

# ***Aplicación de la metodología de valoración de riesgos en la cuenca del río Foix***

*Miguel A. Arrabal<sup>2</sup>, Elena Martínez<sup>5</sup>, Alex Gracia<sup>1</sup>, Diego Moxó<sup>1</sup>, Lluís Godé<sup>1</sup>, Eva Crego<sup>1</sup>, Joan Verdú<sup>1</sup>, Evelyn García<sup>1</sup>, Víctor Guirado<sup>3</sup>, Guillermo García<sup>4</sup>, Cristina Lobera<sup>5</sup>, Sonsoles González<sup>5</sup>,*

*<sup>1</sup>ACA, <sup>2</sup>HQA, <sup>3</sup>KV Consultores, <sup>4</sup>MN Consultors, <sup>5</sup>INCLAM*

*[agracia@gencat.cat](mailto:agracia@gencat.cat), [lxgode@gencat.cat](mailto:lxgode@gencat.cat), [ecrego@gencat.cat](mailto:ecrego@gencat.cat), [jmverdu@gencat.cat](mailto:jmverdu@gencat.cat),  
[evelyn.garcia@gencat.cat](mailto:evelyn.garcia@gencat.cat), [marrabal@hqasl.com](mailto:marrabal@hqasl.com), [vguirado@kvconsultores.es](mailto:vguirado@kvconsultores.es),  
[ggarcia@mnconsultors.com](mailto:ggarcia@mnconsultors.com), [crisrina.lobera@inclam.com](mailto:crisrina.lobera@inclam.com), [sonsoles.gonzalez@inclam.com](mailto:sonsoles.gonzalez@inclam.com),  
[elena.martinez@inclam.com](mailto:elena.martinez@inclam.com)*

## **1 Introducción**

Las inundaciones en Cataluña suponen un problema social y económico por lo que la necesidad de convivir con los fenómenos de gota fría y flash flood habituales en esta zona ha hecho que las Administraciones competentes inviertan primero en soluciones estructurales y después, y de manera conjunta, en medidas de gestión que incluyen estudios de riesgos, zonificaciones, gestión de la emergencia, Sistemas de Alerta Temprana y revisión en la Ley del Suelo.

La gestión de las inundaciones se ha mostrado como una de las formas más eficientes de combatir el riesgo existente en las zonas inundables. La Directiva 2007/60/CE expresa la obligación de realizar planes de gestión del riesgo de inundación para los países miembros de la Unión Europea. Realizando previamente una evaluación preliminar de riesgo de inundación y una cartografía de peligrosidad y riesgo.

En este sentido, en el presente documento se describe un método para estimar el riesgo de inundación que contempla de forma cuantitativa las dos componentes que lo integran - peligrosidad y vulnerabilidad -. Este método se ha desarrollado durante la elaboración de distintos estudios realizados por la Agencia Catalana del Agua, entre los que destaca el proyecto de Planificación de Espacios Fluviales en Cataluña (PEFCAT), el cual nace a principios de la década de 2000 y que ha ido elaborando durante los últimos diez años la cartografía de zona inundables de los cursos fluviales pertenecientes a la red principal de Cataluña. Este método ha sido utilizado con éxito en la selección de las áreas en riesgo significativo de inundación (ARPSI) durante la elaboración de la evaluación preliminar del riesgo de inundación en las cuencas internas de Cataluña.

En este documento además, se muestra la aplicación de esta metodología en la desembocadura de río Foix, analizando los costes potenciales asociados a una posible inundación del núcleo urbano de Cubelles.

El interés de este estudio se apoya en la novedad de cuantificar los daños debidos a inundaciones de una manera global distribuida en todo el territorio mediante términos económicos que aportan un punto esencial en la toma de decisiones de planificación ya que facilita el análisis coste beneficio en toda la cuenca y podría participar como criterio de prioridad en la asignación de presupuestos para medidas de mitigación. El intento de incluir los costes ambientales y personales se hace cada vez más notable en la legislación y la planificación. El proceso contrario, aquel que estudia los problemas de forma discreta, analizándolos por separado, lleva consigo una pérdida de visión de conjunto y por consiguiente, de homogeneidad en los resultados.

