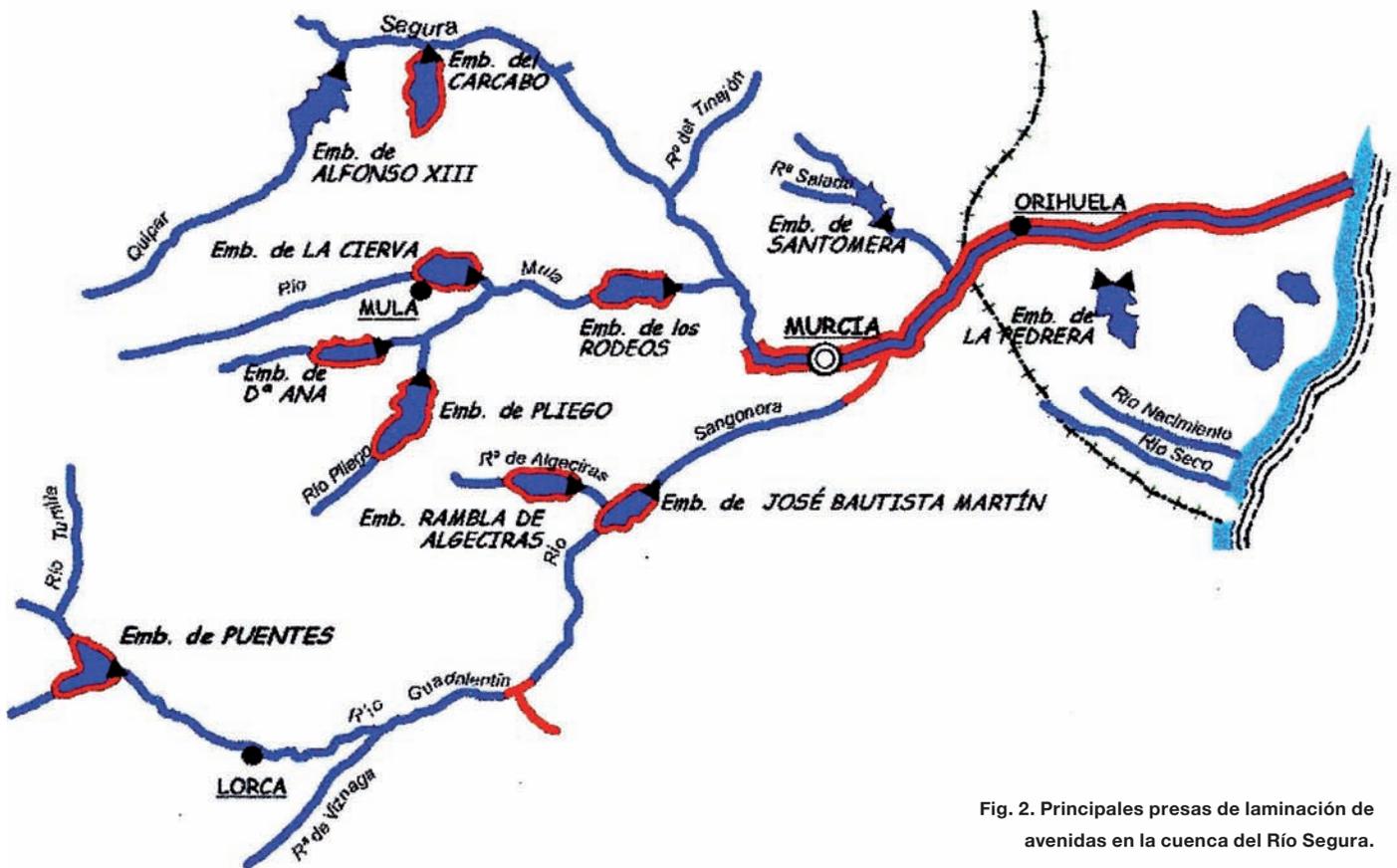


Fig. 2. Principales presas de laminación de avenidas en la cuenca del Río Segura.

viables que pueden jugar un papel en la resolución de la problemática de las inundaciones.

