

Floodaware: proyecto europeo sobre el pronóstico y la prevención del riesgo de inundaciones

MANUEL MENÉNDEZ PRIETO (*)

RESUMEN El presente artículo describe, de forma general, el proyecto Floodaware, financiado por la Comisión Europea a través del IV Programa Marco para Investigación y Desarrollo.

Se realiza una somera introducción en la que se resalta la dimensión europea del problema de las inundaciones, para, a continuación, describirse los objetivos del proyecto, su contenido y sucintamente, la aportación del CEDEX en el mismo.

FLOODAWARE: EUROPEAN PROJECT ON PREVENTION AND FORECAST OF FLOODS

ABSTRACT This paper describes, in general terms, the Floodaware Project funding by the European Commission under the IV Framework Programme.

An Introduction, emphasizing the European dimension of the flood problem is made, continued by a description of the main aims and contents of the project and, briefly, the CEDEX contribution.

Palabras clave: Floodaware; Pronóstico; Prevención; Inundaciones.

1. INTRODUCCIÓN: EL PROBLEMA DE LAS INUNDACIONES EN EUROPA

Es un hecho generalmente reconocido que, en la Unión Europea, como, de hecho, en la mayor parte de las regiones del mundo, las inundaciones suponen el desastre natural que más a menudo se presenta, siendo, además, el que, en términos económicos, resulta más costoso.

Algunos ejemplos ilustran esta afirmación:

- Se estima que las inundaciones de 1993 ocasionaron pérdidas por valor de 1.300 millones de marcos en Alemania (unos 110 mil millones de ptas) que, probablemente, se han multiplicado por más de diez en las recientes inundaciones del verano de 1997.
- Las indemnizaciones pagadas por el gobierno holandés a consecuencia de las inundaciones de 1993 ascendieron a unos 400 millones de florines (unos 30 mil millones de ptas).
- Entre Septiembre de 1992 y Enero de 1994, las inundaciones que se produjeron en Francia ocasionaron la pérdida de 100 vidas y daños estimados en 10.000 millones de francos (unos 250 mil millones de ptas).
- En Atenas (Grecia) las inundaciones de 1994 produjeron 9 víctimas mortales y daños estimados en unos 14 millones de ECU (unos dos mil millones de ptas).

- En Italia, aproximadamente 3.000 zonas se han visto afectadas por inundaciones en los últimos 100 años.
- En España, aproximadamente 300 zonas son clasificadas de alto riesgo de inundación (ver figura nº 1). Las pérdidas medias anuales producidas son estimadas en unos 100 mil millones de ptas.
- Crecidas relámpago catastróficas y con un número elevado de víctimas mortales han sido frecuentes en el último decenio: Nîmes (Francia) en 1988, Vaison-la-Romaine (Francia) en 1992, Génova (Italia) en 1993 o Biescas (España) en 1996.

Una inundación suele definirse como el resultado de uno o varios de los siguientes fenómenos: exceso de lluvia/escoorrentía en las cuencas hidrográficas, elevaciones extremas del mar en zonas costeras y grave fallo o rotura de infraestructuras hidráulicas, si bien aquí sólo se considerará la primera de estas causas.

Dos son los factores que inciden en mayor medida en la generación de inundaciones: la distribución espacial y temporal de la precipitación y la capacidad de retención y almacenamiento del agua tanto en el suelo como en la red hidrográfica.

Desde el punto de vista del primero de estos factores, las inundaciones que se producen en la Unión Europea pueden clasificarse en dos grandes tipos: crecidas frontales y crecidas relámpago.

En las grandes cuencas europeas, las crecidas predominantes son frontales. Corresponden a lluvias de larga duración con intensidades generalmente uniformes y que producen un caudal punta que se mantiene durante varios días.

(*) Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (Ministerio de Fomento).