El análisis económico del riesgo es relevante ya que aplica una metodología que aporta unos resultados que pueden intervenir en distintas fases de la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo. En concreto según la Directiva 2007/60/CE “es conveniente reducir el riesgo de consecuencias negativas” entre ellas, la vida humana, la actividad económica y cultural y las infraestructuras asociadas. De la misma forma, se especifica que “las medidas dirigidas a reducir dichos riesgos, para ser efectivas, tienen que coordinarse en la medida de lo posible en toda una cuenca hidrográfica”. En el Capítulo IV de Planes de Gestión del Riesgo de Inundación se puntualiza que los mismos deben tener en cuenta aspectos como la evaluación costebeneficio, y es este motivo por el que se ha realizado el análisis de riesgos bajo una perspectiva económica.

## 2 Procedimiento metodológico

### 2.1 Determinación de la peligrosidad

La peligrosidad muestra o evalúa la amenaza que supone para los seres humanos la ocurrencia de un suceso determinado. La peligrosidad relacionada con una inundación se determina teniendo en cuenta determinados criterios de seguridad en relación a las personas y los bienes materiales. Esta seguridad está directamente relacionada con la capacidad de empuje o arrastre que muestra el flujo en relación al calado y la velocidad que presenta el agua en la zona inundada.

En función de estos dos parámetros -calado y velocidad- se determina la gravedad de la inundación que se está estudiando. A mayor calado y velocidad la gravedad de la inundación aumenta. En este sentido la Agencia Catalana del Agua discrimina la gravedad de una posible inundación utilizando los criterios que se describen en la tabla 1.

Los criterios de clasificación de la gravedad de una inundación no difieren de los utilizados habitualmente, a excepción del rango más alto de gravedad el cual se ha subdividido en tres con la finalidad de evaluar de forma más apropiada los daños que puede ocasionar una inundación.

Tabla 1 Clasificación de peligrosidad utilizada por la Agencia Catalana del Agua

Gravedad	Descripción	Rango	Factor de Gravedad
Extrema	Zona donde las condiciones hidráulicas presentan un calado superior a 4 metros, una velocidad mayor que 6 m/s o el producto de ambas superior a 2 m <sup>2</sup> /s	$c > 4m$ $v > 6 \text{ m/s}$ $c \cdot v > 2m^2/s$	6.0
Muy alta	Zona donde las condiciones hidráulicas presentan un calado entre 2 y 4 metros, una velocidad entre 3,5 y 6 m/s o el producto de ambas superior a 1 m <sup>2</sup> /s	$2 < c < 4m$ $3,5 < v < 6 \text{ m/s}$ $1 < c \cdot v < 2m^2/s$	4.0
Alta	Zona donde las condiciones hidráulicas presentan un calado entre 1 y 2 metros, una velocidad entre 1 y 3,5 m/s o el producto de ambas superior a 0,5 m <sup>2</sup> /s	$1 < c < 2m$ $1 < v < 3,5 \text{ m/s}$ $0,5 < c \cdot v < 1m^2/s$	2.0
Moderada	Zona donde las condiciones hidráulicas presentan un calado superior a 0,4 metros, una velocidad mayor a 0,4 m/s y el producto de ambas superior a 0,08 m <sup>2</sup> /s	$0,4 < c < 1m$ $0,4 < v < 1 \text{ m/s}$ $0,08 < c \cdot v < 0,5m^2/s$	1.0
Baja	Zona donde las condiciones hidráulicas presentan un calado inferior a 0,4 metros, una velocidad menor a 0,4 m/s y el producto de ambas menor que 0,08 m <sup>2</sup> /s	$c \leq 0,4m$ $v \leq 0,4 \text{ m/s}$ $c \cdot v \leq 0,08m^2/s$	0.5

Además del cálculo de gravedad hay que tener en consideración la probabilidad de ocurrencia de un determinado suceso, estudiada a partir de la frecuencia con la que se producen estos eventos.

$$\text{PELIGROSIDAD} = f(\text{gravedad, probabilidad de ocurrencia})$$

En este sentido, se aplica los factores que se muestran en la tabla 2; los cuales multiplicados por los factores de gravedad mostrados en la tabla 1, permiten tener en consideración de la probabilidad de ocurrencia en el cálculo de peligrosidad.

Tabla 2 Factor aplicado para contemplar la probabilidad de ocurrencia de una avenida.

