

# Avenidas e inundaciones en la vertiente mediterránea de la península Ibérica, apuntes para su estudio

FRANCISCO LÓPEZ BERMÚDEZ

Universidad de Murcia

El hombre a lo largo de la historia ha vivido sujeto a los azares de la naturaleza. Sólo desde hace dos siglos, gracias a la técnica, una parte creciente de la humanidad empezó a estar relativamente a resguardo de las catástrofes naturales y quizás por esa relativa seguridad y por la difusión que ofrecen los medios de comunicación, estos hechos inesperados sacuden a la opinión pública quizás ahora, más que nunca. El hombre de los países desarrollados o en vías de estarlo descubre, de tarde en tarde, que sigue afectado por las fuerzas de la naturaleza y, en gran parte, desconociendo las causas que provocan las crisis catastróficas y cuando se pueden manifestar: seismos, erupciones volcánicas, huracanes, temporales, inundaciones, sequías, heladas, avalanchas... son otros tantos ejemplos de las «desviaciones» que la naturaleza ofrece respecto a su comportamiento «normal».

De todos ellos, avenidas con inundaciones y sequías, son los peligros naturales más importantes que se ciernen sobre el ámbito espacial mediterráneo de la península

Ibérica. La lucha por el agua en la Historia de España, es una constante a lo largo de los siglos; notoriamente, en las tierras mediterráneas secas, la pugna por y contra el agua, bien para conseguir recursos para el regadío y combatir la sequía, bien para protegerse de las inundaciones, está en la base de las relaciones dialécticas hombre-naturaleza tanto en el tiempo como en el espacio.

Los valles y tierras bajas mediterráneas, por sus condiciones de horizontalidad, fertilidad de sus suelos y fácil comunicabilidad, entre otros rasgos, han atraído desde siempre a los asentamientos humanos sin que su posible inundación haya sido un factor suficientemente disuasorio. El resultado ha sido que con el incremento demográfico, el proceso de ocupación de los llanos inundables se ha acelerado, no sólo en el ámbito mediterráneo, sino en todo el mundo.

## CAUSAS DE LAS RIADAS MEDITERRANEAS

Las riadas (avenidas y crecidas) de los cursos de agua mediterráneos, constituyen unos procesos periféricos climático/hidrológicos que más perturban la dinámica espacio-temporal de las cuencas hidrográficas en donde se producen. Sus excesos no pueden ser entendidos sin un análisis de los factores climatológicos y geomorfológicos, generadores de precipitaciones intensas y tenaces y escorrentías brutales, con frecuencia.

En síntesis, las causas de tales acontecimiento hidrológicos que originan inundaciones, obedecen a la conjunción de unas situaciones meteorológicas específicas y a la acción del relieve regional, ambos determinan importantes fluctuaciones en el interior del ciclo hidrológico «normal» manifestadas en intensas lluvias asociadas a tormentas y generadoras de fuertes escorrentías superficiales.

### I. CLIMATOLÓGICAS.

a) *En altura*: vaguada con eje Norte-Sur aproximadamente; rama de la corriente en chorro de Sur a Oeste sobre los flancos meridionales y oriental de la península con advección de aire cálido meridional. Estrangulamiento y formación de una depresión fría en altura (*gota fría*) manifiesta hacia la topografía de los 500 mb. ( $\approx$  5.500 metros de altitud);

b) *En superficie*: altas presiones en Europa central y baja relativa al Sur de la península Ibérica, con vientos de levante sobre la fachada mediterránea;

c) *Transporte de energía en el sistema mar/atmósfera*: gran producción de vapor de agua por la elevada temperatura del agua superficial del Mediterráneo occidental (entre 21 y 23 °C) durante el equinoccio de otoño (inercia del «verano mediterráneo»). Las imágenes LANDSAT han permitido comprobar acumulaciones de vapor de agua del orden de los 10 gr. kg a 850 mb.

Flujo del Este que arrastra el vapor de agua desde el Mediterráneo a las tierras costeras y próximas al mar. Advección superior de aire frío (*gota*) que proporciona bajas temperaturas y originan una fuerte inestabilidad general. Advección de vorticiad ciclónica, fuerte gradiente térmico vertical.