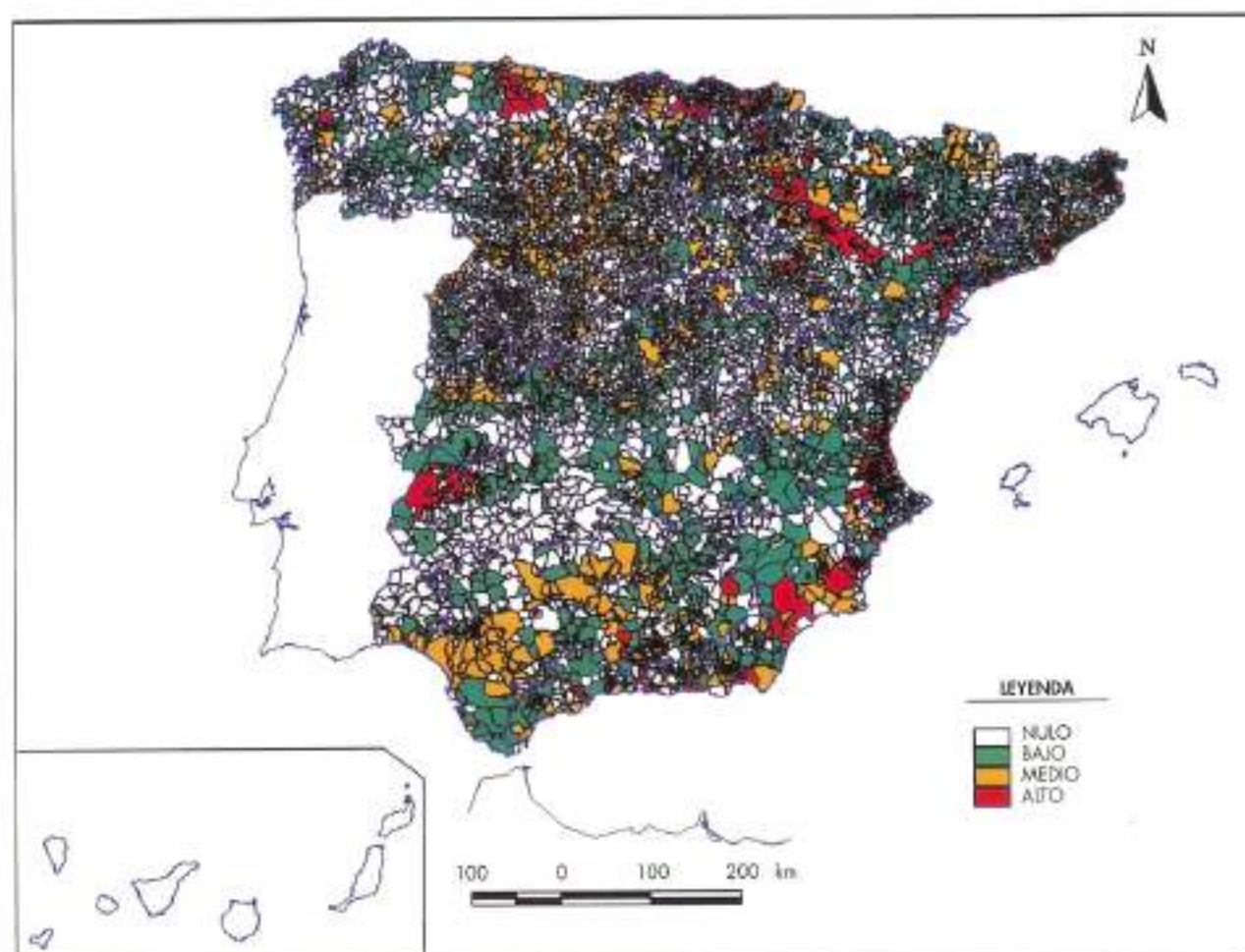


FIGURA 1. Clasificación del riesgo de inundación por municipios. Fuente: Mapfre.

Al afectar a grandes ríos que pertenecen a distintos países, un control efectivo de sus inundaciones exige la realización de tratados internacionales. En España, ejemplos de estas lluvias, produjeron las inundaciones del Guadalquivir a principios de 1997.

En contraste, las crecidas relámpago, suelen afectar a una limitada zona geográfica, estando por tanto asociadas, a cuencas pequeñas. Suelen estar asociadas a lluvias de tipo convectivo de corta duración y grandes intensidades. Toda la región alpina, así como las costas mediterráneas españolas han sufrido este tipo de inundaciones.

La violencia y rapidez con que se propaga este último tipo de crecidas, hace muy difícil la puesta en práctica de sistemas de alarma y prevención por lo que, generalmente, se suele asociar a gran número de pérdidas humanas. Por el contrario, al ser generalmente limitado su ámbito geográfico, las pérdidas económicas no suelen ser elevadas.