		Factor
T10	Periodo de retorno de 10 años	2
T50	Periodo de retorno de 50 años	1.5
T100	Periodo de retorno de 100 años	1.0
T500	Periodo de retorno de 500 años	0.5

Por último, el valor de peligrosidad es resultado de calcular la envolvente de la peligrosidad de cada uno de los períodos de retorno estudiados.

$$\text{PELIGROSIDAD} = \text{máx}(\text{peligrosidad T10}, \dots, \text{peligrosidad T500})$$

## 2.2 Obtención de los elementos vulnerables a partir del mapa de cubiertas del suelo

Durante los trabajos integrados en el programa PEFCAT se desarrolló una clasificación de los elementos territoriales atendiendo su valor económico, estratégico o su especial vulnerabilidad. Esta clasificación se estructura como una gran matriz con varios niveles de integración que proporciona homogeneidad de criterios cuando se trabaja a distinta escala (clase y subclase para trabajar a macroescala, tipo y subtipo para hacerlo a mesoescala y elemento y subelemento para microescala.).

Estas categorías se relacionan de forma directa con las categorías definidas el mapa de cubiertas del suelo de Cataluña. Este mapa contiene digitalizados todos aquellos elementos que tienen una superficie mayor a 500m<sup>2</sup> y que actualizado bianualmente. Como el mapa de cubiertas permite trabajar también en 5 niveles de agregación se analizó el más desagregado que mayoritariamente equivale al nivel elemento de la matriz.

Se reclasificó el mapa de cubiertas estableciendo equivalencia entre el nivel 5 del mapa y el nivel elemento de la matriz. La equivalencia entre esta clasificación y la desarrollada en la matriz de puntos singulares no es biunívoca, no solo porque el número no sea el mismo sino también porque el objetivo de una información y otra no era el mismo. Así la cobertura de usos del suelo incluye mucha información acerca de aprovechamientos y explotaciones forestales y agrícolas y sin embargo no distingue entre distintos equipamientos urbanos. Por este motivo se establecieron una serie de criterios de equivalencia considerando el objetivo que es la asignación económica para establecer un nivel de riesgo y posteriormente realizar un coste beneficio de las medidas de mitigación propuestas para la reducción de este riesgo.

*Tabla 3 Ejemplo de reclasificación del mapa de usos del suelo Cataluña con las categorías de elementos de puntos singulares.*

ELEMENTOS PUNTO SINGULAR	Cat_niv_5 del mapa de cubiertas del suelo
Bloques de pisos	Zonas urbanas en construcción
Viviendas plurifamiliares en hilera	Urbanizaciones
Viviendas unifamiliares	Viviendas unifamiliares
Masías	Asentamiento agrícola residencial
Centros comerciales	Complejos comerciales y de oficinas
Centros de enseñanza secundaria y FP	Equipamientos educativos
Hospitales	Equipamientos sanitarios

## 2.3 Asignación de valor unitario a los elementos vulnerables

La vulnerabilidad de cada elemento viene definida por el coste económico que se le asigna a cada elemento respecto a la pérdida de bienes materiales y la pérdida de vidas humanas. Todo el análisis se ha realizado por unidad de superficie (m<sup>2</sup>).

Se han establecido una serie de valores de referencia asignados a unos elementos claramente identificables obtenidos de un estudio previo realizado por la Agencia Catalana del Agua e incluidos en el Protocolo de Estimación de daños potenciales por inundación en el espacio fluvial. Estos precios corresponden a un análisis elaborado a partir de las indemnizaciones que el Consorcio de Compensación de Seguros ha otorgado en el caso de daños por inundación. Para el resto, el valor se establece ponderando este valor con distintas fuentes (FEMA; Patricova, Plan de Defensa de Tenerife,...) o bien a partir de costes medios de construcción y mantenimiento. Esta metodología es la que se ha seguido tanto para la estructura como para el contenido de ese uso del suelo, cuando proceda. Los valores de referencia son precio base urbano de 434 euros/m<sup>2</sup> y precio base de suelo industrial de 458 euros/m<sup>2</sup>. Para el contenido la metodología es análoga a partir de los precios base del contenido del suelo urbano y del industrial siendo estos respectivamente 102 euros/m<sup>2</sup> y 152 euros/m<sup>2</sup>.

Debe aclararse que la diferencia de estructura territorial de Estados Unidos y Cataluña ha invalidado algunos datos de la información obtenida de la FEMA pero otros se han podido utilizar con ligeras modificaciones.

Por último, ordenado de mayor a menor se comprueba que la relación tenga una cierta lógica apareciendo los elementos mayor valor en primer lugar con el precio más alto (EDARES, puentes en autovías y carreteras o desaladoras) y los de menor valor los últimos (masas forestales y cultivos agrícolas).