En general, las presas y embalses son una actuación estructural muy efectiva, ya que son capaces de almacenar grandes volúmenes de agua de la avenida, reduciendo de esta manera los caudales punta aguas abajo y los daños que pudiera producir la inundación. Sin embargo, es importante señalar que no existe ninguna solución que elimine totalmente el riesgo de las avenidas e inundaciones, por lo que debe evitarse crear una sensación de total seguridad y combinar las actuaciones estructurales con la implantación de medidas no-estructurales, tales como la zonificación de las llanuras de inundación, las regulaciones urbanísticas de los usos del suelo, y el establecimiento de sistemas de alarma y previsión de avenidas.

Papel de las presas y embalses en la lucha frente a las inundaciones

En el mundo hay numerosas experiencias que muestran los beneficios de los embalses en la laminación de las avenidas y en el control de las inundaciones. Para difundir este importante beneficio de las presas, ICOLD ha publicado un estudio en el que se detallan y analizan diversos casos reales (4). También en Europa el Grupo de Trabajo Europeo

sobre “Presas y Avenidas” ha publicado un informe sobre “Dams and floods in Europe. Role of dams in Flood Mitigation” (5). En el informe se muestran las experiencias de más de 50 casos reales significativos de la laminación de avenidas. En estos casos la reducción de los caudales punta de avenida ha sido variable, entre el 12 % y el 100 %, con un valor medio del 54 %.

El análisis de estos casos reales muestra que, en general, las presas y embalses producen beneficios en la laminación de avenidas, si están bien proyectadas y convenientemente mantenidas y explotadas. Los mayores beneficios en la reducción de daños y en la reducción de los caudales punta de avenida se producen en las presas de laminación de avenidas, en las que el objetivo principal es el control de las inundaciones. En este tipo de presas el embalse normalmente está vacío, por lo que se denominan “empty reservoirs”, o en España presas con agujero. El embalse solo almacena agua, y en su caso se llena y cumple su misión durante la situación de avenida. Pero conviene señalar que las presas de laminación de avenidas están proyectadas y se explotan para una determinada avenida de cálculo, y por lo tanto no pueden proporcionar una protección total en el caso de las avenidas muy extremas. Su eficiencia puede ser también ampliamente mejorada con la aplicación de