Las inundaciones se producen cuando se excede la capacidad de retención y almacenamiento de agua del suelo y la red hidrográfica. En Europa, en los últimos años, los cambios producidos en los usos del suelo han aumentado la probabilidad de que se produzcan inundaciones. En efecto, se ha originado la pérdida de zonas naturales de almacenamiento al encauzarse muchos ríos y se ha perdido capacidad de infiltración tanto por urbanización de grandes áreas

como por pérdida de la cubierta vegetal y la consecuente degradación de los suelos.

Además, zonas con alto riesgo de inundación han sufrido un importante desarrollo urbanístico, por lo que no es extraño observar, el progresivo incremento, año tras año, del coste originado por las inundaciones en Europa.

Este hecho ha originado que en la Unión Europea se esté empezando a prestar más atención a la adopción de medidas no estructurales contra el riesgo de inundaciones y, de hecho, en los 90, algunos estados miembros han empezado a reconocer la necesidad de una planificación del suelo que tenga en cuenta el riesgo de inundaciones, habiéndose introducido cambios en sus respectivas legislaciones: Francia en 1994, Alemania en 1995, Holanda en 1996.

La puesta en práctica de este tipo de medidas precisa desarrollar herramientas de análisis que consideren de forma conjunta aspectos relacionados con la gestión del agua y con la planificación urbanística y es en este enfoque donde se encuadra el proyecto Floodaware.

2. EL PROYECTO FLOODWARE

2.1. OBJETIVOS

El objetivo fundamental del proyecto Floodaware es la creación de herramientas de análisis que permitan:

- La caracterización de las crecidas.
- La identificación de niveles de riesgo.
- La evaluación en las zonas susceptibles de inundación del daño potencial y daño aceptable.

2.2. PARTICIPANTES

En la elaboración del proyecto intervienen nueve instituciones pertenecientes a cinco países de la Unión y dos más como participantes asociados:

España: CEDEX, Universidad Politécnica de Valencia, Universidad de Barcelona.

Francia: Cemagref, LATEC.

Italia: Risorve Idriche, Regione Piemonte.

Bélgica: Facultad de Ciencias Agronómicas de Gembloux.

Irlanda: Ministerio de Obras Públicas.

Eslovenia: Universidad de Luviana (participante asociado).

Rumanía: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (participante asociado).

El plazo de realización del proyecto es de dos años, habiéndose firmado el contrato con la comisión Europea en julio de 1996.

2.3. CONTENIDO

El proyecto se ha dividido en tres grandes capítulos Inundabilidad, Aproximación Heurística y Regionalización.

2.3.1. Inundabilidad

Este capítulo y, en gran parte, todo el proyecto, gira en torno a los conceptos de inundabilidad, vulnerabilidad y riesgo.

El concepto de *inundabilidad* es, probablemente, el más comúnmente utilizado y normalmente se cuantifica como el nivel del agua que alcanza un determinado caudal asociado a un cierto período de retorno. Por tanto, es independiente de la utilización del suelo en la zona afectada por la inundación y además, en general, no se considera variable en el tiempo.

El concepto de *vulnerabilidad* representa la sensibilidad de la zona inundada ante el fenómeno de una crecida y, en consecuencia, depende de la utilización del suelo y la percepción social de los daños producidos. La vulnerabilidad es, evidentemente distinta de un área a otra, pero puede ser distinta incluso para una misma área en función del tiempo, no sólo por variar el suelo, sino por variar también la percepción social de los daños.

De acuerdo con estos conceptos una situación de *riesgo* se deriva de la existencia de incompatibilidades entre los niveles de inundabilidad y vulnerabilidad en un determinado punto (1).