La estimación de los costes asociados a la posible pérdida de vidas humanas es uno de los aspectos más complejos abordados en este artículo, debido a la gran variabilidad de circunstancias que pueden incidir en el número de personas que pueden perder la vida a causa de una inundación. Factores como la franja horaria en la que se produce el evento, la tipología de inundación, la formación de la población en relación a cómo actuar frente una emergencia, son aspectos importantes que pueden incidir en esta estimación pero que son difícilmente evaluables. En este sentido, en el presente artículo se explica cómo se ha abordado este problema partiendo de aquellos datos objetivos que son fácilmente consultables; a partir de ellos la metodología utilizada para estimar la pérdida de vidas es la siguiente:

- Cálculo de la población que reside en la zona posiblemente afectada
- Determinación de la vulnerabilidad de dichas personas
- Asignación del grado de exposición
- Cálculo del número de fallecidos durante de un evento

La estimación de la población que reside en una zona posiblemente afectada se ha realizado asignando una densidad de población característica en función de la categoría de punto de singular. En el cálculo de la densidad se han supuesto una serie de criterios de edificabilidad, tamaño de vivienda media, tamaño de familia media aplicado a las diferentes tipologías de construcción residencial o su valor equivalente en otros usos de suelo. Por ejemplo:

Bloques de pisos: 5 plantas, 4 habitantes/vivienda, 80m<sup>2</sup>/vivienda

Viviendas unifamiliares: 1planta, 4 habitantes/vivienda, 500m<sup>2</sup>/vivienda

La vulnerabilidad de las personas se ha determinado siguiendo los criterios marcados por el Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra) en el que se determina la vulnerabilidad de las personas calculando el porcentaje de la población posiblemente afectada que presenta problemas de movilidad. Este parámetro se ha extraído de la consulta de la encuesta demográfica realizada por el Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT) en el año 2007, obteniendo como resultado que alrededor del 22% de la población de Cataluña tiene una edad superior a 65 años y que el 6% de la población restante tiene limitadas las actividades habituales.

$VP = \% \text{ personas } > 65 \text{ años} + \% \text{ personas con capacidad disminuida}$

Por otro lado, en función de las características constructivas de las edificaciones donde habita la población, casas de una única planta, edificaciones de pisos, las personas están más o menos expuestas a los efectos de una posible inundación, por este motivo se ha previsto un factor que pondera en función de dicha exposición.

El valor de la pérdida de vidas humanas se obtuvo de la Ley 30/1995, después de haberlos comparado con las indemnizaciones al accidente del Yak42, Biescas y atentado de Madrid 11M.

La obtención de los costes relacionados con la pérdida de vidas humanas, lleva consigo la aplicación de una serie de factores de difícil cálculo y evaluación, por ese motivo todos los criterios establecidos son aquellos que resulten viables o adecuados para trabajar en planificación.

## **2.4 Asignación de valor unitario de coste del daño por inundación según su grado de afección**

Este cálculo determina la pérdida de bienes materiales en relación a la vulnerabilidad del elemento territorial y a la peligrosidad de la inundación asociada. Se han tenido en cuenta los 5 niveles en que se clasifica la peligrosidad, asignando en general un peso porcentualmente muy bajo a la afección clasificada de peligrosidad baja y la destrucción total a la afección en una zona inundable de peligrosidad extrema.

Los costes asociados a la pérdida de bienes materiales se calculan a partir del coste de cada elemento ponderado por un factor en función de la peligrosidad de la inundación. En general el peso que se aplica se obtiene de la gráfica incluida en las guías de la FEMA y en el Patricova, del análisis de estas referencias se obtienen los factores que se muestran en la tabla 4 y 5

*Tabla 4 Porcentaje de daños según peligrosidad aplicado a las edificaciones destinadas a viviendas.*

Nivel de Peligrosidad	Factor
Extrema	1.00
Muy alta	0.80
Alta	0.60
Moderada	0.35
Baja	0.10

Tabla 5 Ejemplo de aplicación de los factores de peligrosidad aplicados a categorías de elementos de puntos singulares

ELEMENTO	Valor Estructura (€/m2)	Valor Contenido (€/m2)	P Extrema	P Muy grave	P Grave	P Moderada	P Leve
Bloques de pisos	434	102	1	0.8	0.6	0.35	0.1
Masías	244	57	1	0.8	0.6	0.35	0.1
Centros comerciales	367	367	1	0.8	0.6	0.35	0.1
Centres de enseñanza	403	605	1	0.8	0.6	0.35	0.1

La estimación de la pérdida de vidas humanas se ha determinado a partir de la densidad de población asignada a cada tipología de uso del suelo, la vulnerabilidad de las personas atendiendo a su movilidad o capacidad de respuesta, el grado de exposición y todo ello ponderado por coeficientes asociados a los distintos niveles de peligrosidad.

