

El estudio de los riesgos con origen hidrológico en el sureste de la península Ibérica. Enfoque geográfico y planificación territorial.

*Conesa García, C.¹;
García Lorenzo, R.;
Brinckmann, W.E.²;
García Marín¹, R. y
Pérez Morales, A.¹*

Resumen

El presente artículo muestra el estado de la cuestión en el análisis de los riesgos hidrológicos de una región natural española especialmente productora de situaciones de peligro: el Sureste de la Península Ibérica. Los graves impactos que este tipo de peligros naturales tienen en la economía, la sociedad y el medio ambiente de esta región hacen que el enfoque geográfico revista aquí especial importancia en el estudio de sus riesgos derivados, particularmente en relación con la evaluación y gestión de los mismos, y su indudable implicación en las políticas de planificación territorial. Ésta es una de las regiones más áridas de Europa, caracterizada por lluvias extraordinarias de alta intensidad horaria capaces provocar abultados caudales y desbordamientos de cauces, pero también por la instalación de núcleos densos de poblamiento en sus áreas litorales y de vega. El escaso, o en ocasiones desafortunado, diálogo entre medio natural y hombre ha hecho de ésta una zona de notable interés para gran número de investigadores en temas de riesgos asociados a fenómenos hidrológicos extremos. El carácter efímero de las corrientes y los efectos hidráulicos de las infraestructuras lineales y obras de drenaje complican la estimación de los caudales de avenida, aumentando dicho grado de complejidad. Aun cuando existen ya varios modelos, programas y proyectos enfocados a estas cuestiones todavía falta un mayor conocimiento sobre este tipo de procesos de riesgo, particularmente en relación con la generación de áreas inundables, para la que se necesita una información cartográfica base de mayor detalle y la incorporación de factores hasta ahora muy poco considerados como los hidromorfológicos o los indicadores de vulnerabilidad.

Palabras clave: Geografía de los riesgos, peligros naturales, enfoques, inundaciones, vulnerabilidad, planificación territorial, Sureste de la Península Ibérica.

¹ Departamento de Geografía. Universidad de Murcia. Campus de la Merced, s/n. 30001 Murcia, España.
E-mail: cconesa@um.es

² Universidad de Santa Cruz do Sul (UNISC). Rio Grande do Sul, Brasil.

INTRODUCCIÓN

Gran parte de los desastres, riesgos, peligros y vulnerabilidad a la que están sujetas las distintas regiones del mundo se deben tanto a políticas inadecuadas de planificación territorial como a la ausencia de estas. En este sentido es de fundamental importancia la producción interdisciplinar de conocimientos, tecnología y la capacitación de los agentes del campo de la gestión de riesgos y planificación territorial para conseguir una prevención y mitigación más efectivas de estos. Hasta hace muy poco tiempo, los riesgos y desastres se gestionaban mediante unidades de gestión de emergencias y/o planificaciones sectoriales. Estudios posteriores a la década de los noventa del siglo XX, pusieron de manifiesto la necesidad de la planificación y la gestión integral y sistémica del territorio (Fleischhauer et.al., 2007: 50; Santos, 2004:45; DMA 60/2000 UE). Investigaciones recientes de la Comisión Europea (2003, 2004, 2006) destacan la función potencial de la planificación territorial para la gestión de los riesgos porque la amplia variedad de riesgos existentes y su desigual distribución geográfica dan idea de los distintos perfiles de riesgo y peligrosidad tanto en Europa (Schmidt-Thomé, 2005; Greiving, Fleischhauer y Lückenkötter, 2006; Fleischhauer et.al., 2007) como en España en particular.

Siendo el Sureste peninsular una región con abundantes peligros hidrológicos y situaciones de riesgo, y a pesar de existir un importante cuerpo teórico en torno a los elementos y factores implicados, resulta escasa la producción bibliográfica sobre la aplicación de enfoques y conceptos a casos concretos, y en menor grado a este territorio en su conjunto. Son frecuentes los estudios epistemológicos que definen, y enriquecen con ejemplos, los términos peligro, riesgo, desastre y catástrofe, como también lo son los referentes a vulnerabilidad y tipos de respuesta por parte de los grupos sociales. Los análisis más frecuentes se refieren a la descripción de sucesos o condiciones ambientales que entrañan peligro (Olcina Cantos, 2004, Triviño y Ortiz, 2004, Pérez Morales, 2008). Es de destacar el trabajo de Calvo (2006) sobre el peligro de inundaciones en el Sureste peninsular, publicado en el número 95 de la Colección Casa de Velázquez. En él se alude también a los problemas derivados de una intensa ocupación del suelo y la falta de planificación en nuevos espacios de peligro, sometidos a presiones de índole turística o inmigratoria. Las carencias más significativas se observan en relación con el estudio de la vulnerabilidad socio-económica y la percepción de las poblaciones ante este tipo de evento. No existe hasta el momento una propuesta de indicadores de vulnerabilidad para la zona, ni tampoco una discusión sobre los criterios más adecuados para definir aquéllos en función de los datos disponibles. Una situación parecida muestra la atención prestada al tema de la percepción. Desde el estudio de percepción social ante el peligro de inundaciones realizado por Conesa García (1985) en Lorca hasta el recientemente abordado por Calvo y Granell (2009) para la franja costero-meridional de la región de Murcia, hay un total vacío en este sentido.

En cambio, los aspectos técnico-metodológicos manejados en el análisis del riesgo han experimentado un mayor desarrollo. Los primeros análisis estuvieron dominados por cálculos probabilísticos de sucesos hidrológicos extremos catalogados como peligrosos. Entre los métodos estadísticos más utilizados en estos casos figuran las distribuciones probabilísticas de ocurrencia de máximos extremos (EVI Gumbel, Log-Pearson III, etc.), basadas en series temporales de precipitaciones y caudales máximos diarios, frecuencias históricas de avenidas e inundaciones y modelos predictivos de áreas inundables para diferentes tiempo de retorno. La concepción cuantitativa del problema ha llevado en otras ocasiones a determinar las magnitudes de peligrosidad a partir de la altura y velocidad de la corriente, y a estimar el volumen de daños materiales y el número de pérdidas humanas. Sin embargo, la mayor contribución técnica y metodológica al análisis de este tipo de riesgos se debe a la introducción y desarrollo de las nuevas tecnologías de información geográfica (TIG). La modelización ha encontrado en estas tecnologías un excelente entorno operativo, siendo frecuente la implementación, a través de éste, de los algoritmos necesarios para la obtención de parámetros hidrológicos (caudales) e hidráulicos (coeficiente de rugosidad calado y velocidad de la corriente, etc.). Dado el particular régimen hidrológico de los cursos de esta región, de extraordinaria irregularidad y abultados caudales esporádicos en épocas de lluvias intensas, los modelos de conversión lluvia – escorrentía superficial (modelos agregados y distribuidos de base física) encuentran en los SIG una herramienta muy útil de análisis y representación cartográfica. Pese a ello, el carácter integrador del estudio de riesgos y su complejidad intrínseca en medios semiáridos como el Sureste peninsular aconsejan crear bases de datos más completas, elaborar MDT de mayor resolución y emprender nuevos desarrollos y aplicaciones técnicas que tengan en cuenta las particularidades geofísicas de la zona.

INICIATIVAS Y POLÍTICAS DE ACTUACIÓN RECIENTES

La variabilidad pluviométrica, típica de las regiones mediterráneas, ha obligado desde siempre a realizar en estos países estudios específicos y sectoriales y una planificación territorial y hidrológica basada en la gestión de fenómenos extremos (sequías e inundaciones), y por tanto, a construir multitud de infraestructuras hidráulicas para almacenar, retener y controlar el agua (Juanicó et al., 2005), por lo que la gestión del territorio y de los riesgos de origen hidrológico se convierte en una tarea muy compleja.

La creciente concienciación sobre los problemas socio-económicos que implica la ocurrencia de este tipo de riesgos convertidos en desastres o catástrofes ha llevado a ahondar en el conocimiento de los procesos que los generan.

Un importante empuje en este sentido se da durante la llamada "*International Decade for Natural Disaster Reduction (IDNDR)*", en torno a la que fueron

organizadas diversas conferencias y congresos. Entre ellos adquiere especial relevancia el celebrado en Grenoble (1999), "Risques naturels en montagne: Conférence internationale sur les risques naturels en montagne", en el que se expusieron las políticas de actuación europea ante el riesgo de inundaciones. Además, se emprendieron otras acciones como la creación de grupos de expertos en desastres naturales dentro de diferentes sociedades (*European Geophysical Society, International Association of Hydrological Sciences,...*) o instituciones, la consideración prioritaria del problema en el nuevo informe del IPCC (*International Panel of Climatic Change*) o entre los objetivos del World Climate Project-Water, ambas acciones desarrolladas bajo el auspicio de la ONU, la UNESCO y la OMM, y con propuestas y resoluciones concretas dirigidas a los gobiernos y a la sociedad. Según se desprende de dichas acciones, la comunidad científica internacional reconoce la necesidad de mejorar: i) la comprensión de los procesos físicos vinculados con los diversos riesgos naturales; ii) el análisis de su impacto sobre las construcciones y su vulnerabilidad; iii) la definición de medidas de protección óptimas que incluyen los sistemas rápidos de alerta; iv) la armonización de la cartografía de riesgos; v) la estimación de la intensidad de los fenómenos, de los umbrales de alerta y de los periodos de retorno; vi) la insuficiencia de las herramientas necesarias para poder evaluar íntegramente el riesgo y establecer los procedimientos para su reducción; y vii) la necesaria implicación de todos los actores sociales en la mitigación del riesgo.

La política de actuación en España, al igual que en otros muchos países, ha estado orientada tradicionalmente a medidas estructurales. Sólo en las últimas décadas parece observarse un cambio claro con el reconocimiento y la adopción de medidas no estructurales, entre las que destacan los sistemas de previsión y alerta (SAIH) y la ordenación de zonas inundables. Esta última aún se halla escasamente desarrollada, como demuestran las escasas referencias que a ella se hacen en los Planes de cuenca, o la escasa armonización de éstos con los Planes de Defensa (Pérez Morales, 2008). Para su aplicación se precisa la elaboración de mapas de riesgo, que sólo se han elaborado de forma sistemática en la Comunidad Valenciana y el País Vasco, aunque sin alcanzar todavía la difusión necesaria para que sean efectivos.

Estudios realizados por (Fleischhauer et al., 2007: 57) y por la Comisión Europea (2003, 2004, 2006) dan cuenta de que gran parte de los países de Europa dejan de considerar los peligros naturales en sus políticas de planificación territorial. Por otro lado, es grande el parecido entre algunos de los países a la hora de distribuir responsabilidades respecto a la evaluación y gestión de riesgos: sólo las divisiones de planificación sectorial son responsables por la gestión de riesgos. La planificación territorial no desempeña papel significativo en este contexto. También se constata que en países como Alemania, Finlandia y España, la gestión de riesgos se basa en la información relacionada con los peligros sin darle importancia a la exposición al peligro. En la mayoría casi absoluta de los países no se utilizan los mapas de riesgos.