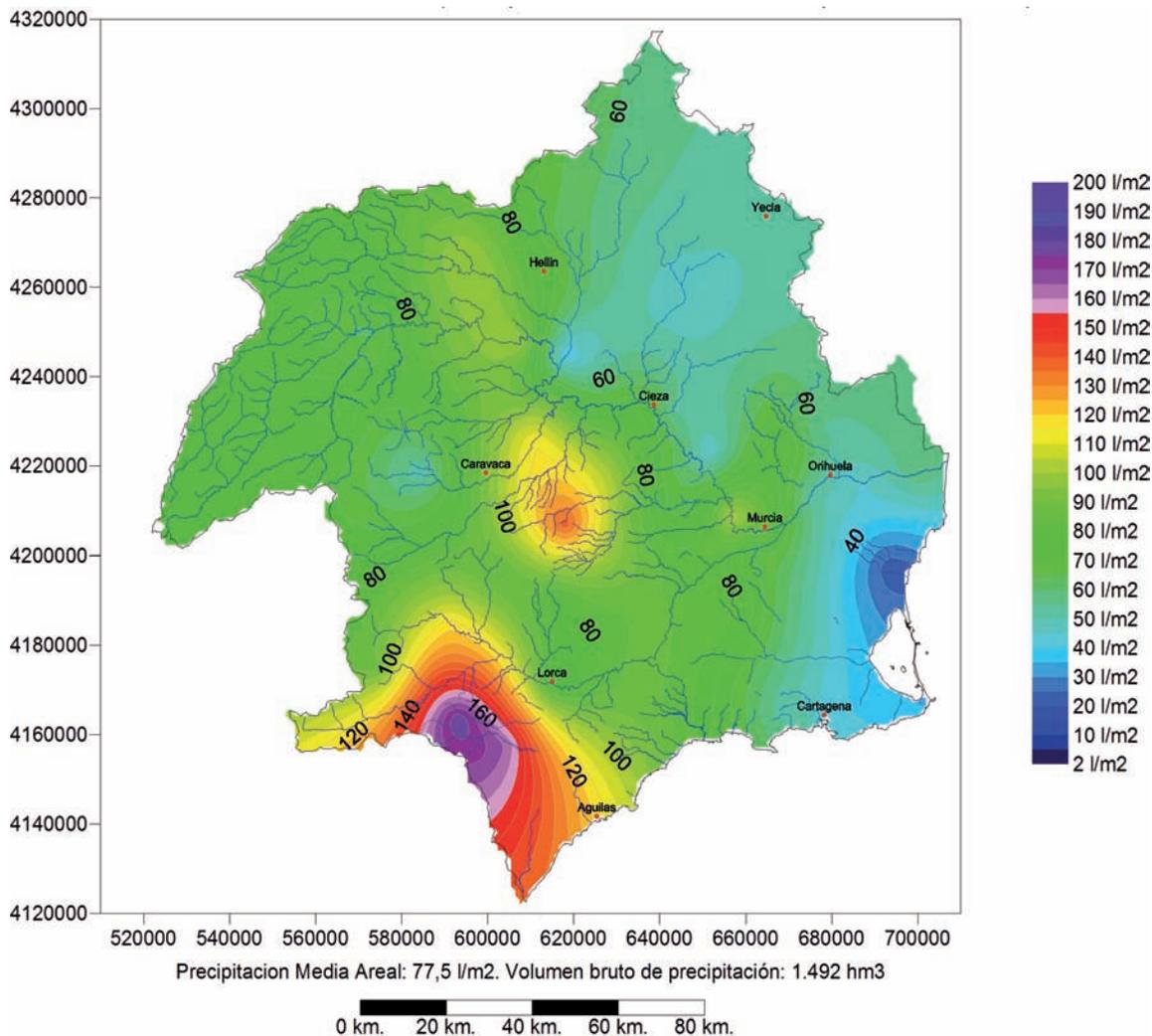


Fig. 3. Distribución espacial de las precipitaciones acumuladas desde el 27/09/2012 a las 8.00 horas hasta el 29/09/2012 a las 02.00 horas. Fuente SAIH de la Cuenca del Segura

otras medidas estructurales y no estructurales, tales como los sistemas de previsión y de alarma de avenidas.

En nuestro país, las frecuentes inundaciones de la década de los 80 produjeron cuantiosos daños, y debido a la gran presión social se desarrolló un Plan Nacional de Defensa frente a las inundaciones (1987–1992) en el que se contemplaban más de 1.000 actuaciones en zonas de alto riesgo y una inversión de unos 700 millones de euros. Como resultado de esta política, los embalses de laminación de avenidas han sido uno de los objetivos principales en muchas de las presas construidas durante las últimas décadas, ya sea como prioridad importante en los embalses de objetivos múltiples, o como objetivo único en las presas construidas para la laminación de avenidas.

Dentro del Plan Nacional de Defensa frente a las inundaciones se han construido dos planes específicos en las cuen-

cas mediterráneas que destacan por su singular relevancia: El “Plan de Defensa de Avenidas de la Cuenca del Segura” y el “Plan de Defensa de Avenidas de la Cuenca del Júcar”. En este artículo me voy a referir al Plan de Defensas del Segura, que en septiembre de 2012 se ha visto sometido a un avenida de extraordinaria magnitud. El lector interesado puede consultar otras fuentes para conocer con más detalle otros planes de defensa de inundaciones (4,5).

La cuenca del Segura se ha visto sometida desde tiempos inmemoriales a fuertes avenidas y riadas, que históricamente han producido graves inundaciones, principalmente en sus Vegas media y baja, y en el valle del río Guadalentín. Existen referencias de inundaciones desde el siglo XIII, y en los últimos quinientos años se han producido 214 avenidas extraordinarias. Caben destacar, entre otras, la avenida San Calixto en 1651 con más de 1.000 víctimas, la avenida producida por la rotura del pantano de Puentes en 1802,

con 608 víctimas, la riada de Santa Teresa en 1879 con unas 800 víctimas, la riada de Puerto Lumbreras en 1973, con 98 víctimas, y las recurrentes inundaciones de los años ochenta que produjeron daños severos. (6).

Como consecuencia de los graves impactos de las inundaciones en la Cuenca se han ido acometiendo a lo largo de los siglos numerosas y variadas obras y actuaciones, que ya en el año en 1884 se agrupan en el primer Plan de Obras de Defensas contra avenidas, redactado como consecuencia de la Riada de Santa Teresa en 1879. Este primer plan general es uno de los primeros de Europa en presentar una visión integrada y global de la cuenca, coordinando conjuntamente actuaciones en obras y otras medidas no-estructurales. El segundo Plan de Defensa frente a las avenidas se proyectó en el año 1977, como consecuencia de unas gravísimas inundaciones en el año 1973, y que se plasmó en el conocido “Real Decreto Ley 4/1987 por el que se adoptan medidas urgentes para reparar los daños causados por las inundaciones ocurridas en la Comunidad Autónoma Valenciana y en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia”.