En este proceso queda explicar la metodología de la determinación de los posibles fallecimientos que va ligada a la peligrosidad que presenta el flujo. En función de dicha peligrosidad se determina que porcentaje de las personas vulnerables fallecería si se reprodujera la inundación que se está estudiando. Este número de fallecidos en función de la peligrosidad se ha obtenido de la publicación *Assessing and Valuing the Risk to Life from Flooding for Use in Appraisal of Risk Management Measures*, Defra, 2008. Los distintos porcentajes, dependiendo de la peligrosidad fueron determinados mediante el estudio de diversas inundaciones acaecidas en el Reino Unido.

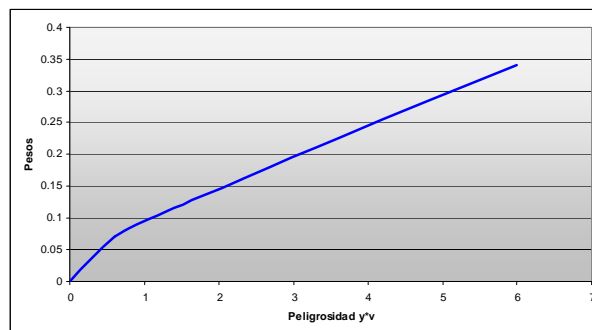


Figura 1 Porcentaje de daños a vidas humanas según peligrosidad

Tabla 6 Ejemplo de valoración y ponderación por pérdidas de vidas humanas

ELEMENTO	Densidad	Vulnerab	Exposic	Valor (€/p)	P Extrema	P Muy grave	P Grave	P Moder.	P Leve
Bloques de pisos	0.08	0.31	0.25	155000	0.34	0.225	0.11	0.07	0
Masías	0.0004	0.31	1.00	155000	0.34	0.225	0.11	0.07	0
Centros comerciales	0.08	0.31	0.25	155000	0.34	0.225	0.11	0.07	0
Centres de enseñanza secundaria	0.25	0.09	0.20	155000	0.34	0.225	0.11	0.07	0

Aeropuertos	0	0.31	0.00	155000	0.34	0.225	0.11	0.07	0
-------------	---	------	------	--------	------	-------	------	------	---

El coste final, es el resultado de aplicar un coste unitario por fallecido multiplicado por el número de fallecidos calculado en el paso anterior.

## 2.5 Cuantificación de los daños potenciales en la zona inundable

A partir del ráster de elementos vulnerables obtenido de la reclasificación del mapa de cubiertas del suelo singulares se asignan los precios unitarios a cada píxel dependiendo del elemento singular que se trate, tanto de bienes materiales como afección directa a personas. Para obtener el coste de daño el valor del precio del elemento se pondera por el coeficiente que depende del nivel de peligrosidad de la zona inundable en ese píxel. Esta operación se realiza mediante un cálculo GIS cruzando ambos rásters y obteniendo otro con los costes por píxel.

La obtención del grid con los costes asociados a cada píxel de la malla lleva consigo prestar una especial atención en el tratamiento de la misma (Redimensionamiento)

## 3 Caso práctico (Desembocadura del río Foix en Cubelles)

La cuenca del río Foix - figura 2 - está situada en las cuencas internas de Cataluña entre las ciudades de Barcelona y Tarragona, tiene una superficie de 312 km<sup>2</sup>, la cota máxima de la cuenca se localiza en la sierra de Arcosa (800 msnm). El río Foix es un curso efímero regulado por el embalse del Foix que tiene un volumen de 3,7 hm<sup>3</sup>, la situación actual del embalse, sin compuertas de regulación, y la gestión que se hace del mismo, manteniendo el nivel alto, limita notablemente la capacidad de laminar avenidas.