Por estos entre otros motivos en el Libro Blanco del Agua (MIMAM, 1998) se reconoce la necesidad de incorporar sistemáticamente el concepto de inundabilidad en los instrumentos de ordenación territorial y de planeamiento urbanístico. De acuerdo con tal exigencia, los Planes de Ordenación Territorial y los Planes Generales de Ordenación Urbana deberían incluir obligatoriamente la delimitación del dominio público en las zonas urbanas y la identificación de los tipos de riesgo, haciendo para ello uso de una cartografía detallada.

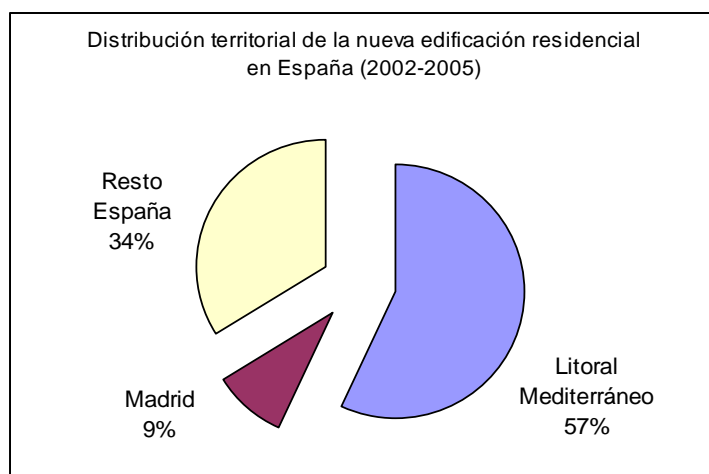


Figura 1. Visados de vivienda en España (2002-2005)

Fuente: Anuario Estadístico 2005, Ministerio de Fomento

puesto de manifiesto en el proyecto Interreg II-C del Mediterráneo Occidental-Alpes Latinos, promovido por la Comisión Europea y finalizado en 2001, en el que se aboga por un modelo de ordenación territorial sostenible para dicho espacio. En España la vertiente mediterránea constituye la zona de mayor ritmo de edificación en los últimos años (Figura 1).

Según datos del Ministerio de Medio Ambiente, el 44% de la población española actual se aglomera en tan sólo el 7% del territorio que representan los municipios costeros. Esta alta concentración poblacional llega a triplicarse durante el verano, al elegir la costa como lugar de vacaciones prácticamente el 80% de los casi 60 millones de turistas que visitan España.

La franja costera del Sureste Peninsular es un claro ejemplo de nuevas situaciones de riesgo asociadas al desigual ritmo en que se desarrollan los procesos de planificación territorial y la ocupación humana, esta última relacionada con una intensa actividad turística y una fuerte inmigración.

El problema se agrava en la costa mediterránea, donde se asiste a un proceso de 'urbanización compulsiva'. Este proceso genera gran competencia entre los distintos usos y actividades por ocupar este espacio, provocando una alta densidad y congestión en determinadas zonas, que pueden llegar a poner en peligro su atractivo turístico y, con ello, buena parte de su capacidad interna de desarrollo. Este hecho ha sido



Figura 2. Ejemplo de urbanización en zonas inundables, Águilas (Murcia). En su tramo final el lecho de inundación de la Rambla de las Culebras está siendo objeto de una continua ocupación por viviendas residenciales

Foto: Conesa, C., 2007

Según Fleischhauer et.al., (2007: 57) la planificación territorial y sectorial comparten en algunos países de la UE, la responsabilidad por la gestión de riesgos, aunque la planificación territorial desempeña una función secundaria actuando especialmente, en el área de la mitigación de peligros (carácter de largo plazo de las decisiones de planificación). Por regiones, las divisiones de planificación sectorial están al cargo de la gestión de los riesgos naturales. De tal modo que la planificación regional aparece como uno de los muchos factores de apoyo a la hora de implantar medidas o garantizar la implantación de las medidas de carácter sectorial. Estos investigadores señalan que la planificación territorial aparece como importante en Finlandia y Alemania a la hora de minimizar los daños potenciales en el contexto de medidas de mitigación no estructurales. Asimismo, en países como Alemania, Francia y Polonia, son los municipios los que aparecen como importantes agentes en el ámbito local, al usar la planificación territorial como una herramienta más para reducir los riesgos dentro de su área de responsabilidad.

EL ESTUDIO DE LOS RIESGOS CON ORIGEN HIDROLÓGICO EN ESPAÑA

El desarrollo de los estudios geográficos sobre riesgos de origen hidrológico, como el resto de riesgos naturales, es relativamente reciente en España (Mateu, 1992); pueden situarse dentro del ámbito de la Geografía contemporánea, a la que aportan una visión integradora teórica y aplicada; se inicia, a mediados de los años setenta, con una serie de artículos sobre inundaciones históricas en distintas zonas del Mediterráneo peninsular, y prospera a partir de los conceptos introducidos en la obra "Geografía de los riesgos" (Calvo, 1984). Hasta ahora, gran parte de la información generada en España sobre procesos de riesgo de este tipo, aunque muy valiosa, tiene un carácter sectorial (Ayala-Carcedo y Pérez González, 1984; García Ruiz *et al.*, 1996; Sáez Martínez y Lugaresaresti, 1998; Segura Beltrán, 2000).

Fecha	Localización del suceso	Efectos
Octubre 1972	Ríos Mula, Segura y Guadalentín. Ramblas del Campo de Cartagena. Inundación de Cartagena.	Graves pérdidas económicas
Octubre 1973	Inundaciones en el sureste peninsular.	250 víctimas mortales
Febrero 1978	Riada del Ebro con inundaciones de amplias zonas de los márgenes del río	daños muy importantes en vías de comunicación y agricultura
Octubre 1982	Inundaciones en las provincias de Alicante y Valencia..	Rotura de la presa de Tous (río Júcar)
Agosto 1983.	Inundaciones en el País Vasco.	80 víctimas mortales y gravísimos daños materiales
Octubre 1984	Ciclón "Hortensia" en la fachada cantábrica.	Importantes daños materiales
Noviembre 1987	Inundaciones en las cuencas del Segura y del Júcar	Grandes pérdidas económicas
Septiembre 1989	Inundaciones en el litoral mediterráneo. Catástrofe Camping de Bolnuevo (Mazarrón)	2 muertos y numerosos daños materiales
Noviembre 1989	Inundaciones en Málaga.	Graves daños materiales
Diciembre 1995	Desbordamientos en Andalucía	Importantes daños materiales en infraestructuras y explotaciones agrarias

Agosto 1996	Desastre del camping de Biescas (Pirineos, Huesca)	87 víctimas mortales
Noviembre 1996	Inundaciones en Badajoz	Graves daños materiales
Septiembre.1997	Inundaciones en Alicante.	Graves daños materiales
Octubre 2000	Inundaciones en el litoral mediterráneo.	Varias víctimas mortales y daños en infraestructuras, servicios públicos esenciales, viviendas, industria, agricultura y comercio
Otoño-invierno 2000-2001	Desbordamientos frecuentes de los grandes ríos peninsulares	Cuantiosas pérdidas económicas
Marzo 2002	Riadas en Tenerife	Pérdida de vidas humanas y daños materiales muy importantes en infraestructuras, servicios públicos, viviendas, industria y comercio
Abril - Mayo 2002	Inundaciones en la Comunidad Valenciana	Cuantiosas pérdidas económicas
Octubre 2005	Inundaciones en Cataluña.	4 víctimas mortales
Septiembre 2007	Inundaciones en Andalucía y litoral mediterráneo.	6 víctimas mortales
Junio 2008	Inundaciones en el País Vasco, Navarra y Ribera Alta del Ebro	Grandes pérdidas económicas

Tabla 1. Grandes desastres provocados por inundaciones en España durante el período 1970-2008

Es extensa la bibliografía existente sobre cronología de inundaciones o factores generadores de las mismas, pero existe un amplio vacío respecto a procesos integrales de estos riesgos y su tipología. La formación de avenidas en cuencas torrenciales de tamaño medio y pequeño (ramblas y barrancos) es bastante rápida, del tipo flash flood (IASH, 1974). Por ello, el riesgo de la población que vive en áreas vulnerables de estas cuencas es muy alto; los ejemplos abundan, baste recordar las avenidas de la Rambla de Nogalte en Puerto Lumbreras (Murcia) en octubre de 1973, Yebra en agosto de 1995 (Guadalajara), Barranco de Arás en Bies-

cas (Huesca) en agosto de 1996, desbordamiento de los ríos-rambla Rivilla y Calamón en noviembre de 1997 (Badajoz)..., todas con saldos de decenas de muertes y cuantiosas pérdidas materiales y notorios efectos geomórficos (Tabla 1). La investigación de dichos sucesos hidrológicos gana interés social por cuanto con frecuencia resultan peligrosos para las instalaciones y actividades humanas afectadas. Paralelamente a esta investigación y, por inercia, tras la materialización del riesgo en desastre, se han elaborado numerosos informes técnicos, proyectos y planes de defensa.

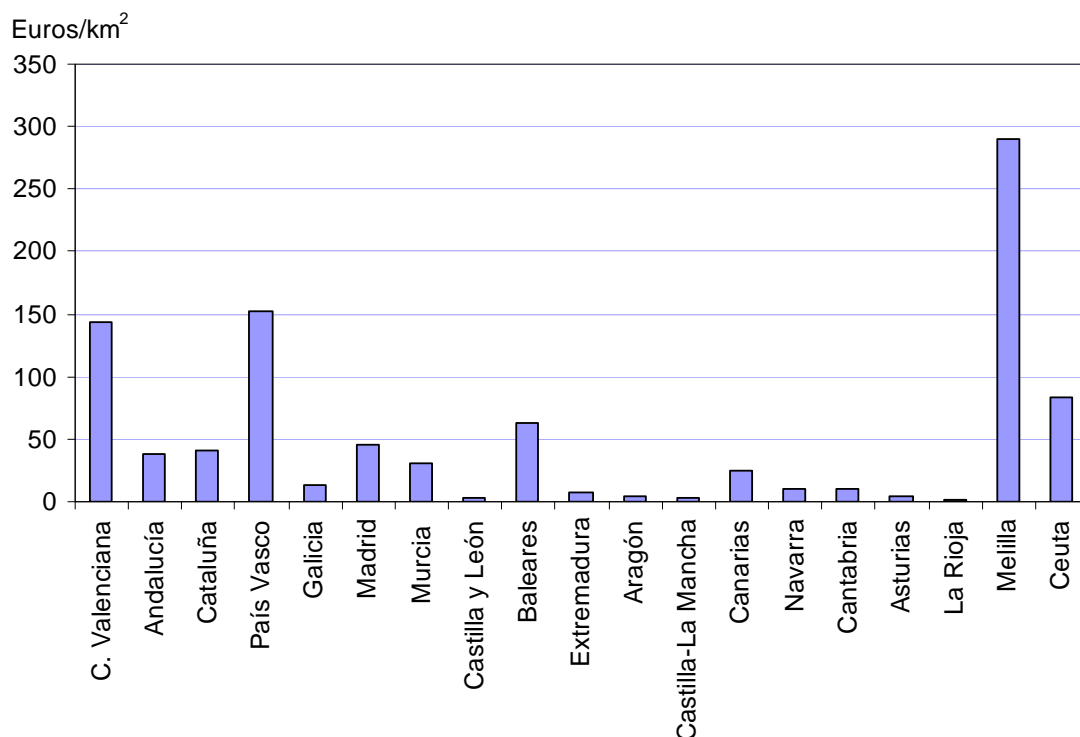


Figura 3. **Perdidas por inundaciones en España durante el periodo 1987-2001.**
Datos del CCS e IGME (2004)

