

A los diez años de las intensas lluvias

La amenaza de inundaciones persiste en Cataluña

DANIEL SEMPÈRE
M. CARMÉ LLASAT
JOSEP DOLZ

Estos días se han cumplido diez años del episodio de las inundaciones de noviembre de 1982 en Cataluña. Aquel año las fuertes lluvias de noviembre ocasionaron unas inundaciones que costaron la vida a catorce personas en Cataluña y que produjeron daños estimados inicialmente en unos 45.000 millones de pesetas.

A pesar de que ese mismo año se produjeron también otras inundaciones importantes (la del País Vasco y la de la cuenca del río Júcar, quizás ésta la más recordada al haber provocado la rotura de la presa de Tous), aquel episodio tuvo en su día una gran repercusión social y económica en Cataluña debido a la gran extensión de la superficie afectada y a los importantes daños en las vías de comunicación de toda la vertiente pirenaica.

Este aniversario nos da pie para proponer una reflexión sobre lo que fue y cuáles son las perspectivas actuales frente a situaciones de ese tipo, y también para recordar que imágenes como las que hemos visto hace unas semanas en Francia son comunes en nuestro entorno.

Casos dramáticos

El episodio de noviembre del 82 no es un caso aislado. En los últimos cincuenta años se han registrado en Cataluña once episodios de inundaciones catastróficas, seis de los cuales en los últimos diez años.

Aunque las inundaciones más dramáticas han sido la de septiembre de 1962 en la riera de Rubí y en el Besòs, por el número de muertos, y la de octubre de 1971 en el Llobregat, por los daños ocasionados, en noviembre de 1982 se registraron las precipitaciones más cuantiosas del siglo, después de las de octubre de 1940. La magnitud de las lluvias y la extraordinaria extensión del fenómeno (más de 16.000 km² recibieron lluvias de más de 100 l/m² produciéndose desbordamientos simultáneos de punta a punta del Pirineo catalán) hacen de este caso un ejemplo de estudio muy importante, que ha sido adoptado con ilustración de la tipología de situación perturbada generalizada por el comité de expertos en crecidas torrenciales, que el pasado mes de junio se reunió en París para dar pautas de actuali-

DANIEL SEMPÈRE TORRES,
JOSEP DOLZ RIPOLLÉS
departamento de Ingeniería Hidráulica,
Marítima y Ambiental. ETS
d'Enginyers de Camins, Canals i Ports
UPC
MARIA CARMÉ LLASAT BOTIJA,
departamento de Astronomía
y Meteorología. Universidad de
Barcelona

El episodio de noviembre del 82

Entre los días 6, 7 y 8 de noviembre de 1982 se registraron lluvias muy intensas, sobrepasando los 100 l/m² en un área de más de 16.000 km² (media Cataluña). Dado que las elevaciones necesarias para la desestabilización de la masa de aire fueron del orden de 1.500 m, las lluvias intensas tuvieron lugar sobre las partes más altas de la cordillera prelitoral y principalmente sobre los Pirineos. Concretamente, la localización de las máximas precipitaciones vino determinada por la conjunción de tres factores: la proximidad al mar, la orientación SO-NE de ciertos contrafuertes de la cordillera pirenaica y por la altitud de las cimas más próximas. El máximo diario registrado fue de 408 l/m² en La Molina (el 7 de noviembre), y los máximos registrados acumulados en los tres días fueron de 556 l/m² en La Molina y de 610 l/m² en Py (Cerdaña francesa), la mitad de la precipitación media anual de esa zona y tanto como llueve en todo un año en Barcelona.

La configuración sinóptica en superficie se caracterizó por la presencia de un potente anticiclón en Centroeuroa y una profunda depresión al noroeste de Galicia, muy persistentes. Esto, unido a las diferencias de presión y temperatura entre ambos, dio lugar a vientos muy fuertes del Sur, que en Cataluña presentaban componente SE en la baja troposfera y SO en la alta. Así se produjo una notable entrada de aire atlántico sobre la península que en Cataluña confluyó con el aire cálido y húmedo del Mediterráneo. Las masas frías situadas sobre el golfo de Vizcaya y al noroeste de Italia forzaron al aire mediterráneo a pasar por una especie de "pasillo" atravesando Cataluña.