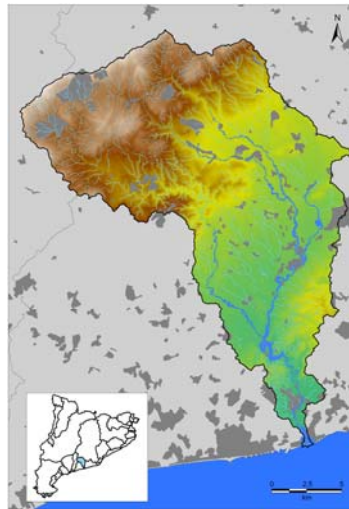


Figura 2 Situación de la cuenca del río Foix,

El núcleo urbano de Cubelles está situado en la desembocadura del Foix, en la costa catalana, tiene una población de unos 14.000 habitantes aproximadamente. Como la mayoría de los municipios de la Costa, Cubelles ha recibido una fuerte presión urbanística que se ha plasmado en la ocupación de la zona inundable, tal y como se aprecia en la figura 3. En los últimos 10 años ha visto como se ha ocupado el margen derecho de la desembocadura, dificultando la posibilidad de implementar medidas estructurales que mitiguen el riesgo de inundación.



Figura 3 Comparativa de la ocupación de la zona de desembocadura del río Foix entre el año 1956 y la actualidad

### 3.1 Datos de partida para la estimación del riesgo

Los datos de partida son los siguientes:

- Ráster de calados y velocidades para los periodos de retorno de 10, 50, 100 y 500 años. De la PEF del Foix, paso de malla 1m x 1m, derivado de la precisión en el modelo digital del terreno empleado para el cálculo hidráulico (LIDAR).
- Mapa de cubiertas del suelo del año 2007. Los datos actualizados de usos del suelo se encuentran en formato ráster y vectorial con una resolución máxima de 0,05 ha
- El Plan de Acción Territorial de Carácter Sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA). Este Plan es uno de los instrumentos de ordenación del territorio previsto en la Ley 6/1989 de Ordenación del Territorio de la Comunidad Valenciana. Ha proporcionado información para la valoración de los elementos vulnerables y la asignación de daños según la peligrosidad de la avenida por la que son potencialmente afectados.
- Guía: Understanding your Risk. FEMA (Federal Emergency Management Agency, EEUU). Es una Guía para elaborar un Plan de Gestión del Riesgo. Se recopilaban datos sobre valor de ciertos usos de suelo como hospitales, colegios, teatros u valores de referencia.
- Criterios marcados por el Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra)

### 3.2 Cálculo de peligrosidad

En la figura 4 se muestra el resultado de los grids de peligrosidad, obtenidos después de aplicar la clasificación de calados y velocidades de la tabla 1. Las láminas de inundabilidad se calcularon durante la elaboración de la planificación del espacio fluvial del Foix. Se muestran las peligrosidades para los distintos periodos de retorno y la envolvente de peligrosidades.



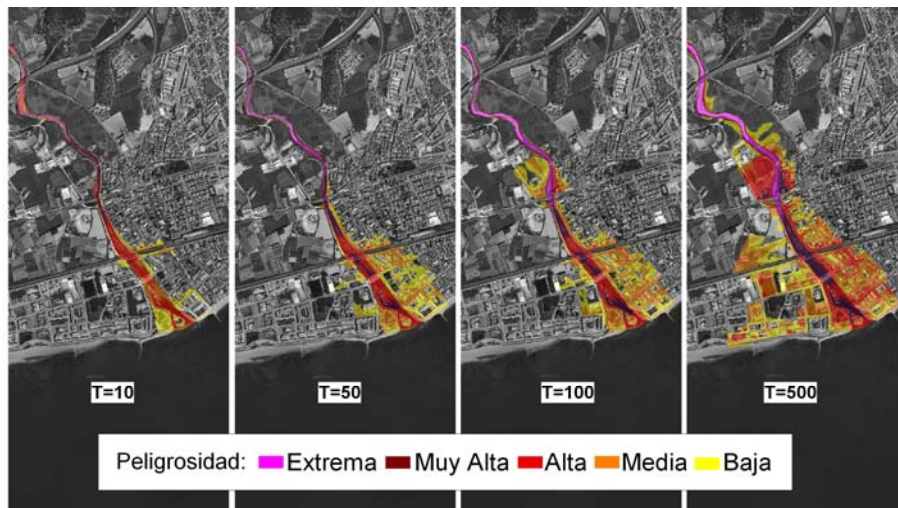


Figura 4 Raster de peligrosidad en a desembocadura del río Foix para 10, 50 , 100 y 500 años de período de retorno

### 3.3 Elementos vulnerables

En este apartado se muestra la categoría de los elementos existentes en el núcleo urbano de Cubelles, en la figura 5 puede observar como ambos márgenes de la desembocadura están ocupados por edificios de viviendas. Existen diversas infraestructuras de comunicación –FFCC Barcelona /Tarragona y carretera C-31- que interfieren el flujo condicionando la peligrosidad existente en la zona.