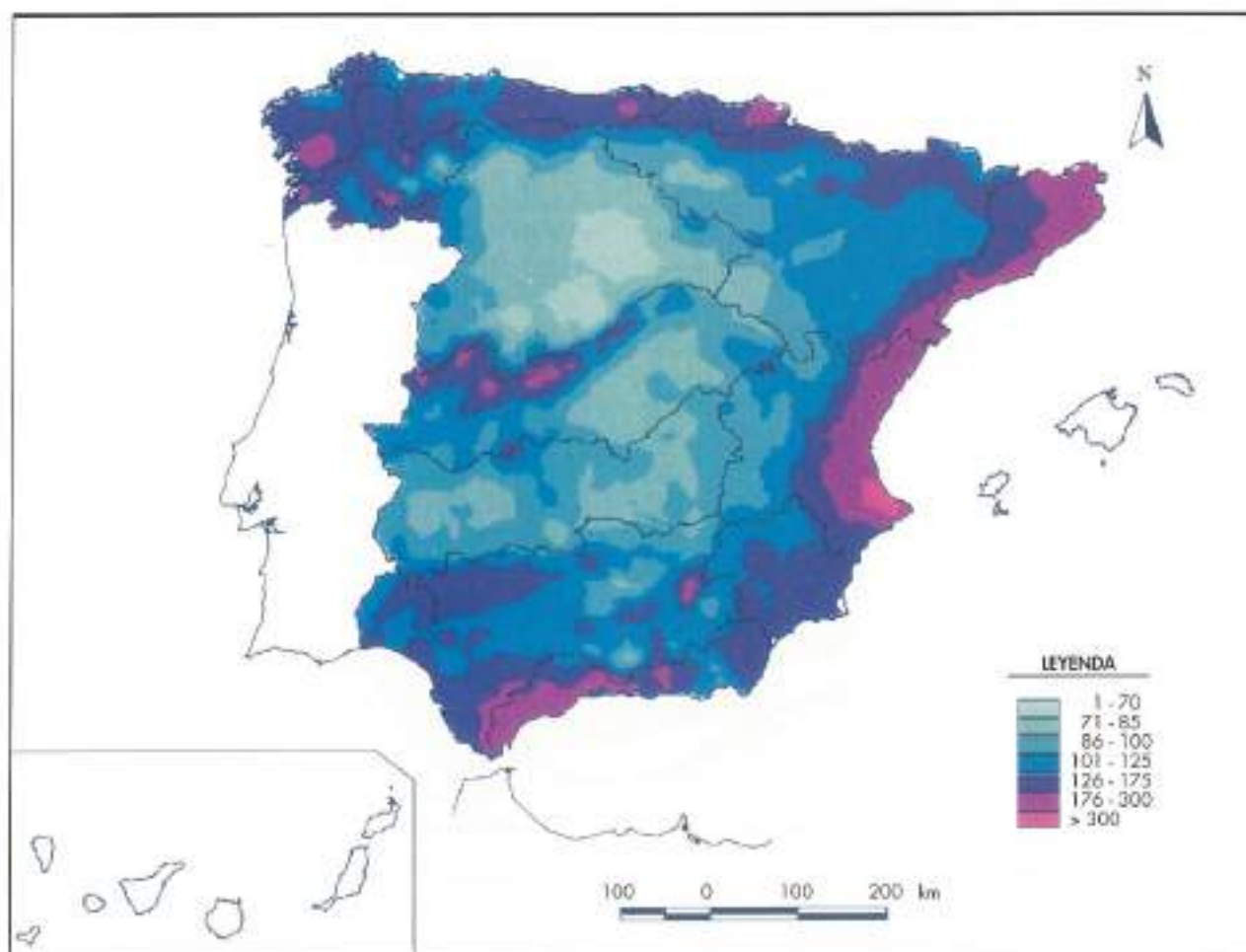


FIGURA 2. Precipitaciones en España (T = 100 años).

Así, si suponemos que una determinada área de una llanura de inundación se está estudiando, por ejemplo, la autorización de un Plan Urbanístico, la cuantificación de la inundabilidad, se realizaría estimándose el periodo de retorno para el que la zona se cubre de agua. Esta evaluación no hace intervenir el uso al que va a dedicarse el suelo y, en ese sentido, expresaría el mismo peligro tanto si lo que se va a construir es un bloque de viviendas, unos terrenos deportivos, un aeropuerto o un camping. Podría, quizás, exigirse distintos periodos de retorno según la utilización del suelo (aunque, de hecho, la legislación española, como la mayoría de la europea no lo especifica de forma clara) y, en ese sentido, se estaría introduciendo el concepto de vulnerabilidad. El riesgo vendría dado si el nivel de inundabilidad es más pequeño que el de vulnerabilidad.