La fuerte intensidad y la extensión de las lluvias dio lugar a aveni-



La riera de Cabastre, en Calella, desbordada en agosto de 1982

das simultáneas en toda la vertiente de los Pirineos. La región más afectada fue la cabecera del Segre y su afluente el Valira (Andorra) donde se registraron las crecidas más importantes del siglo. En las otras cuencas pirenaicas, las lluvias fueron tan o más importantes que las de los episodios anteriores más catastróficos (octubre de 1907 y octubre de 1937), pero sin que se alcanzasen sus niveles debido al papel desempeñado por las presas construidas en ese lapso de tiempo.

Un ejemplo ilustrativo es el comportamiento del embalse de la Baells (Alt Llobregat) que, con una cuenca drenada de 517 km², acogió un caudal estimado en 1.500 m³ s⁻¹. Este embalse permitió laminar la avenida vertiendo tan sólo un caudal máximo de 740 m³ s⁻¹, reduciendo así el impacto de las lluvias aguas abajo. Otro caso destacado fue la modélica gestión del embalse de Ribarroja, en la confluencia del Segre con el Ebro, que ilustra el interés de la previsión de caudales. Unas dieciocho horas antes de la llegada de la avenida, empezó a vaciarse la presa creando un resguardo de unos 80 hm³. Eso y la retención de aguas del Ebro por el embalse de Mequinenza permitió reducir la punta del caudal de 5.000 m³ s⁻¹ a 3.200 m³ s⁻¹, máximo caudal que puede llevar el Ebro en la zona de Tortosa sin causar inundaciones graves. Inicialmente, el coste de los daños se estimó en unos 45.000 millones de pesetas, aparte de los 14 muertos que se produjeron sólo en Cataluña. Incluso si esas cifras son inferiores en valores absolutos a los producidos en otros episodios, la gran extensión de la región afectada determinó que estas crecidas creasen un clima de fuerte sensibilización social y económica.

ción al Gobierno francés. Por todo ello, es importante analizar el porqué de una situación de ese tipo y la razón por la que las inundaciones son uno de los mayores riesgos naturales de Cataluña.

El relieve de Cataluña es un factor determinante en el desencadenamiento de las lluvias intensas responsables de las inundaciones. Tanto la cadena litoral (hasta 500 m) como la prelitoral (hasta 1.700 m), paralelas al mar, como los Pirineos (sobrepasando los 2.500 m) con contrafuertes sensiblemente paralelos a la línea de costa, juegan un papel fundamental de barreras orográficas que elevan el aire cálido y húmedo del Mediterráneo, desestabilizándolo y dando lugar a frecuentes episodios convectivos, a veces de carácter local, pero también a sistemas de tormentas multicelulares, muy organizados, responsables de las inundaciones catastróficas.

Papel de la orografía

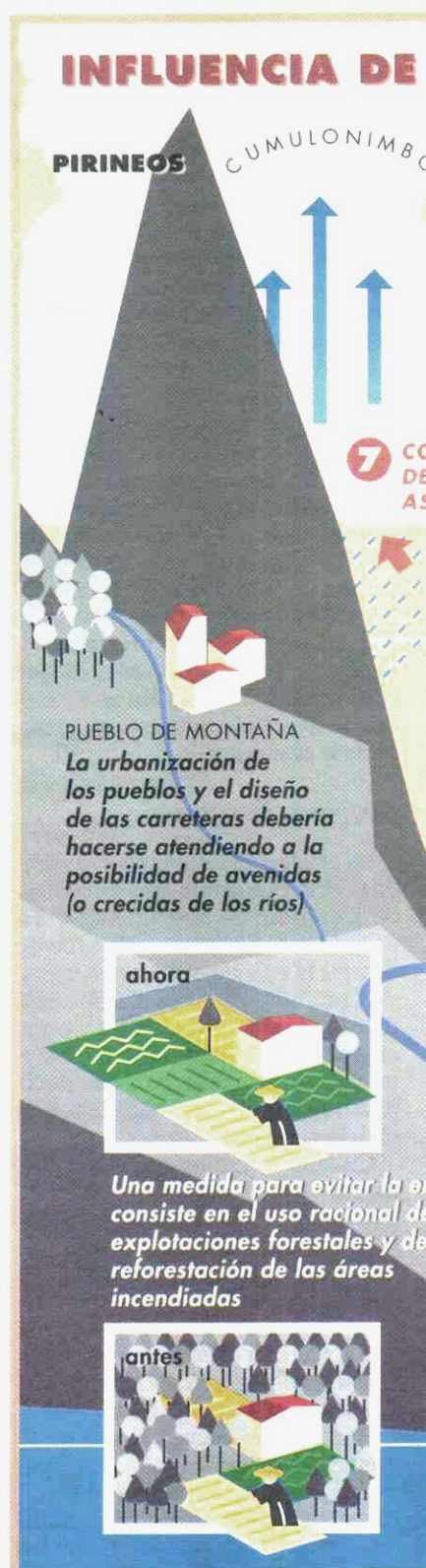
Para entender bien ese papel de la orografía, recordemos en qué consiste la inestabilidad atmosférica y, más concretamente, la llamada inestabilidad convectiva, que es una característica de los episodios de inundaciones en Cataluña.