Fig. 1.—Las «riadas» son procesos hidrológicos naturales que constituyen amenazas permanentes para los valles aluviales mediterráneos que son, precisamente, las tierras más densamente pobladas. En la imagen, avenida del río Segura el 20 de Octubre de 1982, en la Contraparada.



Fig. 2.—Los anales hidrológicos de las cuencas fluviales de la España mediterránea, están llenos de esos acontecimientos, con frecuencia catastróficos, que son las crecidas y avenidas de sus cursos de agua. En la foto, crecida del Segura el día 21 de octubre de 1982, a su paso por el «puente viejo» de la ciudad de Murcia, registró una altura máxima de 5,10 m.

c) *Gotas frías*: constituyen el gran motor acelerador de las lluvias de fuerte intensidad horaria. Marcan el calendario de las grandes precipitaciones, de las elevadas escorrentías superficiales y de los correlativos desbordamientos de los cursos de agua que originan las inundaciones, particularmente en el mes de octubre que es cuando la capacidad pluvial del aire mediterráneo es mayor. La dinámica de las *gotas frías* fijan la duración de la intensidad de las lluvias a la vez que regulan, junto a la riqueza en vapor de agua del aire ascendente y el obstáculo de los relieves montañosos, la abundancia y la distribución espacial de las lluvias. Se registra, en definitiva, una estrecha correlación entre avenidas-inundaciones-gotas frías.

## II. RELIEVE.

a) *Disposición de montañas y cordilleras* paralelas o subparalelas al mar Mediterráneo. La organización lineal de las sierras obstaculiza la derivación lateral de las corrientes atmosféricas y activan el dinamismo de las ascensiones forzadas. La trama orográfica se erige en obstáculo casi perpendicular a los flujos perturbadores más ricos en humedad, que son los del Este. La exposición del relieve desempeña, pues, una función muy importante.

b) *Los obstáculos orográficos amplifican las precipitaciones*: la arquitectura topográfica de las cuencas hidrográficas intervienen decisivamente. La convergencia hidrográfica de la red de drenaje, las pendientes rápidas y desnudas, agravan la intensidad de los arroyamientos y en conjunto, pueden provocar brutales avenidas.

c) *La acción de pantalla orográfica*: propicia el estancamiento, a bajo nivel, de la nubosidad a la vez que se generan fuertes corrientes ascendentes, base de las células convectivas que se forman en las primeras estribaciones de las sierras. Los relieves más al interior, forman una segunda o tercera pantalla a los flujos húmedos del Mediterráneo. La comparación de perfiles topográficos y pluviométricos, pone de manifiesto estos hechos.

La mayor parte de los cursos de agua mediterráneos, no son más que registros naturales de las precipitaciones excepcionales que se abaten sobre las tierras mediterráneas cuando llega el equinoccio de otoño, como muestra de la enorme inestabilidad del «tranquilo» mar Mediterráneo. Sin embargo, la fuerte inestabilidad termodinámica generadora de grandes chaparrones, no es exclusiva del otoño, en primavera e incluso en verano puede detectarse, las consecuencias, en todos los casos, son casi idénticas: fuertes escorrentías, desbordamientos de los cauces e inundaciones. Los siguientes ejemplos ilustran la magnitud de estas lluvias de carácter «diluviano»: Cuadro 1.

Las redes fluviales de las cuencas mediterráneas, con elevado índice de jerarquización están constituídas, en su mayor parte, por cauces de moderada a escasa longitud aunque con fuertes pendientes que le confieren una morfología hidrológica específica de medio mediterráneo. Los cauces fluviales permanecen en su mayor parte secos (aproximadamente el 50 % en la mitad Norte de la vertiente mediterránea y más del 75 % en la mitad meridional) durante ciclos hidrológicos completos. Tales canales constituyen uno de los elementos hidrogeomorfológicos más notables del paisaje mediterráneo: *las ramblas*.