La inquietud por los procesos de riesgo se manifiesta a través de múltiples ámbitos, desde los que se protagoniza una investigación de marcado carácter interdisciplinar. Y aun así, la geografía no ha dejado de jugar un papel esencial. A través de esta disciplina pueden explicarse los vínculos entre los procesos físicos y los escenarios humanos, definir el área o ámbito espacial del riesgo, seleccionar el tipo de escala más apropiado para analizar la distribución e impacto potencial de los peligros y, lo que aún es un desafío harto complicado, abordar, con ayuda de otras disciplinas, la articulación entre procesos globales y manifestaciones locales. En España, las inundaciones han sido objeto de alguna de las más tempranas tesis de doctorado (Grimalt, 1992) sobre Geografía de los riesgos, así como de gran número de estudios, que abarcan desde el análisis de su percepción como riesgo (Conesa, 1985) a su impacto urbano (Ribas y Saurí, 1996). Hoy día, predomina

aún el análisis de casos concretos, el desconcierto entre procesos de riesgo y su consumación catastrófica, así como la despreocupación de las condiciones del medio social y económico, pero también se abre paso a nuevas concepciones. Se habla ya de peligros globales, cuya gestión requiere tratamientos y soluciones conjuntas y, por tanto, políticas de cooperación internacional (Conesa y Calvo, 2003). En general, la investigación geográfica de los riesgos con origen climático e hidrológico en España ha alcanzado un cierto grado de madurez. Existen ya contribuciones muy sólidas, en especial las relativas a inundaciones, en las que se analiza el contexto de vulnerabilidad ante el riesgo de la población afectada. De su rigor científico y utilidad social puede dar crédito su amplio reconocimiento y aplicación en la ordenación del territorio. Olcina Cantos (2004) destaca la importancia de la escala local en la mitigación de este tipo de riesgos, así como el avance de los sistemas de defensa y la creciente promulgación de normativa legal encaminada a atenuar los daños potenciales derivados de las inundaciones. Calvo (2001) describe los principales procesos sociales que generan vulnerabilidad utilizando para ello los criterios de Lavell (1996), basados tanto en la percepción y caracteres sociales y económicos de las poblaciones potencialmente afectadas como en la interpretación del riesgo a partir de los documentos de planificación y por parte de los agentes sociales. Desde un punto de vista geográfico, el concepto de vulnerabilidad se libera de su subordinación a los fenómenos naturales y adopta una nueva dimensión, en la que también entra en juego la capacidad individual y social para prevenir estos fenómenos, absorber las pérdidas o emplear mecanismos de recuperación (Saurí, 2003). A la exposición física frente a los peligros naturales se suma la resistencia y resiliencia de los grupos sociales, condicionados en último término por presiones o factores socio-económicos y políticos de carácter global, que están sujetos a continuos procesos de cambio. Finalmente, Pérez Morales (2008) describe la valoración del riesgo de inundación en los instrumentos de Ordenación del Territorio aplicados a la franja sur de la Región de Murcia, poniendo de manifiesto la desvirtualización y falta de eficacia de determinados umbrales de defensa establecidos por la Administración Regional e Hidráulica.

En este contexto las nuevas políticas de desarrollo espacial descentralizado deberían implicar: estudios para la mejora de la red de informaciones y cartografía sobre riesgos y vulnerabilidad, la preparación de los territorios para acoger las actividades económicas y sociales; la (re)distribución geográfica de los servicios públicos y las infraestructuras en el territorio; y la gestión de los recursos naturales y culturales localizados en cada parte del territorio (Santos, 1994 y 2000). Por consiguiente la planificación territorial sistémica e integral se transformaría en un instrumento necesario para garantizar el desarrollo equilibrado entre todas las áreas y regiones de un territorio considerando todos los factores relevantes: económicos, culturales, naturales y sociales (Bielza, 2009).

Frente a lo expuesto, la planificación territorial reaparece como un instrumento necesario para la resolución, evaluación y prospección de diferentes complejidades dentro de la búsqueda de mayores niveles de eficiencia y eficacia en es-

cenarios de riesgos, vulnerabilidad natural y ambiental y de fuerte incertidumbre socio-económica. En este marco, la planificación territorial (rural, urbana, medioambiental, etc.) debiera pasar por una fase de evaluación crítica de su legitimidad, de su racionalidad y de su operatividad y, en consecuencia, de revisión de sus instrumentos teóricos y de su marco jurídico tanto en Europa como en otros continentes. Es importante destacar que los nuevos procesos de planificación (que deberían ser participativos y estratégicos como lo señala la Directiva Marco del Agua) deberán incluir de manera prioritaria la gestión y la acción, a través de la articulación entre los diferentes intereses y objetivos propuestos territorialmente, *"La planificación no es un mero cálculo, sino el cálculo que precede y preside la acción. En consecuencia, calculo y acción son inseparables y recurrentes"* (Matus, 1985).

EL SURESTE PENINSULAR, UN ESCENARIO PROPICIO PARA EL DESARROLLO DE RIESGOS CON ORIGEN HIDROLÓGICO

Condiciones climáticas.

El Sureste de España es una de las regiones más áridas de Europa, con unas temperaturas medias anuales entre 15 y 18° C y unas precipitaciones que no superan los 350 mm de media. Comprende gran parte de las provincias de Alicante, Murcia, Almería y sureste de Albacete y se corresponde en gran parte con la delimitación que propone Font Tullot (1983) para las áreas con índice de aridez menor de 30, según la fórmula de Thornthwaite. En cuanto al ámbito geográfico, según la Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación, las zonas susceptibles de sufrir este fenómeno son las áreas áridas, semiáridas y subhúmedas secas; es decir, aquellas zonas en las que la proporción entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial³ está comprendida entre 0,05 y 0,65 (Ministerio de Medio Ambiente, 2008).

El Sureste de España es una de las regiones más áridas de Europa, con unas temperaturas medias anuales entre 15 y 18° C y unas precipitaciones que no superan los 350 mm de media. Comprende gran parte de las provincias de Alicante, Murcia, Almería y sureste de Albacete y se corresponde en gran parte con la delimitación que propone Font Tullot (1983) para las áreas con índice de aridez de Thornthwaite menor de 0,3.

La sequía endémica que sufre la mayor parte de las regiones mediterráneas, acen tuada en el Sureste peninsular, es debida a la conjunción de una serie de factores entre los que destacan:

³ Evapotranspiración potencial: Agua devuelta a la atmósfera en estado de vapor por un suelo que tenga la superficie completamente cubierta de vegetación y en el supuesto de no existir limitación en el suministro de agua (por lluvia o riego), para obtener un crecimiento vegetal óptimo.

- a) Lejanía de la fuente de humedad que es el Océano Atlántico y situación a sotavento de las masas de aire procedentes del oeste debido al efecto pantalla orográfica de importantes arcos montañosos.
- b) El bloqueo que ejerce muchas veces el anticiclón de las Azores sobre las borrascas atlánticas.
- c) Situación marginal y meridional de la Península Ibérica con respecto al paso del frente polar.
- d) Proximidad al norte de África.

Esta situación contrasta con la virulencia con la que se manifiestan algunos episodios tormentosos, cuyo origen se produce en su mayoría en el ámbito del Mediterráneo occidental (Alonso Sarría *et al.*, 2002) (Figura 4). Estas lluvias pueden suponer más de la mitad de la precipitación anual en un solo suceso y a veces dan lugar a fuertes inundaciones por su intensidad, la escasa cobertura vegetal, fuertes pendientes y la poca permeabilidad de los suelos de este ámbito surestino. Se trata pues de una región natural con alto riesgo de inundación, sobre todo en los sectores bajos, donde se concentra la población (vegas y llanuras litorales).

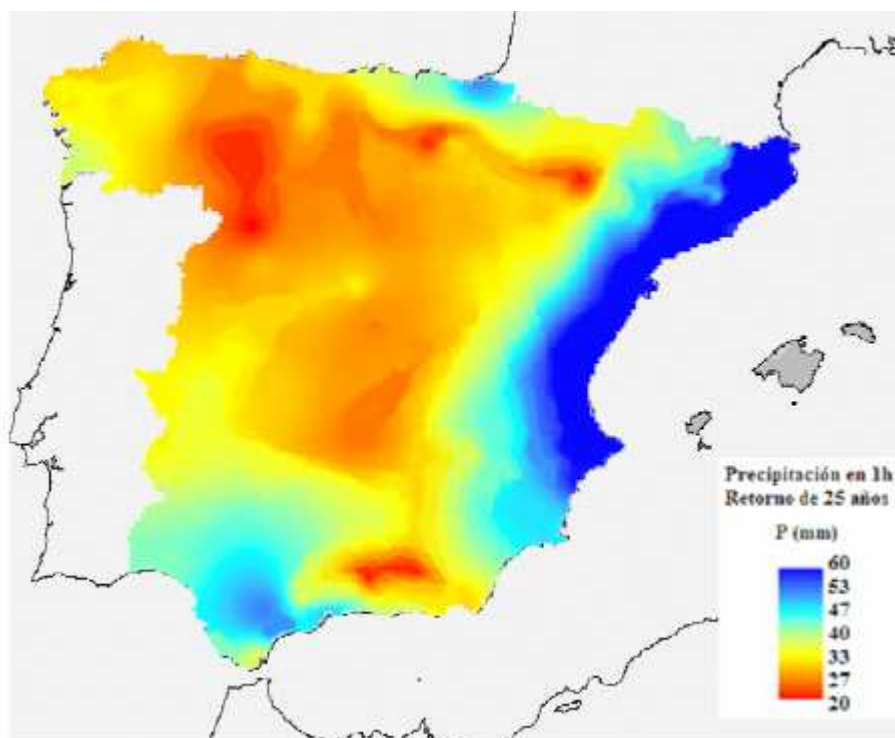


Figura 4. Precipitación máxima en una hora con un período de retorno puntual de 25 años, a partir de las curvas IDF de 67 estaciones de la Agencia Estatal de Meteorología. El mapa ha sido obtenido mediante *kriging multivariable*, teniendo en cuenta la distancia, las dependencias regionales con la altura y la distancia al mar, así como la orientación de las vertientes (Moncho *et al.*, 2008).