Supongamos que una "partícula de aire" se ve obligada a ascender por algún motivo: si a continuación prosigue su ascenso libremente decimos que hay inestabilidad, y si vuelve a recuperar su posición inicial, estabilidad. Al ascender la "partícula" se va enfriando hasta que llega a una altura llamada nivel de condensación en el que, debido a la disminución de la temperatura, el aire se satura y la porción de vapor de agua que contenía comienza a condensarse en forma de pequeñas gotículas de agua. De esa forma, empieza a formarse la nube, que, en el caso de que el aire siga ascendiendo, madurará y dará lugar a la lluvia.

La inestabilidad convectiva hace referencia a un estrato de aire no saturado que en las condiciones iniciales es estable, pero que al ascender en bloque se hace inestable y se satura, dando lugar a la formación de cúmulos o incluso cumulonimbos. El ascenso necesario para que esto se produzca depende de las condiciones meteorológicas.

Aire inestable

En el caso de Cataluña ese tipo de masas de aire inestables procedentes del Mediterráneo tan sólo requieren ser impulsadas hacia la costa, donde los obstáculos orográficos las forzarán a ascender y desestabilizarse, ocasionando lluvias intensas. El simple paso del mar a tierra puede provocar el ascenso del aire en unos centenares de metros. Poste-



PUEBLO DE MONTAÑA
La urbanización de los pueblos y el diseño de las carreteras debería hacerse atendiendo a la posibilidad de avenidas (o crecidas de los ríos)

ahora

Una medida para evitar la erosión consiste en el uso racional de explotaciones forestales y de reforestación de las áreas incendiadas