## CUADRO 1

## PRECIPITACIONES DE FUERTE INTENSIDAD EN LA CUENCA DEL RÍO SEGURA

ESTACION		Octubre 1982		Julio 1986		Oct. 86 (d. 4)		Oct. 86 (d. 13)	
		Intens. mm	Tiempo horas	Intens. mm	Tiempo horas	Intens. mm	Tiempo horas	Intens. mm	Tiempo horas
Cabecera río Segura	Miller	68	21	41	8	51	12	10	6
	Fuentsanta	84	22	56	5	30	14	36	21
	Cenajo	103	26	109	5	48	12	137	17
Río Mundo	Talave	135	32	66	12	27	16	148	24
	Camarillas	94	26	128	6	42	14	80	9
Altiplano	Yecla	68	22	94	5	37	1	59	5
	Jumilla	127	26	143	5	43	1	51	5
Vega Alta del río Segura	Moratalla	99	26	70	3	51	3	17	2
	Argos	106	25	7	3	90	17	84	9
	Alfonso XIII	103	22	13	1	61	8	54	8
	Almadenes	95	24	10	1	63	13	43	4
	Azud de Ojós	65	38	4	1	69	20	51	2
	Mayés	74	21	5	2	71	16	73	7
La Cierva	60	22	0	0	106	23	194	11	
Río Guadalentín	Valdeinfierno	87	23	1	1	82	19	110	10
	Puentes	60	27	24	2	78	18	56	3
	Lorca	51	22	14	2	81	18	2	2
	Totana	76	26	8	2	153	16	6	1
Vega Media	El Palmar	78	24	2	1	156	21	46	8
	Murcia	62	25	3	2	137	18	37	3
	Santomera	59	29	5	3	115	26	16	9
Vega Baja	Orihucla	67	22	1	1	87	12	30	2
	La Pedrera	53	39	1	1	111	20	81	7
	Almoradí	50	29	0	0	108	15	74	3
Campo de Cartagena	San Javier	59	33	1	1	270	21	10	2
	Cartagena	75	31	2	1	92	16	4	2

FUENTE: Confederación Hidrográfica y Comisaría de Aguas del Segura. (d. = día).

Además de las causas principales que estimulan lluvias importantes generadoras de inundaciones, existen un conjunto de condiciones geomorfológicas que intensifican su magnitud y los impactos ambientales que pueden producir, son las siguientes:

## I. CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS.

a) *Permanentes*: Superficie, perímetro y forma de la cuenca, pendientes, longitudes de las laderas, naturaleza litológica (grado de permeabilidad);

b) *Variables*: Interacciones entre clima, geología, geomorfología, suelos, vegetación y acciones del hombre (usos del suelo, deforestaciones, roturaciones, sobrepastoreo, incendios...). Tales interferencias ocasionan importantes diferencias y perturbaciones en: situación hídrica de suelos y alteritas, capacidades de infiltración, transmisibilidad y almacenamiento de humedad en los suelos, formaciones superficiales y rocas subyacentes.

## II. MORFOMETRÍA DE LAS REDES DE DRENAJE.

*Permanentes y variables*: Densidad de drenaje, textura de las redes, longitudes de cauces, perfiles longitudinales y transversales, pendientes, jerarquización de cursos, orientación de cauces, frecuencia en la distribución de las orientaciones y en los ángulos de confluencia, tipología de sinuosidades, relaciones morfométricas... Una disposición en paralelo de los cursos de agua con confluencias escalonadas, originan una sucesión de ondas de crecida. Una disposición convergente con confluencias muy próximas, da lugar a la superposición de ondas de crecida.

## III. CARACTERÍSTICAS DEL FONDO DE LOS VALLES Y DE LOS LECHOS FLUVIALES.

*Permanentes y variables*: Forma, amplitud, pendientes, rugosidad, sinuosidad, profundidad, longitud de canales, secciones transversales, acumulación de derrubios, vegetación en el lecho y riberas.

## MAGNITUDES DE LOS CAUDALES

La intensidad de la lluvia y su distribución espacial, definidas por el hietograma, tienen gran influencia en los valores de los caudales máximos y en los volúmenes totales de la avenida. Las escorrentías producidas y que llegan a los cauces, pueden presentar un desfase temporal más o menos dilatado respecto a las precipitaciones que las originan en función de las características físicas (capacidad de infiltración y de retención de humedad del suelo, superficie y forma de la cuenca, características de la red de drenaje, etc) y bióticas (cubiertas vegetal) de la cuenca receptora.