Estos Planes de Defensa de Avenidas del río Segura se han implantado en la cuenca del río Segura, de 18.815 km² de superficie, que en sus vegas media y baja tiene amplias zonas de cultivos de alta rentabilidad, que constituyen una

de las bases principales para el desarrollo económico de la Comunidad de Murcia. Los planes se desarrollaron bajo una visión integral de la cuenca, y su objetivo principal es la protección frente a las avenidas de 50 años de periodo de retorno, con lo que los caudales en el río principal se reducen de 2.000 m³/seg. a 400 m³/seg., que es la máxima capacidad posible del río Segura en la zona de Murcia. Parte esencial de este Plan ha sido la construcción de 13 embalses de laminación en casi todos los afluentes más importantes, con cuencas de pequeño tamaño (entre 100 y 300 km²), en las que se producen, debido a las lluvias “mediterráneas” torrenciales, avenidas relámpago con caudales punta elevados, pero en periodos de tiempo cortos, en general no superiores a uno o dos días, y por lo tanto con volúmenes relativamente reducidos, por lo que la laminación de avenidas puede realizarse de manera efectiva con embalses de pequeña capacidad. La altura de las presas varía entre 26 m y 80 m y su capacidad entre 2.5 Hm³ y 50 Hm³, con una capacidad conjunta de los 13 embalses de 178 Hm³ (Fig. 2). La inversión del Plan (13 embalses de laminación y 10 zonas con encauzamientos) ha sido de unos 500 millones de euros, y la evaluación de los beneficios durante la vida útil del proyecto es de unas cuatro veces la inversión (6,7).

El Plan de Defensas se ha visto sometido a diversas situaciones de importantes avenidas, principalmente en 1982,

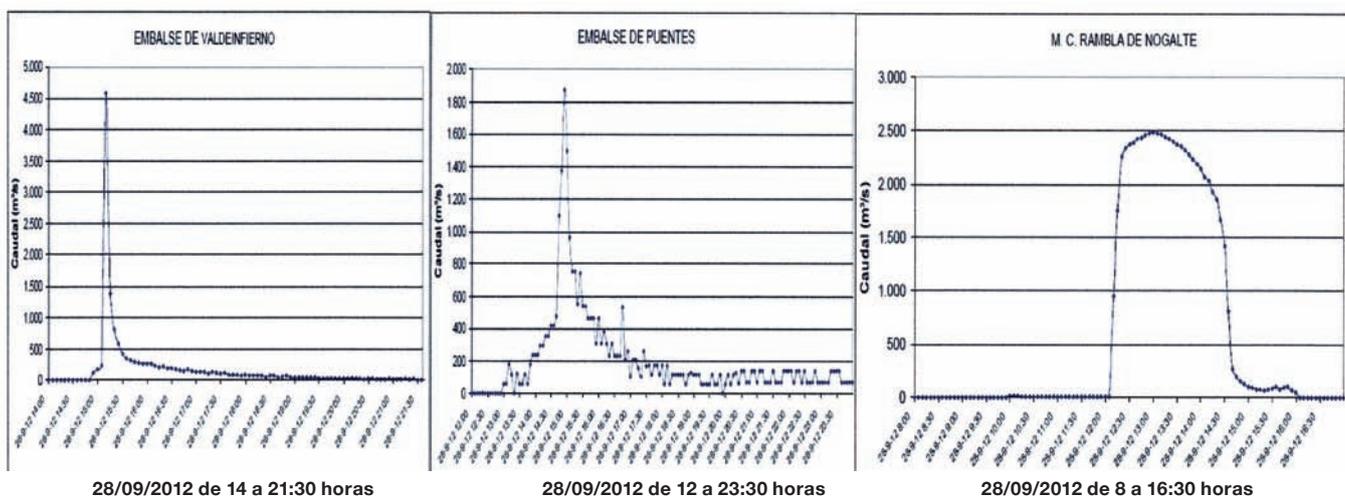


Figura 4. Hidrógramas de la Avenida de San Wenceslao del 28 de septiembre de 2012, en la entrada de las presas de Valdeinfierno, Puentes y en la rambla de Nogalte