Por ejemplo, supongamos que la zona donde se va a ejecutar el Plan se inunda como media una vez cada 100 años ($T_{inundab.} = 100$) y que se decide construir un aeropuerto que se considera que debe inundarse sólo una vez cada 500 años ($T_{vulnerabilidad} = 500$). En ese caso, se produce un riesgo que exige unas determinadas medidas estructurales de protección que aumentarían el T de inundabilidad y que deberían ser evaluadas económicamente. Si lo que se decide es instalar unas instalaciones deportivas que, por ejemplo, aceptamos que se inundan una vez cada 50 años, la zona estaría sobreprotegida.

Esta descomposición del riesgo en dos componentes no es más que una simplificación de una muy compleja realidad (2), pero tiene la ventaja de sistematizar este tipo de estudios, algo que es fundamental cuando se pretende elaborar métodos válidos a una escala tan grande como es la Unión Europea.

En este contexto, este capítulo incluye estudios fundamentalmente encaminados a la cuantificación de niveles de protección (y de ahí de la vulnerabilidad) a partir de las condiciones socio-económicas de la zona afectada y las características físicas de la inundación: calado, velocidad, permanencia en el tiempo de ambas, etc.

Se busca, por una parte, la estandarización a escala europea de mapas de vulnerabilidad y, por otra, ofrecer reglas de ordenación del territorio en llanuras de inundación.

2.3.2. Aproximación Heurística

La asignación de periodos de retorno a caudales de inundación (la anteriormente llamada cuantificación del peligro de la inundabilidad) dista, hoy en día, de tener una solución técnica única y aceptada con unanimidad. Este hecho es más acusado por la muy distinta disponibilidad en Europa de series lo suficientemente largas de lluvias o caudales máximos.

En Floodaware, se entiende por aproximación heurística aquella que obtiene resultados hidrológicos, basándose en algoritmos obtenidos por correlación bien entre datos medidos en tiempo real (por ejemplo lluvias y caudales generados en la cuenca), bien a través de metodologías simples suficientemente contrastadas (por ejemplo por utilización del método racional).

Se busca la posibilidad de extender estas metodologías, por su naturaleza válidas solamente para el área donde están siendo utilizadas, y en consecuencia, calibradas a otros ámbitos geográficos de aplicación.

2.3.3. Regionalización

Aunque la regionalización de lluvias máximas, como paso previo, para la estimación de lluvias asociadas a un determinado periodo de retorno está resuelta técnicamente (ver figura nº 2) y ha sido generalizada para España (3), no ocurre lo mismo en la regionalización de caudales, especialmente en cuencas complejas con presencia de grandes embalses.

Este capítulo del proyecto aborda el estudio de las distribuciones multivariadas de frecuencia de inundaciones. Se trata básicamente, de obtener como varía la función de distribución de los caudales a lo largo de la red hidrográfica.

2.4. PARTICIPACIÓN DEL CEDEX EN EL PROYECTO

La participación del CEDEX en Floodaware se produce en los dos primeros capítulos. En el capítulo de Inundabilidad, el CEDEX está a cargo de la modelación hidráulica y la creación de metodologías de gestión de grandes llanuras de inundación.

Para ello, la metodología utilizada comprende:

- Recopilación de información a través de la utilización de Sistemas de Información Geográfica.