El Sureste español forma parte de la región peninsular con mayor frecuencia de aparición de fenómenos tormentosos (fachada mediterránea), que son un rasgo inherente a sus condiciones climáticas. Varios factores explican esta situación: proximidad de las cálidas aguas del Mediterráneo, presencia de relieves próximos a la costa y disposición estructural favorable a los fenómenos de "disparo" en la vertical de los flujos de aire. Valores como los registrados en la estación alicantina de Jávea (871 mm el 2 de octubre de 1957) son excepcionales, pero indican la entidad que pueden alcanzar estos episodios tormentosos.

La época anual de máxima expresión de estos episodios tiene lugar en los meses finales del verano y en otoño (septiembre a noviembre), cuando las aguas recalentadas del Mediterráneo pueden desencadenar mecanismos de transferencia de calor sensible y latente si coinciden condiciones nubígenas en la columna atmosférica (Olcina Cantos, 1994b).

La latitud del Sureste español (37-39° N) propicia que puedan manifestarse fenómenos atmosféricos de retrogresión, plasmados en vaguadas⁴ en cuyo seno los flujos adoptan sentido NE-SO. Una onda retrógrada sería, pues, aquella que se desplaza en dirección opuesta a la corriente básica en la que se encuentra incluida (Circulación General del Oeste) (Ascaso Liria y Casals Marcén, 1986).

Estas vaguadas de evolución retrógrada están basadas en la ecuación de Rossby para las ondas largas (Medina, 1976), que atribuye los fenómenos de retrogresión a la caída en la velocidad de traslación hacia el este de las ondas debido a la disminución del viento zonal a 700-500 hPa. La circulación normal del Oeste se vería reemplazada por otra con una circulación norte-sur caracterizada por la presencia de dorsales y vaguadas con una longitud de onda menor, amplitud mayor y disposición de ejes meridiana. Una caída mayor del índice de circulación zonal de las corrientes del Oeste provoca la adquisición de un sentido NE-SO en los ejes de crestas y valles, pudiéndose estrangular el flujo e individualizar depresiones frías en el seno de las vaguadas.

Hay que resaltar la relación existente entre la instalación de una onda de aire frío de evolución retrógrada sobre el Mediterráneo Occidental y la génesis de desarrollos ciclogénéticos en dicho ámbito. La presencia de una masa de aire fría en las capas medias y altas de la troposfera aumenta las condiciones de baroclinidad mediterráneas y la diferenciación de núcleos de vorticidad térmicas en distintos niveles atmosféricos, favoreciendo la aparición de "depresiones de Génova" y de "depresiones de Argelia" (Jansa Clar, 1983, 1989, Conesa García y Alonso Sarría, 2006), cuyo desarrollo puede desencadenar procesos de lluvia torrencial en la fachada mediterránea.

⁴ Las latitudes peninsulares suponen el límite meridional de ubicación de los sectores de salida de las vaguadas formadas en las evoluciones de tipo retrógrado. Por encima de ellas (latitudes superiores a 45-50°) se desarrollan potentes dorsales de bloqueo, que suponen la llegada de aire cálido (tropical marítimo) a latitudes subpolares, estableciéndose así la simetría de las estructuras gestadas en procesos de bloqueo por bifurcación.

Avenidas e inundaciones

Toda esta región se caracteriza por sistemas de drenaje efímero de gran torrencialidad que vierten sus aguas de avenida directamente al mar o a cursos de régimen permanente y escaso caudal medio. La mayoría son cuencas pequeñas de respuesta rápida ante los sucesos de tormenta. El principal obstáculo para conocer el comportamiento hidrológico de estas pequeñas cuencas, sobre todo las semiáridas, estriba en la limitación y baja calidad de los datos de precipitación y escorrentía. Las estaciones meteorológicas existentes en estas cuencas son escasas, por lo que la información pluviométrica es deficiente. Es conocido que la génesis de los flujos rápidos que caracterizan las avenidas en estos cursos está ligada a la precipitación de grandes volúmenes de agua en cortos períodos de tiempo, por lo que se originan hidrogramas con escaso tiempo de retardo y destacadas puntas de caudal (*flash floods*) (Figura 5). Respecto a los caudales, algunas ramblas disponen de registros estadísticos de aforos pero con series muy cortas y fragmentadas (ramblas del Moro, Judío y Algeciras en la Cuenca del Segura; rambla de les Ovelles en Alicante; ríos-rambla de Adra, Andarax, Almanzora y rambla de Belén (Almería), etc. Estas circunstancias justifican que, hasta hace pocos años, se supiese poco sobre la formación de las avenidas y, en consecuencia, la gestión del riesgo de inundación en sus cuencas fuera prácticamente inexistente (López Bermúdez *et al.*, 1998).

La puesta en funcionamiento, a finales de los años ochenta, del programa Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) en los ámbitos de las Confederaciones Hidrográficas de las grandes cuencas mediterráneas españolas (incluida la del Segura), ha supuesto un importante salto cuantitativo y cualitativo en la cantidad y calidad de la información sobre lluvias y caudales, no sólo en los ríos principales, tradicionalmente controlados, sino también en aquellas ramblas y barrancos más importantes que, por su capacidad de generar altos volúmenes de escorrentía, contribuyen a producir importantes avenidas. Éstos son en primera y última instancia los responsables de la mayor parte de desastres ocurridos en el Sureste peninsular y los que, en definitiva, determinan con su funcionamiento torrencial que esta zona se halle entre las áreas de desastres más frecuentes. Aproximadamente el 65 por ciento de las inundaciones con mayores daños materiales y humanos ocurridas en los últimos 70 años se concentran, según datos del INM y la prensa escrita, en dicho territorio.

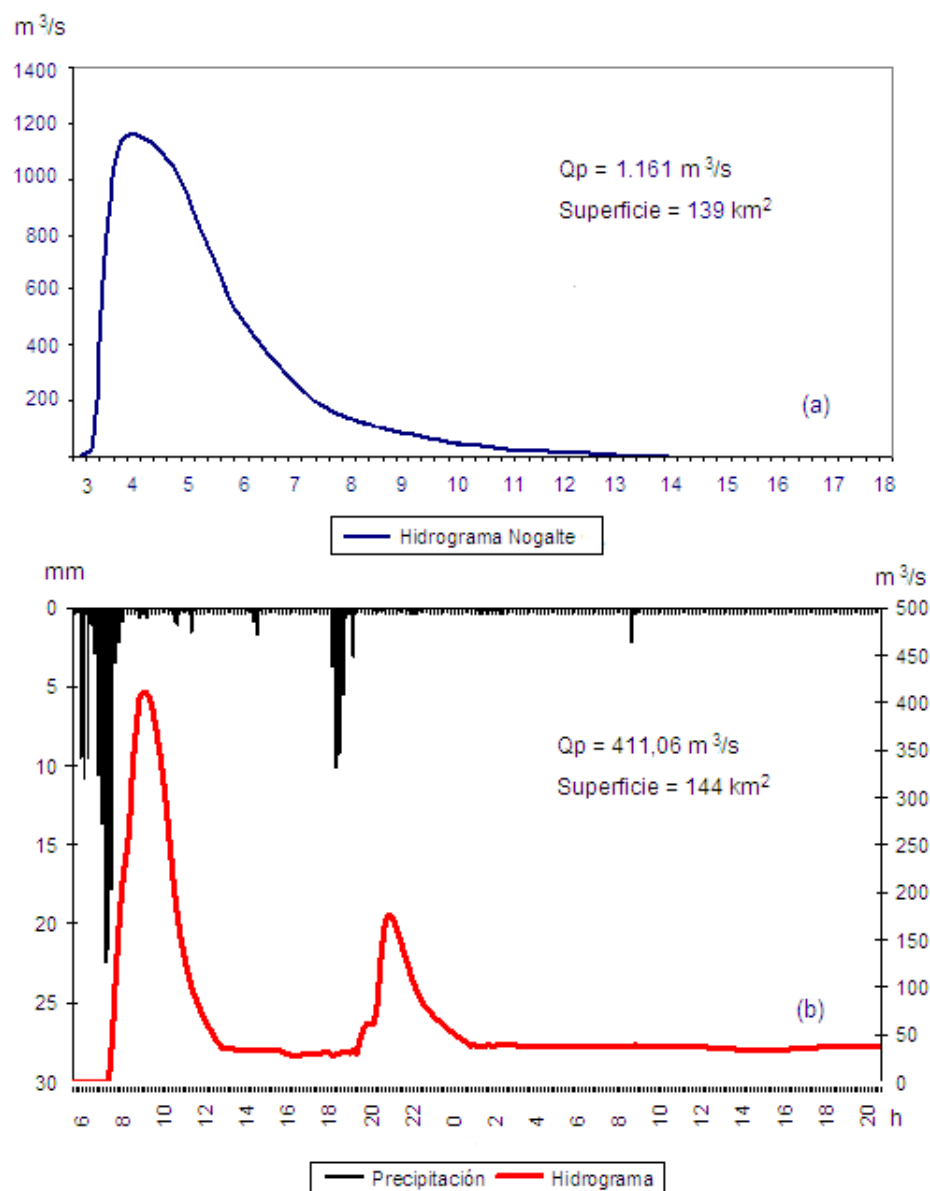


Figura 5. Ejemplos de hidrogramas de avenidas relámpago en ramblas del Sureste peninsular. a) Rambla de Nogalte (18-19 de octubre, 1973); b) Rambla de Benipila (23 de octubre, 2000)

Exposición y vulnerabilidad

El grado de riesgo en muchas de estas áreas es máximo debido a alto grado de exposición y vulnerabilidad: asentamientos urbanos e industriales en los cauces, vías de comunicación (cañadas, caminos vecinales, calles) que recorren ramblas, etc. Olcina Cantos (1994a) define como principales sectores de riesgo la Ribera del Júcar, las cuencas medias y bajas del Segura, otras ramblas menores en todo el territorio surestino, así como la franja mediterránea de Andalucía oriental: río Al-

manzora (Cuevas, Zurgena), Almería (ramblas Andarax, Belén, Chanca, Caballar y Obispo), rambla de Albuñol, Málaga (desembocadura de Guadalmedina y Guadalhorce), etc. La peligrosidad de estos aparatos torrenciales suele verse incrementada por la generación de riesgos inducidos. Éste es el caso de muchos camping establecidos en lugares expuestos a avenidas potenciales. Su ubicación dentro del sistema fluvial activo, y más en concreto en llanos de inundación episódica o sectores de desembocadura y confluencias, aumentan doblemente el peligro por su exposición directa y por la fragilidad de este tipo de instalaciones. Otro ejemplo de riesgo inducido muy común se debe al crecimiento de superficies impermeables artificiales (zonas asfaltadas, pavimentadas, invernaderos, acolchados de plástico, etc.), con la alteración de las condiciones naturales de escorrentía que ello supone. La capacidad de las bocas de alcantarillado de las ciudades se ve superada en muchos casos, dada las escasas tasas de infiltración y la rápida generación de flujos superficiales en suelo urbano. En determinados casos, como Almería, Cartagena y Alicante, esta circunstancia hace aumentar considerablemente los caudales punta de avenida de las ramblas que las atraviesan.