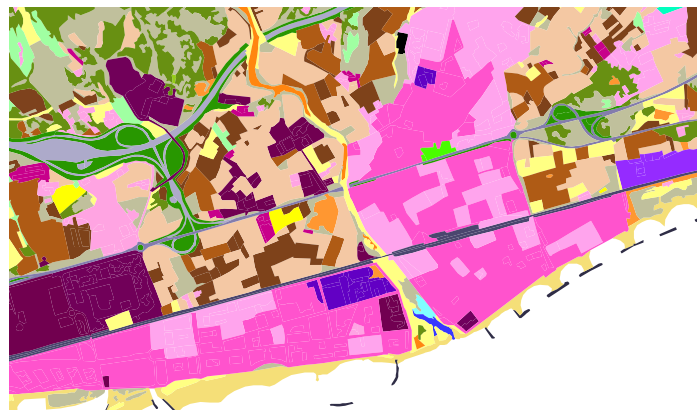


Figura 5 Ráster de usos del suelo reclasificados y valorados en el río Foix, realizado a partir del mapa de cubiertas del suelo de Cataluña

### 3.4 Cuantificación del daño por inundación según el grado de afección

Como resultado final, se muestra como ejemplo el gris de costes calculado con la envolvente de peligrosidad, dónde cada píxel incorpora el coste asociado al posible daño.



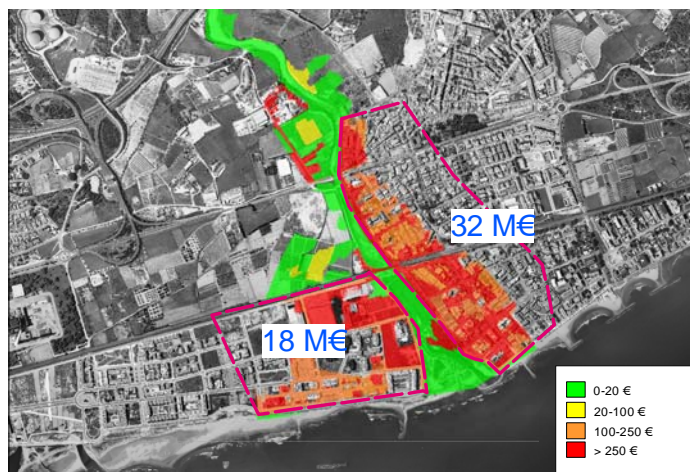


Figura 6 Ráster de valoración de daños potenciales en la zona inundable del río Foix calculados a partir de la envolvente de peligrosidades.

Además, se muestran los análisis realizados con los costes calculados para 10, 50, 100 y 500 años de período de retorno. Esta información permite en primer lugar, extraer curvas que comparen la probabilidad de ocurrencia de un evento con los daños ocasionados - figura 7(B) -, de esta forma se puede determinar, objetivamente, el nivel de riesgo al cual está sometido el núcleo urbano de Cubelles.

Por otro lado, se puede hacer un análisis análogo que compara el caudal de avenida con los daños ocasionados - figura 7(A) -. Esta última curva, puede ser utilizada como una herramienta más en un sistema de ayuda a la decisión en caso de emergencia por avenida, la cual asociada a un sistema de predicción en tiempo real, ayuda a priorizar las actuaciones a realizar en la cuenca durante una emergencia.

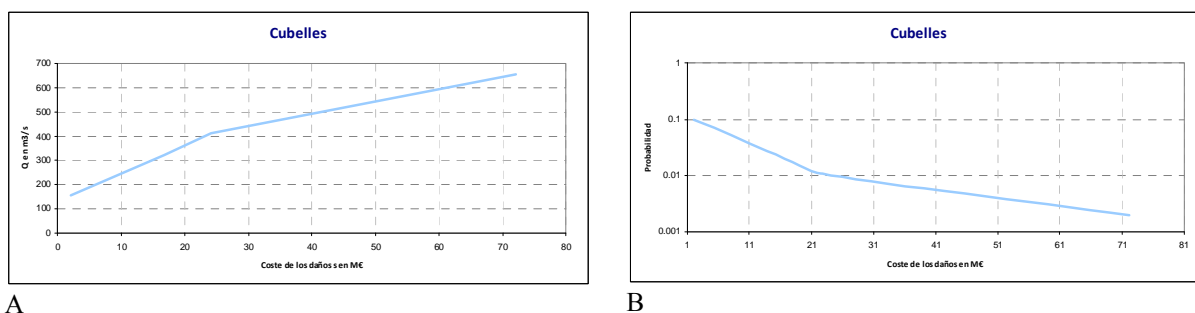


Figura 7 A la izquierda Gráfico que compara el caudal de avenida con los daños potenciales que se pueden ocasionar en el núcleo de Cubelle y a la derecha gráfico que compara la probabilidad de ocurrencia de una avenida con los daños potenciales ocasionados.