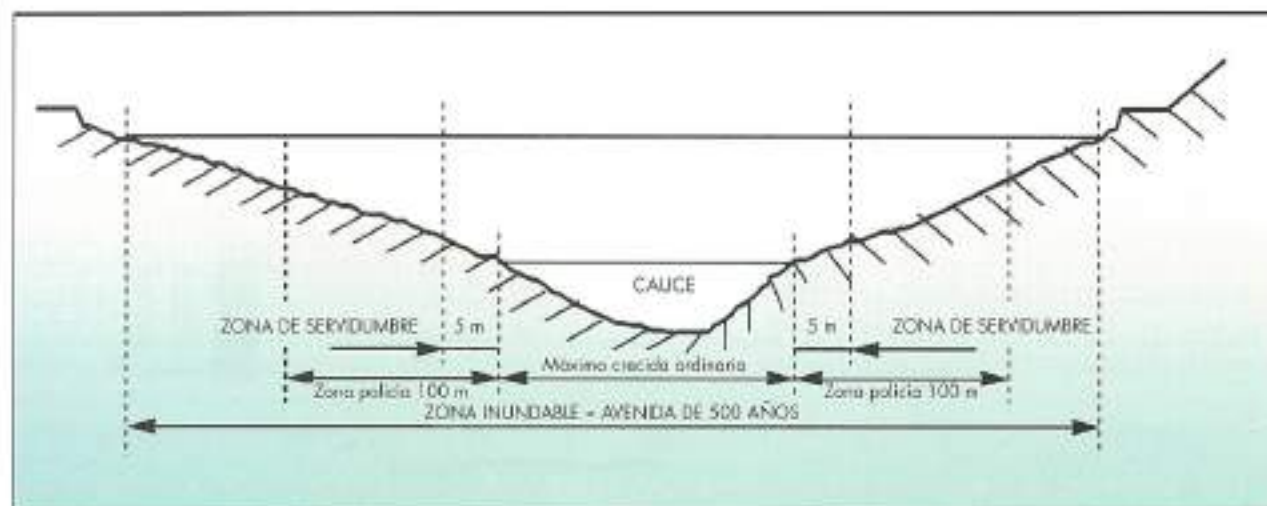


FIGURA 3. Zonificación del Cauce según la Ley de Aguas Española.