Algunos ejemplos de caudales punta (definidos por el hidrograma), originados más o menos tiempo después de los instantes de máxima lluvia (determinados por el hietograma), debido al efecto de tránsito, retención y almacenamiento de la cuenca, son los siguientes (Cuadro 2):



FIG. 3.—Los llanos de inundación aluviales, en donde se asientan vegas y huertas, son áreas muy vulnerables a las inundaciones por crecidas y avenidas. Por ello, su defensa se plantea mediante actuaciones que impliquen la realización de obras de cierta importancia y por la adopción de medidas no estructurales como predicción y alerta, usos del suelo en áreas potencialmente inundables, información y educación de la población en medidas de protección civil, etc. En la foto, la Huerta de Murcia, en Alquerías, inundada por la «riada» del 14 de Octubre de 1986.



FIG. 4.—En cada cuenca hidrológica mediterránea, el conocer de modo preciso la transformación de lluvias en escorrentías y la modulación de estas en el tiempo y en el espacio, resulta fundamental para la predicción de «riadas» y sus potenciales impactos medioambientales y económicos. En la imagen, inundación de El Raal (Murcia) por desbordamiento del río Segura el 14 de Octubre de 1986.

## CUADRO 2

## CAUDALES MÁXIMOS REGISTRADOS EN AVENIDAS RECIENTES

<i>Curso</i>	<i>Región o Provincia</i>	<i>Superficie Cuenca (km<sup>2</sup>)</i>	<i>Lugar de aforo</i>	<i>Caudal m<sup>3</sup>/sg.</i>	<i>Fecha</i>
Río Esera	Aragón	103	Graus	330	Nov. 1982
Río Cinca	Aragón	9.612	Fraga	3.500	Nov. 1982
Río Cinqueta	»	214	—	802	Nov. 1982
Río Aragón	»	2.191	Yesa	1.560	Nov. 1982
Río Freser	Cataluña	?	Ripoll	600	Nov. 1982
Río Ter	»	3.295	Roda de T.	1.300	Oct. 1982
Río Llobregat	»	5.455	Guardiola	1.200	Nov. 1982
Río Turia	Valencia	6.000	Valencia	3.700	Oct. 1957
Río Júcar	»	4.103	Tous	7.170	Oct. 1982
Beo. Ovejas	Alicante	226	Desembocadura	400	Oct. 1982
Río Segura	Murcia	9.836	Murcia	1.000	Oct. 1948
Río Segura	»	8.514	Abarán	1.458	Abr. 1946
Río Segura	»	9.836	Murcia	1.090	Abr. 1946
Río Segura	»	9.836	Murcia	250	Oct. 1982
Río Segura	»	9.836	Murcia	425	Jul. 1986
Río Segura	»	9.836	Murcia	225	Oct. 1986
Río Segura	»	9.836	Murcia	260	Oct. 1986
Rbla. Jumilla	»	?	Jumilla	180	Jul. 1986
Río Mula	»	647	Alguazas	160	Oct. 1986
Río Guadalentín	»	3.301	Reguerón	3.000	Oct. 1973
Río Guadalentín	»	1.440	E. Puentes	2.054	Oct. 1973
Río Guadalfeo	Granada	1.295	Desembocadura	1.200	Oct. 1973
Rbla. Albuñol	»	115	Desembocadura	1.100	Oct. 1973
Río Adra	Almería	746	Desembocadura	2.000	Oct. 1973
Río Almanzora	»	2.611	Desembocadura	3.500	Oct. 1973
Río Vélez	Almería MU	570	C.ª Lorca a Baños	3.090	Oct. 1973

MOPU: Centro de Estudios Hidrográficos; Confederación Hidrográfica del Segura; Confederación Hidrográfica del Sur.

Debido a lo reducido de las superficies de las cuencas vertientes, los caudales específicos que se producen son del orden de los 3.000 a 7.000 litros/sg/km<sup>2</sup>, de los mayores del mundo.