antes

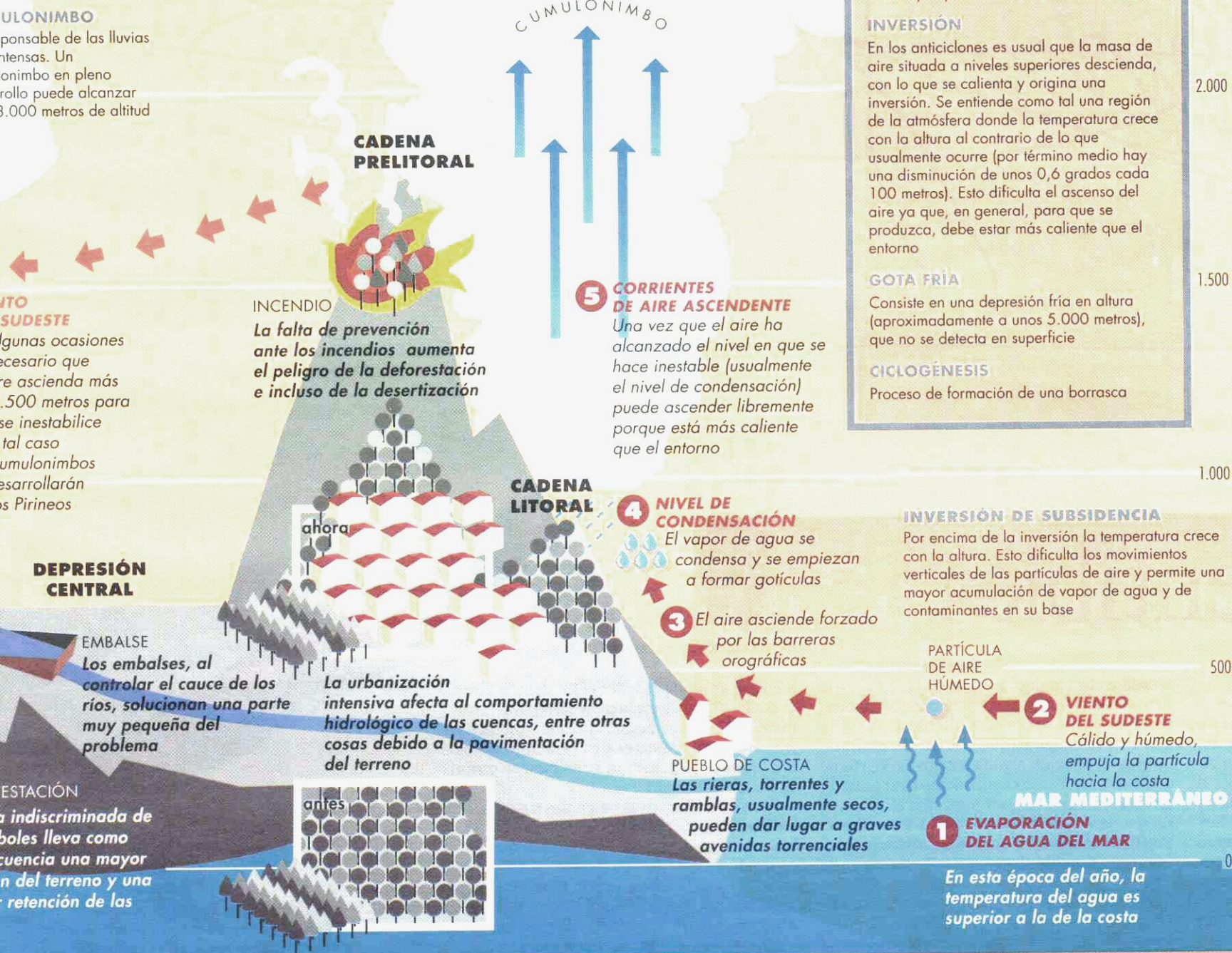
Soluciones para

Diez años después de las inundaciones de 1982 podemos preguntarnos si estamos a salvo de situaciones similares. El repaso del registro histórico nos recuerda que desde el año 1962, más o menos cada diez años hemos vivido una situación catastrófica de primer orden en Cataluña (1971, 1982...), a parte de otras muchas inundaciones graves. Por supuesto, eso no puede interpretarse como una cita histórica más de este cargado 1992, pero sí nos debe hacer recapacitar sobre la propensión del clima mediterráneo y de la orografía de Cataluña a producir situaciones de precipitaciones muy intensas, capaces de generar desastres como los citados.

Evidentemente, las obras de protección realizadas en los últimos años, como los embalses de décadas anteriores, han ayudado a reducir las posibles consecuencias de situaciones similares. Pero ello no debería llevarnos a olvidar el peligro y creer que el riesgo ha sido eliminado; no hay peor riesgo que el de la excesiva confianza. Un cierto riesgo, de probabilidad reducida, per-

OROGRAFÍA EN LAS INUNDACIONES EN CATALUÑA

El relieve de Cataluña es un factor determinante en el desencadenamiento de las lluvias intensas. La orientación de la costa y de las montañas el viento del sudeste incide perpendicularmente, lo que facilita el ascenso del aire y el desarrollo de la inestabilidad convectiva



riormente, ese aire cálido y húmedo deberá remontar las diferentes barreras montañosas.

El hecho de que el viento en la baja troposfera (hasta los dos mil metros) incida perpendicularmente a la costa y a las montañas favorecerá ese ascenso. Según la elevación mínima necesaria para la desestabilización de la masa de aire, las lluvias más importantes tendrán lugar en la franja costera, o en los Pirineos, caracterizando la distribución de las lluvias intensas típicas de Cataluña. Estudios recientes muestran que los Pirineos desempeñan también un importante papel en el desarrollo de fenómenos de mesoes-

El relieve de Cataluña es determinante en el desencadenamiento de las lluvias responsables de las inundaciones

cala, decisivos en este tipo de episodios en los que, sin embargo, no vamos a entrar.

En general, esta inestabilidad convectiva está asociada a la presencia de un anticiclón en Centroeuropa que se extiende hasta el Mediterráneo. Esto favorece el flujo de SE sobre Cataluña en los primeros dos mil metros, perpendicular a las montañas, y da lugar a una inversión de subsidencia sobre el Mediterráneo occidental que permite un almacenamiento de elevadas cantidades de vapor de agua en la baja troposfera.