La reciente e intensa ocupación de nuevos sectores ha generado nuevos espacios escasamente preparados ante las inundaciones y, por tanto, muy vulnerables. Desde principios de los años sesenta se inician nuevos e importantes cambios en la ocupación del suelo y en las políticas relacionadas con el agua. Dada la situación límite del sistema tradicional de abastecimiento con aguas de escorrentía superficial, se emprende distintas acciones para aportar nuevos recursos. A medida que se dispone de ellos, aparecen nuevas superficies acondicionadas para regadío y se dotan las nuevas demandas generadas por el desarrollo de la urbanización (Calvo, 2006). El acondicionamiento de nuevas superficies de regadío, la creciente instalación de invernaderos, la expansión de las ciudades y el desarrollo de la red de comunicaciones son un claro testimonio de los acusados cambios producidos en los usos y grado de ocupación del suelo. Espacios antes improductivos o de eriales se hallan en la actualidad densamente poblados. En tan sólo una década (1995-2004) se han construido en el litoral mediterráneo español en torno a un millón quinientas mil nuevas viviendas residenciales, eligiéndose para ello terrenos a veces poco apropiados para la urbanización, con problemas de drenaje o sectores de paso potenciales de las aguas de avenidas. De 169.480 edificios existentes en la región de Murcia a mediados del siglo XX se ha ascendido a 254.995 en 1991 y a 365.000 en 2004, adquiriendo un protagonismo singular las viviendas de "urbanizaciones" alejadas de los cascos urbanos. También cabe constatar el continuo aumento de la vivienda en núcleo respecto a la vivienda en diseminado, cuyo porcentaje respecto al total desciende en la región de Murcia del 22 por ciento en 1960 al 13,5 en 1991 (Calvo, 2006).

Nuevas ciudades han ampliado la tradicional red urbana surestina principalmente con núcleos de desarrollo turístico, como ocurre con Benidorm y Torrevieja. Las ciudades más importantes como Alicante, Almería, Murcia, Cartagena y Lorca también han experimentado una notable expansión, lo que, unido a la peli-

grosidad de los cursos de agua (efímeros o no) que las atraviesan, las hacen especialmente vulnerables. Tal ha sido el ritmo de expansión urbana y el coste de nuevas infraestructuras viarias e hidráulicas en esta zona que no es necesario un aumento significativo del número de episodios de lluvia torrencial o de temporales de viento, en su caso, para que se incrementen las pérdidas económicas. La expansión de los usos urbanos del suelo se ha producido, en mayor o menor medida, a expensas de la ocupación de áreas próximas a cauces (Totana, Almería, Orihuela) o marjales de drenaje precario (El Almarjal en Cartagena, La Bahía en Puerto de Mazarrón) que recuperan su antigua función natural en época de fuertes lluvias (Figura 6). En el litoral surestino español proliferan los ejemplos de incorporación de cauces fluviales (ramblas, ramblizos y barrancos) al plano urbano, y, por ende, a su propio callejero, como así lo testimonia el nombre de gran número de calles. Muchos de estos cauces han quedado convertidos en canales (Figura 7), tuberías y tramos de alcantarillas con capacidad de desagüe insuficiente. Su revestimiento con obra de mampostería y hormigón, al que ocasionalmente se añade un alto grado de confinamiento, constituyen una drástica modificación de las condiciones naturales del transporte de sedimentos, y, en particular, de los procesos de erosión-sedimentación del interior del cauce. La recreción sedimentaria del lecho y la obstrucción del cauce en sectores localizados son dos de las consecuencias directas más palpables, con lo que ello supone de peligro para las áreas circundantes, al disminuir la capacidad de desagüe de aquél.



Figura 6. Urbanización Bahía de Mazarrón situada en zona endorreica junto a las Lagunas del mismo nombre (Mazarrón)

Foto: Conesa, C., 2007

Otro importante indicador del grado de exposición a dicho peligro es el sustancial aumento del número de viviendas para residencia de inmigrantes europeos. Éste es un grupo poblacional con escaso conocimiento y experiencia acerca del medio físico en el que se instalan, de modo que con bastante frecuencia adquieren unidades residenciales situadas junto a cauces de ramblas y barrancos, si ser conscientes del peligro real que ello entraña. La tendencia a la ocupación nuevos espacios con riesgo se mantiene, e incluso se acentúa, actualmente con la aprobación de las directrices y planes de ordenación territorial de amplias zonas. El Consejo de Gobierno de la Región de Murcia, en concreto, ha aprobado recientemente las Directrices y Plan de Ordenación Territorial del Litoral de dicha región, afectando a un ámbito de 1.856 km² (algo más del 16% de la superficie regional). Comprende los ocho municipios costeros del litoral murciano y dos más en su área de influencia, es decir San Pedro del Pinatar, San Javier, Los Alcázares, Cartagena, La Unión, Mazarrón, Lorca, Aguilas, más los del interior de Fuente Alamo y Torre Pacheco. Esta ordenación abarca los 252 km de costa, de los cuales unos 90 corresponden a playas. El análisis del modelo territorial ha abarcado el medio físico, las infraestructuras, el planeamiento, los equipamientos, el turismo, la socioeconomía y el patrimonio histórico y cultural, siendo el objetivo principal la orientación hacia un modelo turístico que rompa con la estacionalidad. En este Plan se incluye el macroproyecto urbanístico de la Marina de Cope, ubicado en los municipios de Águilas y de Lorca, que, tras haber sido declarado como "Actuación de Interés Regional" y promovido como iniciativa pública, tendrá carácter inmediato. Resulta pues oportuno destacar aquí la doble tendencia ya apuntada por García Codrón (2004) de «mediterraneización» y «urbanización» del fenómeno de las inundaciones.



Figura 7. Canal de enlace entre las ramblas de los Dolores y de Benipila en medio de la Urbanización Nueva Cartagena (Cartagena)

Foto: Conesa, C., 2007

La tendencia a la ocupación nuevos espacios con riesgo se mantiene, e incluso se acentúa, actualmente con la aprobación de las directrices y planes de ordenación territorial de amplias zonas. El Consejo de Gobierno de la Región de Murcia, en concreto, ha aprobado recientemente las Directrices y Plan de Ordenación Territorial del Litoral de dicha región, afectando a un ámbito de 1.856 km² (algo más del 16% de la superficie regional). Comprende los ocho municipios costeros del litoral murciano y dos más en su área de influencia, es decir San Pedro del Pinatar, San Javier, Los Alcázares, Cartagena, La Unión, Mazarrón, Lorca, Águilas, más los del interior de Fuente Alamo y Torre Pacheco. Esta ordenación abarca los 252 km de costa, de los cuales unos 90 corresponden a playas. El análisis del modelo territorial ha abarcado el medio físico, las infraestructuras, el planeamiento, los equipamientos, el turismo, la socioeconomía y el patrimonio histórico y cultural, siendo el objetivo principal la orientación hacia un modelo turístico que rompa con la estacionalidad. En este Plan se incluye el macroproyecto urbanístico de la Marina de Cope, ubicado en los municipios de Águilas y de Lorca, que, tras haber sido declarado como "Actuación de Interés Regional" y promovido como iniciativa pública, tendrá carácter inmediato. Resulta pues oportuno destacar aquí la doble tendencia ya apuntada por García Codrón (2004) de «mediterraneización» y «urbanización» del fenómeno de las inundaciones.

En definitiva, el aumento de las situaciones de riesgo no se debe tanto a una mayor frecuencia y magnitud de las avenidas –hecho todavía no demostrado– como al incremento de la vulnerabilidad y la exposición ante el peligro de las inundaciones. Una evaluación adecuada de la vulnerabilidad de una población ante este tipo de sucesos requiere sin duda determinar primero el grado de percepción del grupo afectado, recabar información sobre las políticas de prevención y mitigación de posibles catástrofes, y conocer las actitudes adoptadas después del desenlace. La percepción social del riesgo de las poblaciones que ocupan espacios de riesgo en la región mediterránea es por lo general muy deficiente (Calvo, 1984; Rosselló Verger, 1989). Un análisis más detallado al respecto, basado en encuestas de campo, lo realizan Calvo y Granell (2009) para la franja costero meridional de la región de Murcia.

Por consiguiente, la planificación territorial (estratégica, sistémica, integral y participativa) deberá ser desarrollada como una actividad de carácter técnico-político cuyo propósito será intervenir deliberadamente en el proceso de cambio social para acelerarlo, regularlo y orientarlo en función de un objetivo de la estructura y funcionamiento de la región (del local al global) y de la evaluación de escenarios externos cada vez más dinámicos e inciertos. En el proceso deberían participar, de acuerdo con las normativas europeas, actores con distintas lógicas y racionalidades y por lo tanto, una de las funciones principales de la planificación deberá

ser la búsqueda de mecanismos de concertación de intereses contrapuestos⁵. De esta manera, "planificar" no es sólo un problema técnico, tampoco una mera tarea de los "gobiernos regionales o locales", sino más bien una actividad permanente de respaldo a un proceso de diálogo y entendimiento, protagonizado directamente en los "territorios de vida", por los actores públicos y privados (Santos, 1994 y 2000; Brinckmann y Brinckmann, 1999-2004).

ACTUACIONES LEGISLATIVAS Y PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

Superada la etapa de las grandes obras de infraestructura como actuación principal para la mitigación del riesgo, la ordenación del territorio se presenta como medida racional, económica y sostenible de reducción del peligro de las inundaciones en las escalas menores: regional, comarcal y, sobre todo, local (Olcina Cantos, 2004). Así, en las diversas escalas de análisis territorial es probable encontrar experiencias de planificación del territorio en las que la peligrosidad natural ejerce un marcado cometido a la hora de establecer los usos del suelo.

La reducción de la peligrosidad natural, desde una doble perspectiva de planificación del peligro y gestión de las emergencias, comienza a cobrar el protagonismo que merece en las leyes del suelo, ordenación del territorio, agua, impacto ambiental y protección civil de rango estatal o regional aprobadas en los últimos años, aunque la peligrosidad natural todavía no preocupa como debiera a la Administración en sus diversas escalas. Desde la Administración se señala que la peligrosidad natural es un tema de la Protección Civil y corresponde, por tanto, a este organismo tener preparada la respuesta ante la catástrofe. La prevención no preocupa lo suficiente y sólo desde esta práctica es posible evitar la pérdida de vidas humanas, finalidad fundamental de las actuaciones de defensa ante los peligros naturales (Olcina Cantos, 2004).