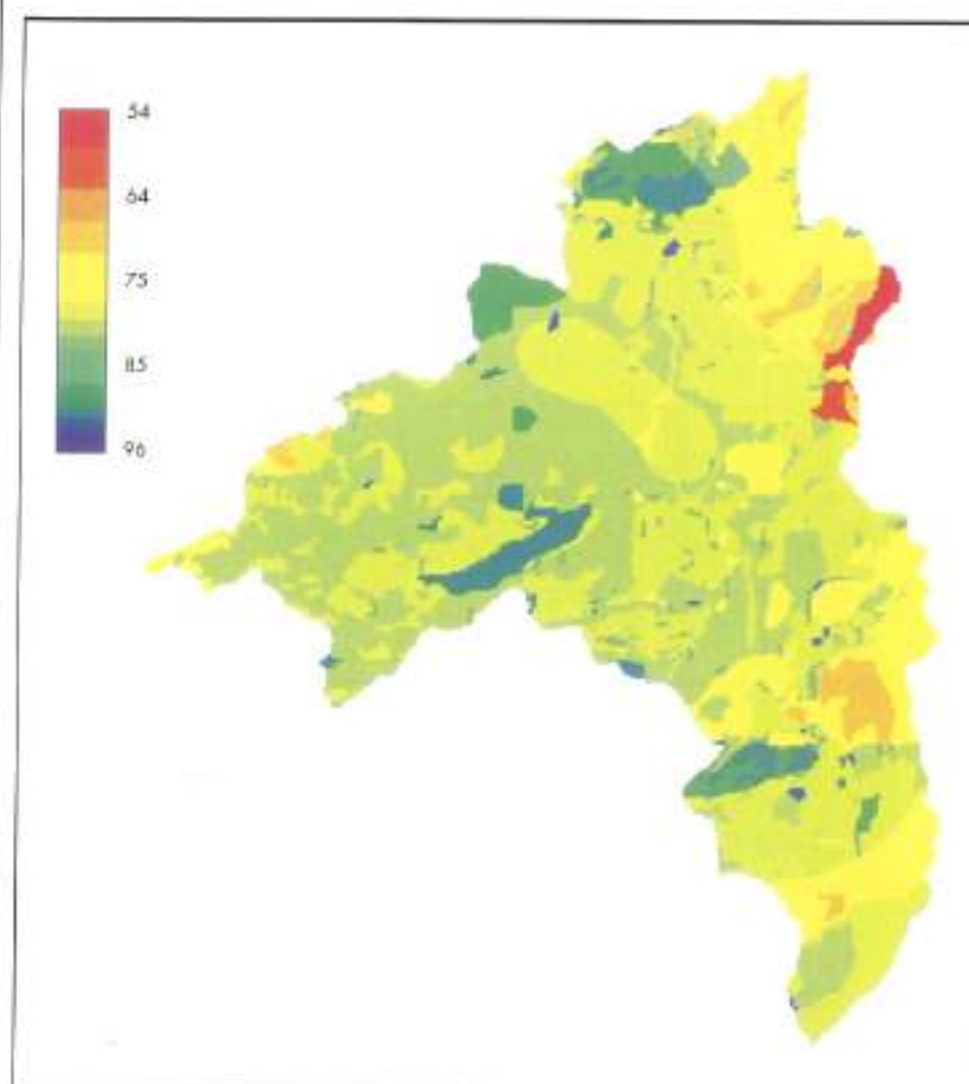


FIGURA 4. Proyecto Floodware. Estimación del nº de curva en la Cuenca del río Vellón para aplicación del método racional.

- Aplicación de modelación hidráulica bidimensional en régimen variable a través del modelo GISPLANA (4).
- Aplicación de criterios de zonificación de zonas inundables (ver figura nº 3).

En el capítulo referido a Aproximaciones heurísticas el CEDEX está a cargo de la realización de un estado del arte de distintos métodos de estimación de funciones de distribución de caudales y del estudio de generalización del método racional para el cálculo de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales (5).

La metodología utilizada comprende:

- Selección de diferentes métodos de cálculo.
- Aplicación a diversas cuencas españolas (ver figuras nº 4 y 5).
- Comparación y análisis de resultados.

3. CONCLUSIONES

Floodaware es un proyecto financiado por la Comisión Euro-

pea dentro de su IV Programa marco para Investigación y Desarrollo y en él participa el CEDEX entre otras once instituciones pertenecientes a siete países europeos.

Desde hace unos años, se están desarrollando una serie de metodologías para el cálculo y la prevención de las inundaciones que se apartan de los esquemas generales propuestos por los métodos clásicos. Una razón que ha motivado esta evolución es el convencimiento de los aspectos más ingenieriles del problema de las crecidas deben estar estrechamente conectados con los económicos, sociales y legales. En pocas palabras: clima, hidrología, ordenación del territorio y economía deben considerarse de forma conjunta.

Floodaware hace suya este esquema y así se hace especial énfasis en la implantación de medidas no estructurales para paliar los efectos catastróficos producidos por las crecidas. Entre estas medidas se encuentra la realización de mapas de riesgo que permitan una ordenación de las zonas inundables, obligando a la obtención de caudales de diseño y los correspondientes niveles de inundación que lleven asociados, así como a la introducción del concepto de vulnerabilidad.