AÑO	PRESA	CAUDAL PUNTA	CAUDAL PUNTA	REDUCCIÓN %
		AVENIDA ENTRADA m ³ /seg	AVENIDA SALIDA m ³ /seg	
1992	CAMARILLAS	755	178	76
1997	PLIEGO	290	80	72
1997	LA CIERVA	188	90	52
2012	VALDEINFIERNO	4.579	0	100
2012	PUNTES	1.870	0	100
2012	LOS RODEOS	140	0	100

Tabla 2. Laminación de avenidas por las presas del plan de defensas contra las inundaciones del río Segura

1973 y 1997, mostrando su eficacia y la capacidad de los embalses para laminar de manera muy significativa las avenidas (6,8).

Uno de los episodios más relevantes de lluvias torrenciales y riadas de cuantos estas documentados se produjo el pasado 28 de septiembre del 2012, denominada "Riada de San Wenceslao", siguiendo la tradición de nominar las riadas por el nombre del santo de la fecha (9). Las lluvias torrenciales se concentraron en la parte sur y centro de la cuenca, con valores máximos en la cabecera del río Guadalentín de 179 l/m² en unas ocho horas, e intensidades cincominutales muy elevadas de 17mm en cinco minutos (Fig.3).

Con estas intensas lluvias se produjeron, principalmente en la parte alta de la cuenca del Guadalentín, avenidas muy rápidas, denominadas avenidas relámpago, con grandes caudales punta que se alcanzaron en una media hora. Los hidrogramas de estas avenidas se muestran en la Fig.4, con caudales punta de avenida de 4.579 m³/seg entrando en la presa de Valdeinfierno, 1.870 m³/seg en la presa de Puentes, y 2.489 m³/seg en la rambla de Nogalte.

Las presas del Plan de Defensas en esta parte de la cuenca del Guadalentín fueron esenciales y eficaces, ya que retuvieron la totalidad de la avenida, almacenando unos 4,6 Hm³ el embalse de Valdeinfierno, y 8,2 Hm³ el de Puentes.

La Fig.5 muestra el esquema de los caudales máximos registrados en la cuenca del río Guadalentín durante la avenida del 28 de octubre de 2012. Puede observarse la retención total de la riada en las presas de Valdeinfierno, Puentes y Algeciras. También la eficacia del Paretón de Totana que desvió 924 m³/seg hacia el mar a través de la rambla de las Moreras, con lo cual circularon aguas abajo únicamente, hacia la confluencia del Guadalentín con el río Segura, 158 m³/seg. Por otra parte las presas de D^a Ana, Pliego, La Cierva y Los Rodeos, también laminaron las avenidas de los ríos Pliego y Mula afluentes del río Segura en la parte central de la cuenca, ya que los 140 m³/seg que llegaron a Los Rodeos fueron decapitados en su totalidad.

Con todo ello, en la zona de Lorca el caudal máximo, sin la existencia de las presas, habría sido de unos 2.500 frente a los 616 m³/seg, que circularon, lo que supone una reducción del 75 % en los caudales punta de la avenida. Téngase en cuenta que en la riada de Santa Teresa de 1879, una de las avenidas más desastrosas de la cuenca del Segura, el caudal en Lorca fue de unos 1.500 m³/seg. Igualmente en la zona de Murcia y en la Vega Baja del Segura, los caudales sin las actuaciones del Plan hubieran sido de unos 3.000 m³/seg, las obras del Plan lo redujeron a unos 125 m³/seg, más de un 95 % de eficacia.

En conclusión, las experiencias sobre la eficacia de las presas de laminación de avenidas (Tabla 2), muestran que estas presas de control de avenidas han reducido de ma-