La reformada *Ley del Suelo* de 1998, inspirada en la liberalización del uso del suelo, a pesar de incluir la consideración de riesgo natural entre los criterios para descalificar como urbanizable un espacio determinado, no siempre se aplica adecuadamente. Según Ayala-Carcedo (2002), una de las causas reside en que los municipios carecen de mapas de riesgos que permitan, razonadamente, impedir la urbanización de una zona peligrosa. La petición de la Comisión del Senado de realizar estos mapas, que alguna Comunidad Autónoma como el País Vasco, Cataluña o la Comunidad Valenciana ya vienen adoptando en alguna medida, está sin desarrollar en la mayor parte de España, con lo que las oportunidades abiertas por la Ley siguen casi ignoradas. De esta manera, se comprueba que la legislación de Or-

⁵ La (re)construcción de canales de participación y consenso se plantean desde una perspectiva que reconoce y se mueve dentro de los conflictos sociales, por lo tanto, es a partir del reconocimiento de los diferentes "saberes" y de las diferentes capacidades de acceder a la toma de decisiones de sectores sociales (población, instituciones, asociaciones, comités de cuenca, partidos políticos, etc.) con intereses divergentes y en muchos de los casos antagónicos que se entiende la relación fundamental entre planificación, gestión y participación.

denación del Territorio vigente en prácticamente todas las Comunidades Autónomas reúne escasa o nula información en relación con los riesgos (Ayala-Carcedo, 2001). Cabe concluir, además, que actualmente la población se ve necesitada de una protección legal ajustada al precepto constitucional que asegure su existencia ante inundaciones y otros riesgos a la altura de lo posible y exigible en un Estado moderno (Ayala-Carcedo, 2002). Hay que recordar que la creación de los organismos de cuenca existentes en España se remonta a 1926, cuando surgieron las hoy denominadas Confederaciones Hidrográficas. Éstas se hallan actualmente cuestionadas por la difícil convivencia entre la unidad de cuenca, gestionada por el Estado, y la unidad administrativa de las Comunidades Autónomas, entes supra-provinciales con competencias transferidas desde el Estado.

En relación con la atribución de responsabilidades y definición de las causas del incremento de este tipo de riesgos existen dos posturas contrapuestas. La postura técnica-administrativa sostiene que ha aumentado el número de episodios de inundación y, con él, las situaciones de desastre imprevisibles. En cambio, la postura ético-geográfica defiende que el riesgo ante episodios de inundación se ha incrementado en extensas zonas del Sureste español, debido al establecimiento de usos urbanos y de ocio poco armónicos con los rasgos físicos del medio (Olcina Cantos, 1994a).

Por otra parte, el mayor grado de riesgo frente a las inundaciones se ha reubicado desde las grandes cuencas fluviales (Segura, Júcar,...) a las cuencas pequeñas de conducta torrencial (barrancos, ramblas, ramblizos). La construcción de grandes obras de retención –embalses– y el encauzamiento de tramos fluviales susceptibles de desbordamiento, a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, han conseguido minimizar el riesgo en las zonas urbanas atravesadas por cursos de agua de mediano y gran tamaño. A esto se añade, desde 1982, la incorporación de un sistema experto de alerta a tiempo real: el Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH), con el que se puede obtener información continuada de caudales en cauces y embalses, y gestionar mejor las crecidas y avenidas. En cambio, la menor atención del peligro inherente a los pequeños cursos de funcionamiento torrencial ha provocado la ocupación intensa de sus llanos de inundación y zonas de derrame. Así, las inundaciones más inclementes de los últimos cincuenta años (las de octubre de 1973 en Granada, Almería y Murcia con alrededor de 300 cadáveres, la de octubre de 1982, también denominada “Pantanada de Tous”, con 38 fallecidos, o los sucesos ocurridos entre septiembre y noviembre de 1989 en el conjunto de la fachada mediterránea española con 42 muertos) tienen la particularidad común de ser *inundaciones-relámpago (flash floods)*; es decir, inundaciones provocadas por escorrentías abultadas de muy corta duración debido a precipitaciones de fuerte intensidad horaria.

Ante estos escenarios de desolación, las medidas de mitigación materializadas en infraestructuras de defensa se vuelven ineficaces ante la fuerza y magnitud de los caudales instantáneos, caso por ejemplo de la trágica catástrofe del *camping de Bolnuevo*, junto a la desembocadura de la rambla de las Moreras (Mazarrón -

Águilas), donde la presa del Paretón no funcionó (o no fue gestionada debidamente). Más útiles son las medidas de planificación territorial orientadas a impedir o restringir el uso de espacios expuestos a situaciones de peligro, sobre todo cuando se trata de instalaciones de residencia más o menos permanente. Los Planes PATRICOVA (Plan de Acción Territorial de Carácter Sectorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana) e INUNMUR (Plan Especial de Protección Civil ante Inundaciones en la Región de Murcia) han supuesto un paso importante en esta dirección. Sin embargo, a los efectos de la cuantificación del riesgo, se apoyan en una cartografía de escaso detalle, insuficiente para acometer una adecuada gestión de los espacios inundables. El PATRICOVA toma como base los mapas contenidos en el documento Delimitación del Riesgo de Inundación a Escala Regional en la Comunidad Valenciana publicado por la COPUT en 1997, mientras que el INUNMUR utiliza el Atlas Inventario de los Riesgos Naturales y su propia cartografía de riesgos, que también resulta inapropiada para una planificación territorial óptima en la Región de Murcia. Tal insuficiencia ha sido analizada en el caso de la Ordenación del Territorio de la Región de Murcia por Pérez Morales (2008) que sugiere ganar precisión e incorporar un inventario completo de puntos conflictivos, basado en trabajos de campo, recopilación de inundaciones históricas, localización y capacidad de respuesta de las obras de defensa, y considerar asimismo la peligrosidad derivada de los cambios en los usos del suelo y de los procesos hidro-geomorfológicos (ya contemplados en la Directiva Marco del Agua, de la UE). En la misma línea, y en cumplimiento de la Directiva 60/2007, deberá culminarse el Sistema Nacional de Cartografía de Áreas Inundables, iniciado por el Ministerio de Medio Ambiente y elaborado por las Confederaciones Hidrográficas.

Por otra parte, el conocimiento de las zonas inundables es de indudable utilidad en el proceso de decisión del trazado de infraestructuras lineales (carreteras, ferrocarril, conducciones, canales, etc...) y en el diseño de sus sistemas de drenaje transversal. En zonas de gran dinamismo y contaste crecimiento, como la franja litoral del Mediterráneo español, el planeamiento de infraestructuras lineales requiere tener en cuenta no sólo la magnitud y frecuencia de las avenidas y crecidas pasadas, sino también los cambios previsibles en las situaciones de riesgo. Con el deterioro ambiental cada vez más agudo en esta zona, es necesario que desde la fase de planificación se tengan en cuenta una serie de elementos para que las obras de desagüe soporten la carga hidráulica a la que pueden ser sometidas. El paso de una carretera por vaguadas o cauces efímeros (barrancos y ramblas) debe realizarse asegurando un adecuado drenaje, capaz de evitar su destrucción total o parcial, impedir desbordamientos y reducir al máximo los impactos ambientales negativos derivados de los cambios impuestos a la escorrentía superficial.

En el caso de las carreteras costero-meridionales de la región de Murcia, el régimen de escorrentía y las condiciones geomorfológicas e hidráulicas de las ramblas que las cruzan hacen que el flujo subsuperficial y subterráneo tengan una escasa presencia, siendo la escorrentía superficial la más determinante en el diseño

de las infraestructuras viarias. Por su parte, la frecuente adaptación topográfica de la rasante de carretera a los lechos de rambla, sin obras de drenaje o a lo sumo con pequeños caños y alcantarillas, convierten a muchos de estos cruces en puntos peligrosos por la circulación de las aguas de avenida sobre el propio firme de la plataforma. El Proyecto RIFLUTME (2006-08) aporta para dicha zona una valiosa información sobre el inventario de cruces de carreteras con ramblas considerados peligrosos (Figura 8), en función de los caudales de avenida previsible, la eficiencia hidráulica de sus obras de drenaje (cuando existen), diseño y material de construcción, categoría de la carretera, intensidad media diaria de tráfico y demás usos del suelo expuestos.

En cualquier caso, una adecuada planificación de las vías de comunicación en función del área de inundabilidad requiere hacerse atendiendo a dos criterios: i) el territorial, pues indudablemente unos determinados trazados modifican el propio modelo del territorio, favoreciendo el crecimiento de las zonas urbanas y de nuevos equipamientos en determinadas direcciones no siempre favorables; y ii) el criterio de diseño, buscando un compromiso entre un coste económico asumible, una modificación del esquema de flujo de las aguas desbordadas neutro o incluso positivo y una irrenunciable seguridad y continuidad en el servicio de las infraestructuras.

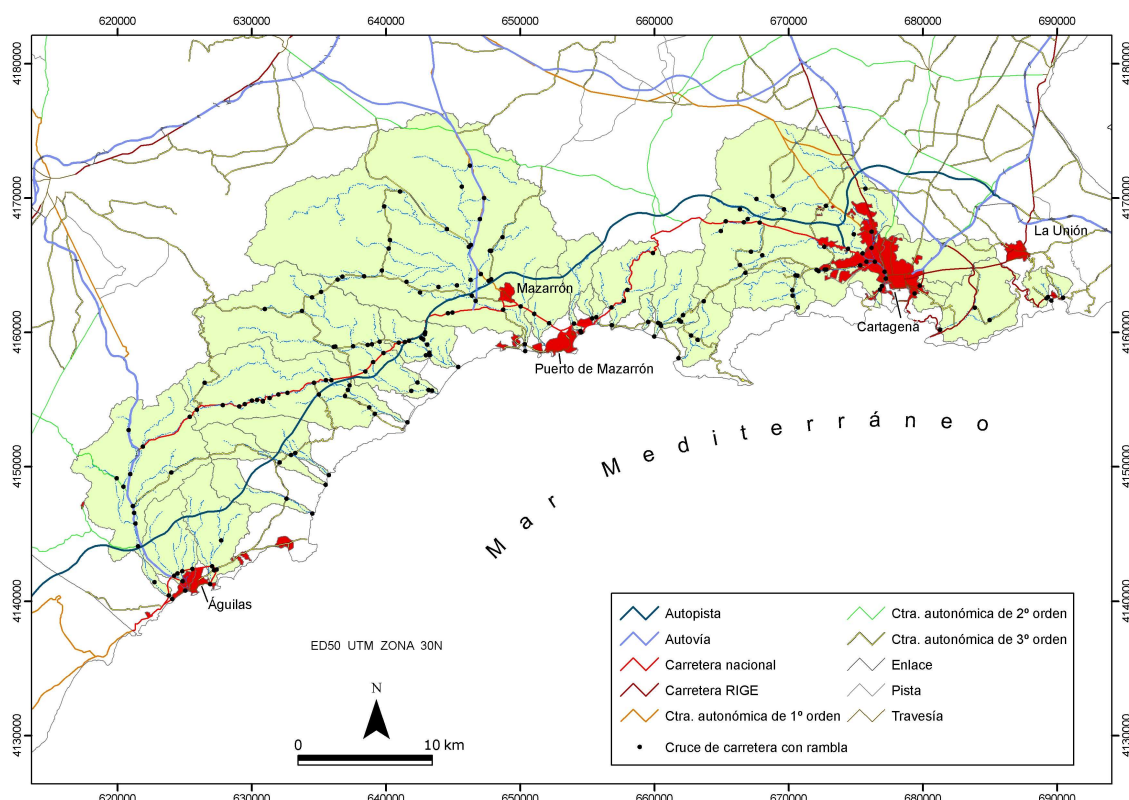


Figura 8. Distribución de cruces de carreteras con ramblas catalogados como puntos peligrosos en las cuencas costero meridionales de la Región de Murcia