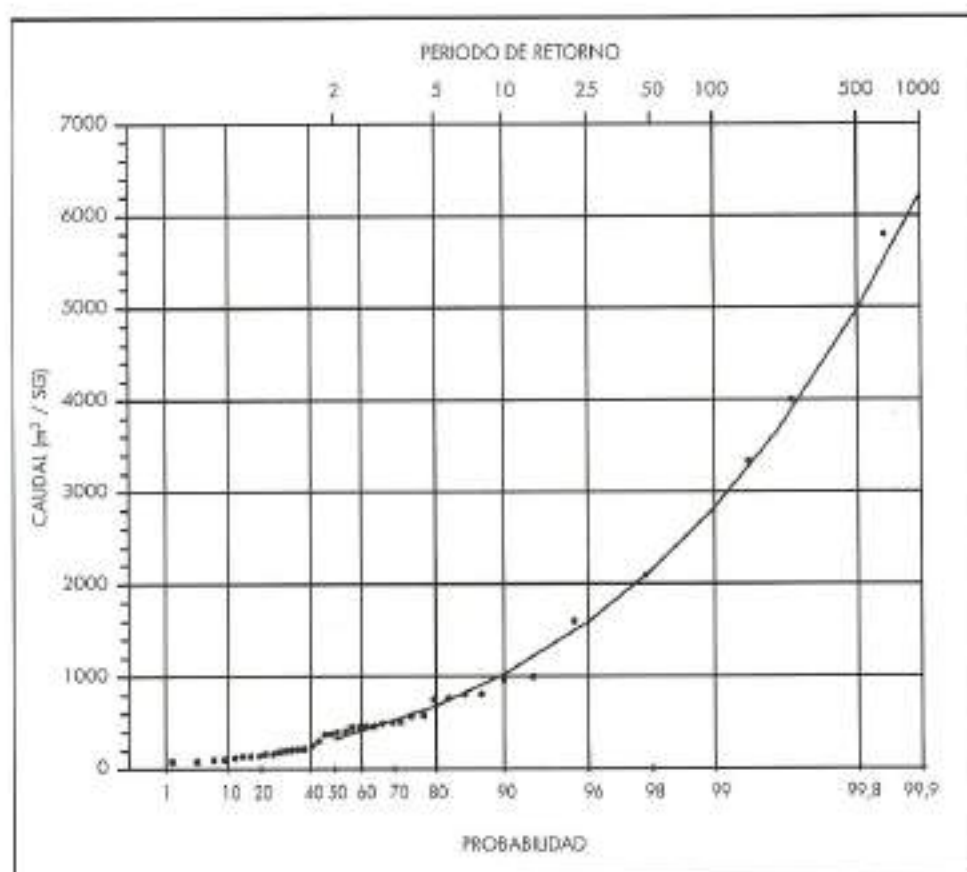


FIGURA 5. Ley de frecuencia de caudales máximos en el río Ulobregat.

REFERENCIAS

- (1) OBERLING G. "The Potentialities of a risk disaggregation between vulnerability and hazard: example of the relative stability induced for flooding risk alleviation". Course on "Floods and Landslides. Interrelated Risk Assessment", European Comisión. Orvieto, 1996.
- (2) GENDREAU, N.; GILARD, O. "Flood risk management support system". Ribamod. Proceedings of the first expert meeting. European Comisión. Luxemburgo, 1997.

- (3) MENÉNDEZ, M.; FERRER, J.; ARDILES, L. "GISPLU y MAXPLU: Obtención de máximas precipitaciones en la España Peninsular". Ingeniería Civil, Núm. 104. Pág. 141 a 147. CEDEX. Madrid 1996.
- (4) ESTRELA, T.; QUINTAS, L. "El modelo de flujo bidimensional GISPLANA". Ingeniería Civil. Núm. 104. Pág. 13 a 22. CEDEX. Madrid 1996.
- (5) TÉMEZ, J. R. "Instrucción de Carreteras. Norma 5.2-IC. Dirección General de Carreteras. MOPU. Madrid 1990.

MERCEDES PRESENTA SUS VEHICULOS PARA LA CONSTRUCCION



Camiones pesados **Actros de Mercedes-Benz**

En diciembre de 1997, un año después de la presentación de los camiones Actros para el tráfico de largas distancias,

Daimler-Benz presenta los vehículos para la construcción y especiales dentro de la misma familia de camiones pesados. Se trata de una gama completamente nueva de camiones, desarrollada especialmente para las necesidades del ramo de la construcción y aplicaciones especiales.

El catálogo de productos abarca volquetes convencionales, volquetes con tracción integral, tractores y hormigoneros con ejes de configuración tradicional, entre 4x2 y 8x8, motorización con siete gamas de potencia, desde 230 kW (313 CV) hasta 420 kW (571 CV), tres tipos de cabinas y siete distancias entre ejes, de 3.300 mm a 5.100 mm.

CORVIAM, PLAZO Y CALIDAD



**EL PRIMER TRAMO DE LA AUTOVÍA DEL
NOROESTE PUESTO EN SERVICIO EN 1995**



CORVIAM, S.A.
EMPRESA CONSTRUCTORA



Agua limpia, ciudad viva

El conocimiento y control del agua son decisivos para operar en óptimas condiciones y contribuyen, en términos económicos y medioam-



experiencia en el diagnóstico, proyecto, diseño, construcción, mantenimiento, explotación y gestión de plantas de trata-

bientales al desarrollo y futuro de nuestras ciudades. Para elegir el proceso de depuración más adecuado para el tratamiento de las aguas, CADAGUA pone a su disposición, ingeniería,

miento y depuración de aguas. Porque usted es el primer beneficiado, haga un trato con el agua. Trate con CADAGUA.



ETAP VENTANILLA,
BILBAO



ETAP AGUADUA,
GRAN CANARIA



Cadagua

TEL. (94) 481 73 00 • FAX. (94) 481 73 01 • EMAIL. IAGU@IAGUADUA.ES