## EFECTOS DE LAS RIADAS CON INUNDACIONES

Los efectos de las crecidas y avenidas con inundaciones demuestra claramente algunos aspectos de las variaciones espaciales de los caudales y del modelado de los sistemas semiáridos. Ello es obvio por las variaciones que ofrece la distribución y localización de las tormentas. Las escorrerías, animadas de elevada velocidad debido a las pendientes, unido a los caudales producidos, generan unos impactos poderosos, en ocasiones de carácter catastrófico. En síntesis los más destacables son:

a) *Socioeconómicos*: víctimas humanas, pérdida de animales, daños o pérdidas de cultivos, viviendas, vías de comunicación, abastecimiento de agua potable a poblaciones, perturbación a los servicios públicos, etc.

b) *Geomorfológicos*: fuerte erosión de los suelos en ladera, socavaciones en los márgenes de los cauces, movimiento en masa, modificaciones de los canales y lechos de drenaje, aportes de caudales sólidos, sedimentación de lodos, formación y modificación de barras, etc.

Los paisajes y los microrrelieves registran numerosos e importantes transformaciones. La mayor parte de las formas de modelado del sistema morfoclimático semiárido mediterráneo actual, están ligadas a los aguaceros de elevada energía, a las rápidas escorrentías que desencadenan y a las inundaciones que provocan. Sin embargo, las consecuencias de estos procesos, no son exclusivamente debido a factores físicos o naturales, la acción histórica del hombre de estas tierras aparece como uno de los factores fundamenteles, tales actuaciones permiten explicar las consecuencias, inmediatas y a largo plazo, de las crisis destructivas de los suelos agrícolas y forestales del espacio geográfico mediterráneo.

Algunos ejemplos recientes de riadas y espacios afectados, se ofrecen a continuación.

## AVENIDAS E INUNDACIONES RECIENTES, GRAVES O CATASTROFICAS EN LA VERTIENTE MEDITERRANEA ESPAÑOLA

<i>Región</i>	<i>MES/AÑO</i>	<i>CURSOS DE AGUA</i>	<i>AREAS INUNDADAS</i>
Cataluña	Sep. 1962	Llobregat, Congost, Torderá	Bajo Vallés, llanos del Llobregat, Maresme
	Nov. 1982	Segre, Ter, Freser, Llobregat, los Noguera, Cinca	Vallés, Ripollés, Maresme, Bajo Llobregat, Bages, Berguedá, Cersanya, Ampurdán, Selva, Solsonés, Segarra, Segriá, Pallars Sobirá, Ribera del Ebro.

REGION	MES, AÑO	CURSOS DE AGUA	AREAS INUNDADAS
País Valenciano	Oct. 1957	Turia, Palancia, Mijares	Huerta de Valencia, Sagunto, Plana de Castellón
	Oct. 1982	Júcar (rotura de la presa de Tous), Ramblas y barrancos de la Zarza, Blanco, Pepior, Alabastre, Ovejas y Agua Amarga.	Huertas y ciudades situadas en el llano de inundación aguas abajo de Tous. Campo de Alicante y barrios del sector Sur de la ciudad.
Murcia	Oct. 1948	Segura	Vega Media, Huertas de Murcia y Orihuela.
	Oct. 1953	Segura y Guadalentín	Vega Media, Huertas de Murcia y Orihuela.
	Oct. 1973	Segura, Guadalentín, Rambla de Nogalte	Huerta de Murcia y Orihuela, Valle del Guadalentín, pueblo de Puerto Lumbreras.
	Oct. 1982	Rambla de Minateda, Segura.	Vega de Minateda y Agramón, tramo inferior de la Vega Media del Segura, Huerta del Segura.
	Jul. 1986	Rambla de Jumilla	Viñedos y vega.
	Jul. 1986	Rambla de Minateda	Huerta de Minateda y Agramón.
	Oct. 1986	Río Mula	Huertas de La Puebla de Mula, Al-budeite, Campos del Río.
Andalucía Oriental	Oct. 1973	Ríos Almanzora, Guadalíco, Adra; Ramblas de Albuñol, Albox, del Higueral y Albánchez.	Tramos medios y bajos de sus respectivos valles (Albox, Zurgena, Cuevas de Almanzora, Adra, Albuñol, La Rápita...)
	Oct. 1977	Ríos Almanzora y Aguas	Tramos medios y bajos de sus respectivos valles.