Fuente: RIFLUTME, 2008

En general, y siguiendo las orientaciones de la Directiva Marco del Agua de la UE, se podría intentar, adicionalmente, superar los enfoques reduccionistas y sectorialistas con la finalidad de trabajar en una visión integral del desarrollo definida por un enfoque sistémico y selectivo que articule de manera organizada y dinámica las diferentes variables que intervienen en los procesos de riesgo y vulnerabilidad de las regiones europeas, en especial de la española (Borja y Castells, 1998; Catenazzi y Reese, 1998). De tal manera que hay mucho por debatir, calificar y ponderar en la búsqueda de instrumentos más eficaces para la solución de los complejos problemas analizados en este estudio.

CONCLUSIONES

Está claro que el riesgo de inundación es resultado de una compleja dialéctica entre factores físicos (clima, morfología del valle, dinámica fluvial,...) y sociales o humanos (localización y evolución urbana, intervenciones en los cauces, percepción del peligro, etc.). Al igual que todos estos factores fluctúan o evolucionan de forma más o menos lógica y a distintos ritmos a lo largo del tiempo, el riesgo también lo hace, y se ve fuertemente mediatizado por los distintos niveles de vulnerabilidad de las poblaciones afectadas en cada momento. Las avenidas e inundaciones son un tema importante de la investigación geográfica y de la ciencia aplicada, precisamente por su indudable repercusión biofísica y socio-económica en el territorio. Por tales efectos, previsibles o no, las avenidas e inundaciones constituyen un peligro y también un riesgo hidrológico; en ausencia de bienes o actividades del hombre expuestos se trataría de un mero proceso natural. En el Sureste español existe un alto riesgo asociado a las inundaciones en función de la peligrosidad natural de una densa red de cursos torrenciales y de su vulnerabilidad territorial. El aumento de las situaciones de riesgo no parece deberse tanto a un incremento de la frecuencia y magnitud de las avenidas como al creciente grado de vulnerabilidad y exposición de los grupos poblacionales. De hecho, los procesos de máximo riesgo se registran en núcleos urbanos y zonas residenciales (urbanizaciones) de nueva creación situados en zonas de llanura aluvial inundables o en torno a cauces de corto recorrido, ramblas y ramblizos. La reciente e intensa ocupación de estos sectores ha generado nuevos espacios escasamente preparados ante las inundaciones y, por tanto, muy vulnerables.

Pese a los abundantes estudios, métodos y acciones ya emprendidas en este sentido se requiere seguir trabajando en el desarrollo de sistemas de previsión y prevención y en el conocimiento de los procesos que entrañan peligrosidad. Un llano de inundación, un lóbulo de derrame o un abanico aluvial son unidades hidrogeomorfológicas y como tales deberían ser gestionadas. Lamentablemente convergen muchos intereses y las administraciones no atienden al principio fundamental de unidad de cuenca que recoge la Carta del Agua. Por encima de intereses locales y de límites administrativos, que en este tema no deberían tener nin-

guna validez, los sistemas fluviales, en particular los torrenciales, deben gestionarse como lo que son, sistemas particularmente dinámicos, sensibles a cualquier cambio natural o inducido por el hombre, que exigen un tratamiento integrado.

Es necesario reconocer que la planificación territorial actúa en distintos ámbitos territoriales (regionales y locales) y en el caso de la gestión de los riesgos y peligros naturales y socioambientales, cobra sentido su enfoque regional en algunos aspectos, según el estudio realizado por Fleischhauer et.al., (2007: 58). Primero porque el ámbito local suele tener una escala demasiado pequeña para un método efectivo de planificación de reducción de riesgos y, segundo, existen intereses locales individuales distintos y opuestos, en los municipios responsables de la planificación territorial.

Además, y así lo destacan Fleischhauer et.al., (2007:59-60) como los desastres naturales, en la mayoría de los casos, afecta a regiones enteras, la tarea de la planificación regional y de los fondos estructurales por región debe ser establecer un marco vinculante para las acciones de mitigación de los peligros locales⁶. Según los autores, los efectos vinculantes pueden tener varias formas según el país analizado: planificación regional sin efectos vinculantes o inexistente (Reino Unido, Polonia, Grecia y el Schéma regional d' aménagement et de developpement du territoire (SDRAT) en Francia); efectos vinculantes en el ámbito de la planificación (del uso) del territorio local (parciales en Italia, Finlandia y España); efectos vinculantes para todas las autoridades de planificación (planificación sectorial al mismo nivel o niveles inferiores y planificación territorial como es el caso de Alemania) y vinculantes para todos (autoridades públicas y personas privadas como ocurre parcialmente en Italia).

Por tanto, falta prestar una mayor atención a la memoria y percepción social. Ésta se relaja con relativa facilidad ante el peligro de las inundaciones, pero reviste connotaciones realistas del problema que pueden ser muy útiles a efectos de las políticas de información y concienciación acometidas por los entes responsables. La población ha de estar mejor informada sobre estos temas, especialmente en los ámbitos urbanos, siendo necesario promover una cultura del riesgo, una educación o sensibilización sobre los distintos elementos de peligrosidad y vulnerabilidad.

La concienciación pública es un factor clave para el proceso de gestión de riesgos porque la información y la formación son acciones complementarias dentro de un proceso de comunicación y de gestión de riesgos porque deben garantizar: que todos los receptores de un mensaje de riesgo puedan comprender su significado; que los receptores de dicho mensaje puedan cambiar su actitud y su comportamiento hacia el riesgo y las bases para un proceso de comunicación bidireccional que contribuya a resolver los conflictos de riesgos y mejorar la participación

⁶ En general, los estudios por país muestran que las políticas, programas y medidas de gestión de riesgos regionales o nacionales suelen fracasar porque las autoridades del ámbito local no los siguen debido a una diferencia de prioridades (desempleo, daños a la población, falta de infraestructuras, etc.) (Fleischhauer et.al., 2007: 59ss)

pública en el proceso de toma de decisiones en momentos críticos (Fleischhauer et.al., 2007: 61).

Para finalizar, y aún bajo influencia de los autores citados (2007: 63-66), idealmente, una estrategia de gestión de riesgos debe integrar todas las fases del ciclo de gestión de desastres, desde la mitigación a la recuperación, pasando por la preparación y la respuesta. Sólo de este modo es posible una decisión sobre alternativas existentes para tolerar o alterar el riesgo. Un objetivo ambicioso como el de reducir drásticamente un daño potencial sólo se puede conseguir si las restricciones de asentamiento, la protección de la construcción y la concienciación pública van de las manos. Además, las autoridades regionales y locales necesitan conocer los procedimientos para llevar a cabo un proceso efectivo de gestión de riesgos.

AGRADECIMIENTOS

El presente artículo se ha realizado en el marco del Proyecto RIFLUTME "*Procesos de riesgos con origen natural asociados a sistemas fluviales de régimen torrencial mediterráneo. Aplicación a la franja costero meridional de la Región de Murcia*". Referencia 02955/PI/05. Financiado por la Fundación SENECA, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia. Periodo: 2006-2008.

Study of the hydrological risks in the southeast of the Iberian Peninsula. Geographic approach and territorial planning

ABSTRACT

This paper shows the current studies on hydrological risks in the South-east Spain, a region specially producing hazard situations. This area is one of the most arid regions of Europe, characterized by extraordinary rains of high hourly intensity causing bulky discharges and overflows, but also by the installation of dense urban nucleus in coastal areas and fertile plains. The scanty one, or in occasions unfortunate, dialog between environment and man has done of this one an area of notable interest for numerous researchers on the risk processes associated with hydrological extreme events. The ephemeral flow regime and the hydraulic effects of the linear infrastructures and drainage works complicate the estimation of the flood discharges, increasing the above mentioned degree of complexity. There are several models, programs and projects focused on these questions, but a major knowledge is still absent on this type of risk processes, particularly in relation with the generation of flood areas. For it is necessary a cartographic information base of

more detail and the incorporation of factors till now very little considered as those hydro-morphological or the indicators of vulnerability.

Keywords: Risk geography, natural hazards, approaches, floods, vulnerability, land management, South-east Spain.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso Sarría, F.; López Bermúdez, F. y Conesa García, C. (2002): "Synoptic conditions producing stream rainfall events within the Mediterranean Coast of Iberian Peninsula". In L. Bull & M. Kirkby (Eds), *Dryland Rivers*. Chap. 12, John Wiley & Sons, Ltd. Chichester, pp. 351-372.

Ascaso Liria, A. y Casals Marcén, M (1986): *Vocabulario de términos meteorológicos y ciencias afines*, INM, Madrid.

Ayala-Carcedo, F.J. y Pérez González, A. (Dir.) (1984): *Establecimiento de criterios geológicos para la prevención de daños por avenidas. Aplicación a las inundaciones del Valle del Nervión (País Vasco) en agosto de 1983*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 86 p.

Ayala-Carcedo, F. J. (2001): "La ordenación del territorio en la prevención de catástrofes naturales y tecnológicas. Bases para un procedimiento técnico-administrativo de evaluación de riesgos para la población". *Boletín de la A.G.E.*, nº 30, pp. 37-49.

Ayala-Carcedo, F. J. (2002): "El sofisma de la imprevisibilidad de las inundaciones y la responsabilidad social de los expertos. Un análisis del caso español y sus alternativas". *Boletín de la A.G.E.*, nº 33, pp. 79-92.

Bielza de Ory, V. (2009). Experiencias y retos europeos de la Ordenación del Territorio en relación con la ciudad. Disponible en <http://www.fundicot.org/ciot/grupo/012.pdf>.

Borja, J. y Castells, M. (1998). Local y Global, La gestión de las ciudades en la era de la información. Editorial Taurus, España.