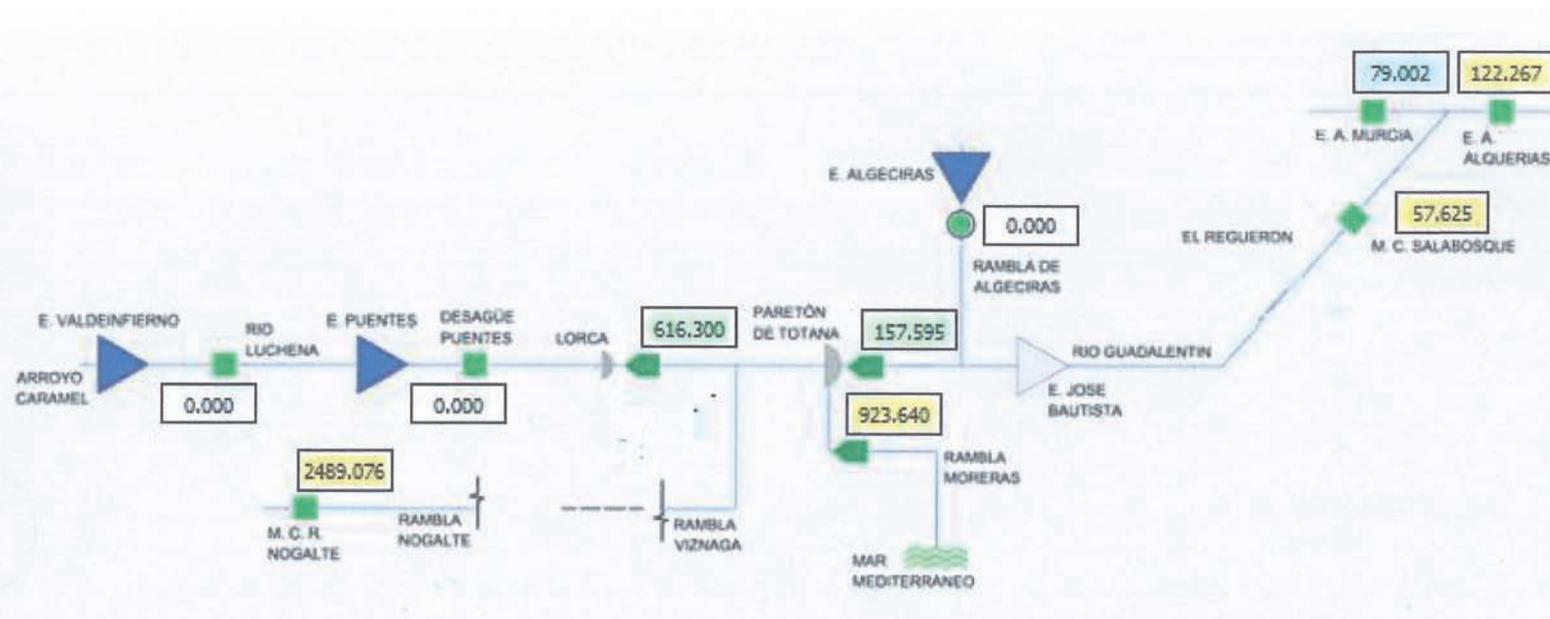


Figura 5. Esquema de fluvial y estructural del río Guadalentín hasta su confluencia con el río Segura y Marco de Control de la Rambla de Nogalte. Caudales máximos en m³/seg. Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) de la Cuenca del Guadalentín

nera muy significativa los caudales punta de las avenidas y riadas de la cuenca, con porcentajes muy significativos de reducción, que en la avenida del 28 de octubre de 2012 llegan al 100 %. De esta forma, durante las últimas décadas, han evitado que las furiosas riadas que históricamente se producen en la cuenca sigan produciendo numerosas víctimas y daños cuantiosos a la rica agricultura de sus Vegas. El Plan de Defensa frente a las avenidas en la cuenca del Segura está cumpliendo sus objetivos, su razón de ser.

Las experiencias de las últimas décadas nos enseñan que es conveniente mantener las actuaciones del Plan en buenas condiciones de funcionamiento, seguir el comportamiento de las presas y hacer, en su caso, las obras de rehabilitación necesarias, y acometer, cuando sea posible, nuevas actuaciones que hagan más robusto al Plan frente a unas posibles avenidas más frecuentes e intensas, como son la construcción de nuevas presas de laminación en las ramblas de Nogalte, Béjar, Lébor, Las Moreras, Salada, Garruchal, Tabala, Arroyo Grande, La Torrecilla, junto con el recrecimiento de la presa de Valdeinfierno, y diversas obras de encauzamiento y drenaje.

Agradecimientos

Quiero agradecer a la Confederación Hidrográfica del Segura, y en especial a su presidente, Miguel Ángel Ródenas, la información facilitada para la redacción de este artículo. **ROP**

Referencias.