Efecto acentuado por el hecho de que los días anteriores suelen ser cálidos y soleados y porque, al tratarse de otoño, el mar está todavía caliente. En altura se suele presentar una configuración sinóptica tal que aporta vientos del SO húmedos, de origen atlántico y favorece la ciclogénesis sobre la costa del Mediterráneo.

Factores agravantes

Existen también diversos factores agravantes, como la entrada de aire cálido y húmedo subtropical, la presencia de una depresión atlántica de una gota fría en altitud extendiéndose hasta la baja troposfera.

En estos dos últimos casos, el efecto más importante es el de inducir una circulación ciclónica que refuerza los vientos de S sobre Cataluña, pero no son indispensables para la generación de lluvias intensas y no pueden ser considerados como la única causa de ellas. ●

BIBLIOGRAFÍA

- Dolz, J., Novoa, M. et Berga, L., 1987. "Avenidas en Cataluña". Informe Dept. Eng. Hidráulica (ETSECCPB). 77 pp. Barcelona.
- Generalitat de Catalunya, 1983. "Pla d'obres i correccions a fer a la xarxa hidrològica de Catalunya". Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca.
- Llasat, Maria Carme. "Año 1991. Gota fría". Editorial Boixareu, Barcelona, 165 páginas.
- Llasat, M. C., Sempere Torres D. "1992. Inondations en Catalogne. L'événement de novembre 1982". La Houille Blanche (En prensa).

Riesgo no eliminado



de las inundaciones Cataluña de 1982

manece más allá de cualquiera que sea nuestra opción de protección y es aconsejable asumirlo bajo la que se ha dado en llamar visión social del riesgo.

Lo que sí parece claro es que el mayor riesgo de las avenidas, no controlado aún hoy en día, está ligado a las pequeñas cuencas, donde las avenidas torrenciales pueden crear situaciones que escapen a los esquemas clásicos de previsión y donde sólo los métodos hidrometeorológicos tienen sentido, habida cuenta de las superficies y los tiempos de respuesta involucrados.

Así, cara a esa multitud de rieras, torrentes y ramblas, muchas veces secas, potencialmente capaces de dar lugar a avenidas torrenciales, la prevención, la previsión y la anticipación son la única solución. Prevención para reducir los efectos de lo inesperado, previsión para poder alertar con tiempo suficiente para tomar las medidas oportunas y gestionar adecuadamente la situación de crisis. Anticipación para poder dar pautas de comportamiento y medir las consecuencias y las implicaciones de las decisiones cotidianas y de la ordenación del territorio.

Por supuesto, no podemos abordar aquí lo que todo eso representa en detalle, pero esbozaremos las soluciones que se deberían potenciar:

1. Las actuaciones de prevención, con el consiguiente esfuerzo por educar en una visión social del riesgo y exigiendo un cambio de mentalidad útil no sólo de cara a las avenidas, sino también a otros desastres naturales como los incendios y, más generalmente, a los procesos de desertización.

2. La mejora de la previsión meteorológica en dos líneas: la previsión de la situación general a largo plazo (varios días) y la mejora de la previsión local, entendiéndose de gran precisión espacial, en corto plazo (pocas horas). Para esto último es indispensable la utilización del radar meteorológico, y en especial la mejora y adaptación de su rendimiento en zonas de marcado relieve orográfico.

3. La potenciación de los estudios hidrológicos de base, y por lo tanto

las cuencas piloto experimentales. Cuencas en las que llevar a cabo programas de investigación multidisciplinarios, único camino para mejorar la comprensión de los procesos del ciclo hidrológico y para anticipar la influencia e impacto de ciertas actuaciones o alteraciones del medio natural con el objetivo de proponer modelos propios, adaptados a nuestro entorno.

Estas tres grandes líneas de actuación, en las que llevamos un considerable retraso con respecto a nuestros vecinos de la CE, son los grandes retos del futuro hidrológico más próximo. Futuro que ha de pasar por un esfuerzo importante en investigación hidrológica aplicada.

En este sentido el plan SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica) del MOPT debería propiciar un impulso de la investigación hidrológica y evitar el quedarse únicamente en una importante, y necesaria, infraestructura de medida y transmisión de la información. Pero, lamentablemente, en España la hidrología, y en especial la hidrología superficial, no ha sido una disciplina especialmente potenciada y el esfuerzo a realizar es aún mayor si cabe.