Brinckmann, W.E. y Brinckmann, Carlos A. (1999-2004). Relatórios Técnicos do Projeto Sociedade Civil, Participação, Conhecimento e Gestão Territorial. A Gestão das Águas na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo. FAPERGS/UNISC. Santa Cruz do Sul. 300p.

Calvo García-Tornel, F. (1984): "La Geografía de los riesgos". *Geocrítica*, nº 54. Barcelona, Universidad de Barcelona.

Calvo García-Tornel, F. (2000): "Panorama de los estudios sobre riesgos naturales en la geografía española". *Boletín de la A.G.E.*, nº 30, pp. 21-35.

Calvo García-Tornel, F., Conesa García, C. y Álvarez Rogel, Y. (2001): La inundación de octubre de 1879 en el Bajo Segura. Magnitud y efectos inducidos. *Estudios Geográficos*, nº 242, pp. 7-27.

Calvo García-Tornel, F. (2001): *Sociedades y territorios en riesgo*. Colección: La Estrella Polar nº 31. Ediciones del Serbal. Barcelona, 186 pp.

- Calvo García-Tornel, F. (2006): Peligro de inundaciones en el Sureste peninsular, en G. Chastagnaret y A. Gil Olcina (Eds), *Riesgo de inundaciones en el Mediterráneo occidental*. Colección de la Casa de Velázquez (95), Madrid, pp. 215-238.
- Calvo García-Tornel, F. y Granel Pérez, C. (2009): Percepción social de los procesos de riesgo en la franja costero meridional de la Región de Murcia. *Geocrítica*, e.p. 18 p.
- Catenazzi, A. y Reese, E. (1998). *Equidad e integración social como condición del desarrollo. El Plan Estratégico en el ámbito local (Argentina)*. En *El Desarrollo Urbano en el Mediterráneo. La Planificación Estratégica como forma de Gestión Urbana*. Proyecto MSP (Mediterranean Strategic Planning) -Programa ECOS-OUVERTURE (Comisión Europea, DGXVI/DGIA) -Mancomunitat de Municipis del Area Metropolitana de Barcelona (España).
- Conesa García, C. (1985): "Inundaciones en Lorca (Murcia): riesgo y expectación". *Papeles de Geografía Física*, Núm. 10, pp. 33-47.
- Conesa García, C. y Alonso Sarría, F. (2006): El Clima de la Región de Murcia. En Conesa García, C. (Ed.), *El Medio Físico de la Región de Murcia*. Cap. 3. Servicio de Publicaciones, Universidad de Murcia. Murcia, pp. 95-127.
- CCS (Consortio de Compensación de Seguros) e IGME (Instituto Geológico y Minero de España) (2004): Perdidas por terremotos e inundaciones en España durante el periodo 1987-2001 y su estimación para los próximos 30 años (2004-2033). Consortio de Compensación de Seguros. Ministerio de Economía y Hacienda.
- European Commission (2003). The sixth framework programme – Work Programme, Sub-priority 1.1.6.3. "Global change and ecosystems – Integrating and Strengthening the European Research Area". Sub-priority 1.1.6.3 Call 2, Call identifier FP6-2003-Global-2 (Available at ftp://ftp.cordis.lu/pub/fp6/docs/calls/sustdev/environment/f3_wp_200204_en.doc.zip). 22pp.
- European Commission (2006). Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the assessment and management of floods. COM (2006) 15 final.Brussels. Available: http://europa.eu.int/comm/environment/water/flood_risk/pdf/com_2006_15_en.pdf
- European Union (2004). Risk Prevention: a Priority for the Structural Funds 2007-13, Info regio. The Solidarity Fund and Risk Prevention, December 2004 (15), pp.23-24.
- Font Tullot, I. (1983): Climatología de España y Portugal. *Instituto Nacional de Meteorología*, Madrid, 194 pp.
- Fleischhauer, Mark et.al. (2007). Planificación Territorial para la gestión de riesgos en Europa. Boletín de la AGE, n.º 45 (2007).pp.49-78
- García Codrón, J.C. (2004): "Las ciudades españolas y el riesgo de inundación: permanencia y cambio de un problema crónico". *Boletín de la A.G.E.*, nº 37, pp. 85-99.
- García Ruiz, J.M.; White, S., Martí, C., Valero, B., Errea, M.P. y Gómez Villar, A. (1996). *La catástrofe del Barranco de Arás (Biescas, Pirineo Aragonés) y su contexto espacio-temporal*. Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Zaragoza, 54 p.

- Greiving, S. et.al. (2006). A methodology for an Integrated Risk Assessment of Spatially Relevant Hazards. In: Journal of Environmental Planning and Management, Vol. 49, n.1 (January) , pp.1-19
- Grimalt, M. (1992): *Geografía del risc a Mallorca. Les Inundacions*, Institut d'Estudis Balehrics, Palma.
- IASH (1974): Flash Floods. *Proceeding of the Paris Symposium*. Paris.
- Jansa Clar, A. (1983): Non alpine mediterranean cyclogenesis. Argelian sea cyclogenesis. *Meteorologie n° 34*, Marsella.
- Jansa Clar, A. (1988): *Inestabilidad baroclina y ciclogénesis en el Mediterráneo occidental*, INM, Madrid.
- Juanicó M., Salgot M. (2005). Water reuse in the northern Mediterranean. Technical workshop. The integration of reclaimed water in water resource management. Gerona, Spain.
- Lavell, A. (1996): "Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos". En: *Ciudad en riesgo*. La Red/USAID, Lima, pp. 72-87.
- López Bermúdez, F.; Conesa García, C. y Alonso Sarría, F. (1998): "Ramblas y barrancos mediterráneos: medio natural y respuesta humana", *Mediterráneo, Num.12/13: Desertificação*. Instituto Mediterrânico, Universidade Nova de Lisboa, pp. 223-242.
- Mateu Bellés, J. F. (1992): "La Geografía de los Riesgos en España". En: *La Geografía en España (1970-1990)*. Real Sociedad Geográfica, A.G.E., Fundación BBV, Madrid, pp. 241-245.
- Matus, Carlos (1985). Planificación, libertad y conflicto. Ediciones IVEPPLAN. (Caracas, Venezuela).
- Medina Isabel, M. (1976): *Meteorología básica sinóptica*. Ed. Paraninfo, Madrid, pp 95-97.
- MIMAM (1998): *Libro Blanco del Agua en España*. December 1998.
- Ministerio de Medio Ambiente (2008): Mapa de Aridez de España. Disponible en la dirección: http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/-desertificacion/desertificacion_espania/
- Moncho, R, Belda, F y Caselles, V. (2008): *Estudio climático del exponente "n" de las curvas IDF: aplicación para la Península Ibérica*. Universidad de Valencia, 18 p.
- Morad, M. y Triviño, A. (2001): Sistemas de Información Geográfica y modelizaciones hidrológicas: una aproximación a las ventajas y dificultades de su aplicación. Boletín de la AGE n° 31, p. 23-46.
- Olcina Cantos, J. (1994a): *Riesgos climáticos en la Península Ibérica*, Ed. Penthalon, Madrid, 415 p.
- Olcina Cantos, J. (1994b): *Tormentas y granizadas en las tierras alicantinas*, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, 317 p.
- Olcina Cantos, J. (2004): Riesgo de inundaciones y ordenación del territorio en la escala local. *Boletín de la A.G.E.*, n° 37, pp. 49-84
- Olcina Cantos, J. (2008): *Prevención de riesgos: cambio climático, sequías e Inundaciones*. Fundación Nueva Cultura del Agua, Convenio Universidad de Sevilla-Ministerio de Medio Ambiente. Panel científico-técnico de seguimiento de la política de aguas. Zaragoza, 240 p.

- Ollero Ojeda, A. (1997): Crecidas e inundaciones como riesgo hidrológico, un planteamiento didáctico. *Lurralde inves. esp.*, 20, pp. 261-283.
- Pérez Morales, A. (2008): *Riesgo de inundación y políticas sobre el territorio en el Sur de la Región de Murcia*. Tesis doctoral. Biblioteca Universitaria y el Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia, edición en formato digital realizada en el marco del proyecto de los repositorios digitales TDR (Tesis Doctorales en Red) y DIGITUM.
- Ribas, A. y Saurí, D. (1996), "El estudio de las inundaciones históricas desde un enfoque contextual. La ciudad de Girona, un ejemplo", *Papeles de Geografía*, 23/24, pp. 229-244.
- RIFLUTME "Procesos de riesgos con origen natural asociados a sistemas fluviales de régimen torrencial mediterráneo. Aplicación a la franja costero meridional de la Región de Murcia". Proyecto de Investigación financiado por la Fundación SENECA. Referencia 02955/PI/05. Periodo: 2006-2008.
- Roselló Verger, V.M. (1989): Los llanos e inundación. En Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.): *Avenidas fluviales e inundaciones en la cuenca del Mediterráneo*. Universidad de Alicante, 243-283.
- Sáez Martínez, M.A. y Lugaresaresti Bilbao, J.I.(1998): 'La comunicación de riesgos naturales en la cuenca del río Cidacos (La Rioja): un ensayo perceptual de procesos naturales potencialmente catastróficos'. En Gómez ortiz, A. y Salvador Franch, F. (Eds.), *Investigaciones recientes de la Geomorfología Española. Aportaciones a la V Reunión Nacional de Geomorfología*. Barcelona: Universitat de Barcelona, 1998, p. 757-762.
- Santos, Milton (1994) "O retorno do território", en: Milton Santos, et al, (Org.), *Território: globalização e fragmentação*, São Paul, Hucitec.
- Santos, Milton (2000) *La naturaleza del espacio. Técnica y tiempo. Razón y emoción*, Ariel Geografía, Barcelona.
- Saurí i Pujol, D. (1988): "Cambio y continuidad en la Geografía de los Riesgos Naturales: la aportación de la Geografía Radical". *Estudios Geográficos*, nº 191, pp. 257-270.
- Saurí i Pujol, D. (2003): Tendencia recientes en el análisis geográfico de los riesgos ambientales. *Areas: Revista de Ciencias Sociales*, ejemplar dedicado a Los procesos de riesgo con origen natural: una constante en la relación entre hombre y medio), pags. 17-30
- Schlagel, J.D. y Newton, C.M. (1996): «GIS based statistical method to analyze spatial change», en *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 62, Nº 7, pp. 839-844.
- Schmidt-Thomé, P. (Ed., 2005). ESPON Project 1.3.1 – The spatial effects and management of natural and technological hazards in general and in relation to climate change (Draft Final Report, Espoo, Geological Survey of Finland), 193p.
- Segura Beltrán, F. (2000): Inundaciones de ramblas y barrancos en las tierras valencianas (1980-1999): causas, procesos y espacios inundables. *Serie Geográfica*, núm. 19, p. 27-47.
- Tricart, J. (1983): "L'homme et les cataclysmes". *Hérodote*, nº 24, pp. 12-39.