## 4 Consideraciones finales

Analizando los resultados parciales se puede concluir que:

- La gradación de la peligrosidad en 5 rangos, en vez de los 3 clásicos, ayuda a evaluar mejor el daño que puede ocasionar una inundación y permite visualizar aspectos importantes del modelo hidráulico a tener en cuenta.
- La creación de ontologías entre categorías del mapa de usos del suelo y la matriz de puntos singulares permite trabajar de forma independiente a la asignación que se realice desde los organismos que generan la cobertura del mapa de cubiertas del suelo. La reclasificación de la información de usos del suelo a partir de

la matriz elaborada teniendo en cuenta unidad de coste y el posterior análisis de riesgo homogeneiza los resultados independientemente de las fuentes utilizadas, sus posibles actualizaciones, y del nivel de agregación que tenga en origen. De la misma manera a partir de su asignación al nivel de elemento se unifica para trabajar en la escala adecuada.

- La aplicación de esta metodología asegura la determinación del riesgo potencial por inundaciones de forma objetiva, así como su análisis y evaluación. El uso de esta metodología sin aplicar el factor corrector de la probabilidad de ocurrencia permite tener un primer análisis del coste beneficio de las medidas correctoras, ayudando a la toma de decisiones, a escoger mejor la solución óptima y a dar prioridad a las actuaciones.
- En la validación territorial que se está llevando a cabo, se ha detectado que en determinados casos es conveniente utilizar factores adicionales, como por ejemplo en el caso de flujos hiperconcentrados, que permiten incorporar otros aspectos importantes que intervienen en la peligrosidad. Aún así se espera poder acabar de calibrar la metodología durante la aplicación de la evaluación preliminar del riesgo
- Ha sido necesario establecer criterios sencillos de equivalencia y agregación de la información para poder comparar a nivel homogéneo entre territorios. La mayor incertidumbre se centra en la valoración de la afección a personas.
- La información base de cubiertas del suelo es uno de los factores que mas inciden en los resultados finales; además es necesario en muchas ocasiones tener en cuenta el planeamiento urbanístico.
- La metodología no permite evaluar la afección a puentes y otras estructuras. Esta debe ser analizada de forma independiente e integrada en el resultado final.

Como conclusiones finales

- La obtención de un mapa de Euros/píxel para poder identificar aquellos ámbitos con mayor riesgo potencial permite delinear, agregar y representar la información de manera sencilla y intuitiva para los usuarios.
- El mapa de coste por píxel permite analizar el efecto de determinadas actuaciones en el espacio fluvial y comparar las afecciones en caso de nuevas ocupaciones.
- La información generada permite la comparativa territorial y la suma de las problemáticas tanto por ámbito como por tipo de ocupación, de forma que se garantiza que la base comparativa sea la misma.

Conviene por tanto no olvidar que el principal activo en la planificación es el espacio, siendo el PEFCAT una de las herramientas que se encarga de su preservación y delimitación. La preservación del espacio fluvial no ocupado es el activo prioritario y el uso de metodologías que ayudan a la visualización del peligro que suponen y del incremento de riesgo que pueden comportar nuevas ocupaciones respecto a las existentes es básico para poder hacer una planificación participativa.

## 5 Referencias bibliográficas

- Estimación de daños potenciales por inundación en el espacio fluvial, Agencia Catalana del Agua, 2010
- Planificació de l'espai fluvial de la conca del riu foix. (Agencia Catalana del Agua). 2007
- Estudio de alternativas para la prevención y gestión fluvial de la cuenca del río Duerna (León), Confederación Hidrográfica del Duero, 2008
- Assessing And Valuing The Risk To Life From Flooding For Use In Appraisal Of Risk Management Measures, Defra, 2008
- Guía 2: Understanding Your Risks: Identifying Hazards And Estimating Losses , 2001, FEMA, USA
- Plan de acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA), 2002, Generalitat Valenciana
- Plan especial de defensa frente a avenidas de Tenerife, 2005. Cabildo Insular de Aguas de Tenerife