## PREVENCIÓN DE AVENIDAS

Partiendo del hecho de que crecidas y avenidas fluviales son fenómenos naturales inevitables, y que su problemática se plantea sobre una morfología fluvial dinámica que incide sobre una ordenación territorial cambiante bajo presiones demográficas y sociales, la defensa contra ellas puede realizarse a cuatro niveles diferentes:

a) Medidas estructurales que implican la realización de obras de infraestructura que encaucen y retengan las aguas: presas, diques, encauzamientos, etc;

b) Predicción y alerta hidrológica que proporcione información sobre lluvias de gran intensidad y las posibles avenidas con desbordamiento que pueden acarrear, todo ello con el tiempo suficiente para tomar medidas;

- c) Legislación y normativas que regulen y limite los usos del suelo de las zonas potencialmente inundables;
- d) Información pública y educación de la población en medidas de protección civil que faciliten el cumplimiento de las disposiciones legales.

## CONCLUSIONES

En el origen de las lluvias diluvianas y de las avenidas asociadas, se halla la acción convergente de una trilogía fundamental: advección de masas de aire ricas en humedad + una fuerte inestabilidad termodinámica desencadenada por gotas frías + el efecto de pantalla orográfica. Otros factores secundarios se mezclan a estas constantes.

Las avenidas e inundaciones, constituyen procesos naturales correlativos ligados a las dinámicas climáticas e hidrogeomorfológicas, en el espacio de las cuencas de drenaje que actúan como un sistema proceso-respuesta, en los que todos los factores físicos y bióticos están interrelacionados. Las riadas y las correlativas inundaciones extraordinarias en los sistemas fluviales, constituyen un problema de particular importancia en la España mediterránea ya que producen pérdidas humanas y materiales, además de una importante pérdida de suelo causado por la intensa erosión que habitualmente acompaña a estos fenómenos.

## BIBLIOGRAFIA

- AYALA CARCEDO, F.J.; DURAN, J.J.; ELIZAGA, E.; GARZAN, G. y otros (1985): *Geología y prevención de daños por inundaciones*. I.G.M.E., Madrid, 421 pp.
- COUCHOU, D. (1965): *Hidrología Histórica del Segura: Secas, Riadas, Rogativas, Calamidades, Trabajos y Esperanzas*. Centro de Estudios Hidrográficos. Decenio Hidrológico Internacional. Madrid, 104 pp. (reedición 1984).
- GIL OLCINA, A. y cols. (1983): *Lluvias torrenciales e inundaciones en Alicante*. Instituto de Geografía. Universidad de Alicante. 128 pp.
- HERAS, R. (1973): *Estudio de máximas crecidas de la zona de Alicante Almería-Málaga y de la lluvias torrenciales de octubre de 1973*. Centro de Estudios Hidrográficos. Madrid, 3 vols. (memoria, cuadros y gráficos).
- HERIN, R.; TRZPIT, J.P. (1975): «La genèse des crues dans le bassin du Segura». *Revue Géographique des Pyrénées et de Sud-Ouest*. T. 46, fasc. 1, pp. 69-100.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1973): *La Vega Alta del Segura: Clima, Hidrología y Geomorfología*. Departamento de Geografía. Universidad de Murcia. 288 p.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. y cols. (1979): «Inundaciones catastróficas, precipitaciones torrenciales y erosión en la provincia de Murcia». *Papeles de Geografía*, núm. 8. Universidad de Murcia, pp. 49-91.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. y cols. (1983): «Lluvias excepcionales e inundaciones en la vertiente mediterránea oriental española en octubre-noviembre de 1982». *Estudios Geográficos*, núm. 170-171 (monográfico). 316 pp.
- PADER, M. (1961): «Sur la puissance des crues en diverses parties du monde». *Geographica*, núm. monográfico. 293 pp.
- PUIDEFABREGAS, C. y otros (1984): *Efectes geomorfològics dels aiguats del novembre de 1982*. Informes. Publicacions del Servei Geològic de Catalunya. Generalitat de Catalunya. Barcelona. 236 pp.
- ROSSELLO VERGER, V.M. y cols. (1983): «La riada del Júcar». *Cuadernos de Geografía*, núm. 32-33 (monográfico). Universidad de Valencia. 331 pp.
- UNESCO (1976): *Catálogo mundial de grandes crecidas*. Editorial de la UNESCO, París. 424 pp.
- WARD, R. (1978): *Floods. A Geographical perspective*. The MacMillan Press Ltd. London. 244 pp.