- 1.-BERGA, L. "Las inundaciones en España. La nueva Directiva Europea de inundaciones". Revista de Obras Públicas (ROP). 3520, 7-18, 2011.
- 2.-MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIOAMBIENTE. "Perfil Ambiental de España 2011". Informe basado en indicadores. Madrid. 2012.
- 3.-INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS (ICOLD). "Dams and floods. Guidelines and case histories". Bulletin 125. ICOLD. 2003.
- 4.-INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS (ICOLD). "Role of dams in flood mitigation. A review". Bulletin 131. ICOLD. 2006.
- 5.-EUROPEAN WORKING GROUP ON DAMS AND FLOODS. "Dams and floods in Europe. Role of dams in flood mitigation". L.Berga (ed). 8th ICOLD European Club Symposium, 2010.
- 6.-CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. "Plan de defensa de 1987 frente a avenidas en la cuenca del Segura". XX Aniversario. Murcia 2007.
- 7.-BOTIA, A. "Flood protection Plan for the Segura river basin. Water Power and Dam Construction". 44(9), 41-43, 1992.
- 8.- EZCURRA, J. "Las lluvias torrenciales de 1997 y el Plan de Defensa contra Avenidas de 1987". CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. "Plan de defensa de 1987 frente a avenidas en la cuenca del Segura". XX Aniversario. Murcia. 393-402, 2007.
- 9.- RÓDENAS, M., A. "Riada de San Wenceslao: Lo que también pudo ser. Las Avenidas a Debate". La Verdad. Murcia. 7/10. 2012.



Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Formación online dirigida a Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

iccp@structuralia.com www.structuralia.com/iccp

Fomento promueve un gran consorcio español para pujar por el primer AVE de Latinoamérica

El Ministerio de Fomento trabaja en la constitución de un único consorcio español, formado por empresas públicas y privadas, para pujar por el que será primer AVE de Latinoamérica, el que construirá Brasil, un 'macroproyecto' de 13.000 millones de euros, según informó el secretario de Estado de Infraestructuras, Rafael Catalá.

Más noticias de actualidad en: www.structuralia.com/ferroviarias

¿Te gustaría desarrollarte en un ámbito de futuro a nivel internacional?

Te proponemos que te conviertas en un Experto en Infraestructuras Ferroviarias. Un sector en crecimiento a nivel mundial, que requiere de profesionales altamente especializados como los más de 1.000 Ingenieros y 200 profesionales de ADIF que ya se han formado en seis ediciones con nosotros.

¡NOVEDAD!

MÓDULOS ESPECÍFICOS DE ALTA VELOCIDAD

Desarrollate en un ámbito de futuro a nivel internacional

12 de marzo de 2013

Titulación propia:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Promotor:



Máster en proyecto, construcción y mantenimiento de infraestructuras e instalaciones de líneas ferroviarias

Duración: 600 horas online (2 años)

Programa superior en proyecto y construcción de infraestructuras e instalaciones de líneas ferroviarias

Duración: 300 horas online (1 año)

Programa superior de mantenimiento de infraestructuras e instalaciones de líneas ferroviarias

Duración: 300 horas online (1 año)

info.mif@structuralia.com / www.structuralia.com/ferroviarias

Destacamos

Programa de Desarrollo Directivo para Ingenieros

Inicio: 24 de abril de 2013 Duración: 310 horas online y 20 presenciales

www.structuralia.com/pdd info.pdd@structuralia.com

Promotor:



Título Propio de:
"Especialista en Desarrollo Directivo"



Nuevos Programas

Programa Superior en Conservación y Explotación de Carreteras: Jefe COEX

Niveles Básico, Avanzado y Reciclaje

Inicio: 8 de mayo de 2013 Duración: 330 horas online

info.coex@structuralia.com



Certificación PMP®. Curso de preparación

Inicio: 15 de abril de 2013 Duración: 45 horas online

info.pmp@structuralia.com



Structuralia is part of Kaplan, a leading global provider of educational services



Visita nuestro catálogo de cursos para Ingenieros. www.structuralia.com/iccp

Consulta becas disponibles y ayudas económicas para Ingenieros en activo, en situación de desempleo o menores de 35 años: **COMPROMISO SOCIAL STRUCTURALIA**

www.structuralia.com/becas | becas@structuralia.com