Investigaciones geográficas, nº 58
pp. 245 - 266 ISSN: 0213-4691

Instituto Interuniversitario de Geografía
Universidad de Alicante

RIESGO DE INUNDACIONES EN BORREDÀ (BARCELONA) POR LA CRECIDA DE LA RIERA MARGANÇOL

Jaume Alcañiz Solanas

Instituto Interuniversitario de Geografía
Universidad de Alicante

RESUMEN

Las avenidas y las inundaciones son un fenómeno natural común en la zona mediterránea. Las avenidas, con las consiguientes inundaciones, provocan desastres que a menudo producen pérdidas humanas, materiales e inmateriales de patrimonio, y por ello este tipo de desastres causan un gran impacto en la sociedad.

La relevancia de las inundaciones en nuestra sociedad y el impacto que causó en los habitantes de la zona el episodio de crecida excepcional del río Margançol el 22 de agosto de 2008, ha conducido a profundizar en el riesgo de inundaciones en la cuenca de este río. Los objetivos han sido, reconstruir las características hidrológicas del episodio de crecida mencionado, identificar e integrar los factores que intervienen en el Análisis del Riesgo de este caso, estudiar la peligrosidad y la vulnerabilidad así como los factores que las generan, y proponer medidas de prevención para eventos similares futuros.

Se profundiza en el caso de estudio, analizando por una parte la peligrosidad, y por otra, la vulnerabilidad, siempre en relación a la reconstrucción de la avenida del 22 de agosto de 2008. Convienen resaltar que se ha trabajado a dos escalas: una general a nivel de cuenca, y otra de detalle en un tramo de 4,5 km que discurre por el término municipal de Borredà (Barcelona).

Con independencia del limitado alcance de la avenida estudiada, las conclusiones del trabajo permiten, con la metodología usada, evaluar el riesgo de inundación en la zona y proponer medidas de gestión adecuadas.

Fecha de recepción: 15 de octubre de 2012 **Fecha de aceptación: 9 de enero de 2013**

Palabras clave: *Borredà, Margançol, inundaciones, avenidas , crecidas, riesgo, peligro, vulnerabilidad.*

ABSTRACT

Flash-floods are natural and common phenomena in the Mediterranean region. Flash floods and its consequences can often cause loss of human life, economic costs, and tangible and intangible losses of patrimony. Therefore, such disasters may cause great impacts on society.

The matter of floods and the impact of the 2008 August 22th flash-flood in the Margançol River illustrates the importance of this the risk in this basin. The objectives of this paper have been the reconstruction of hydrological characteristics of August 22nd 2008 flash-flood, the identification and integration of the variables involved in the risk analysis, the estimation of the flood hazard, vulnerability and the variables that generate both, and the proposal of new measures to prevent future disaster events.

Our approach to the case study has been analysing on the one hand, the flood hazard and in the other hand, the vulnerability, inn the context of the August 22nd of 2008 flash-flood. It must be pointed that our approach involves two different scales: a general zoom scope of the basin and a detailed zoom of a 4,5 km-long section of the Margançol Rriver, in the municipality of Borredà (Barcelona).

In spite of the limited extent of this flash-flood, the conclusions allow, with the used methodology, for the assessment of the flood risk and the formulation of pertinent management measures.

Key words: Borredà, Margançol, floods, flash floods, owerflowing, risk, hazard, vulnerability.

1. INTRODUCCIÓN

Las inundaciones en España provocan una media de veinte víctimas mortales anuales y suponen unos 210 millones de euros de pérdidas al año que representan el 0,03 del PIB (AYALA, FJ 2002). El gran impacto que tienen las sitúa como el desastre natural con más pérdidas económicas producidas. Por ejemplo, Olcina (2008) cita el listado de peligros naturales en España con más repercusión socioeconómica, territorial y de frecuencia de aparición, donde las lluvias abundantes o tormentas con efectos de inundación son las primeras, seguido de las secuencias de sequías y los temporales de viento.

Este trabajo pretende ser un ejercicio de análisis del riesgo de inundaciones a partir de la crecida del río Margançol que se produjo el 22 de agosto de 2008, es por lo tanto el estudio de un caso o episodio concreto. Este río se encuentra

en cabecera de la cuenca del río Llobregat, en el Prepirineo Catalán, dentro de la comarca del Berguedà, en el límite oriental de la provincia de Barcelona con la de Girona. Esta crecida del río Margançol fue excepcional, y así lo recuerdan los vecinos de la zona que vieron cómo desbordaba el río ocasionando ciertos daños. El resultado de la riada dejó una nueva morfología del curso del río en ciertos puntos lo que hacía evidente la gran potencia del episodio que llegó a arrastrar grandes bloques de piedra centenares de metros, árboles tumbados, rompió pequeñas antiguas presas, descalzó tuberías, e incluso algún coche que fue arrastrado río abajo.

La magnitud del episodio y la proximidad con que lo experimenté personalmente, me supuso una motivación especial para analizarlo con detalle. Con la determinación de la peligrosidad y la vulnerabilidad ante este acontecimiento concreto se pretende hacer una aproximación a la prevención del riesgo de inundación por crecidas y su afectación al entorno fluvial de la Riera de Margançol.

Hay que decir que la repercusión en los medios de comunicación del evento fue marginal debido a la localización geográfica del río en un entorno de carácter rural y porque no afectó directamente a personas. No por ello se debe considerar menos importante, ya que justamente para la proyección de estrategias territoriales en estos ámbitos rurales, cualquier recurso local es vital para planear nuevas formas de desarrollo. Así, este estudio también pretende ser una contribución al conocimiento del entorno del río Margançol y de su funcionalidad ambiental y social. De este modo, este trabajo puede aportar información al planeamiento territorial local contribuyendo a la estimación de la peligrosidad de estos fenómenos, y a la vulnerabilidad de personas y patrimonio ante un riesgo natural como el de las riadas e inundaciones.

En los últimos años, estas áreas rurales han progresado por el creciente interés en el ámbito del turismo rural, el senderismo y la protección de los espacios naturales. La reconversión de antiguos molinos y de masías cercanas en segundas residencias, o la instalación de nuevos campings son ejemplos. Es por ello que el conocimiento y conservación del patrimonio natural, cultural y paisajístico de la riera es, en mi opinión, una prioridad a la hora de planificar las estrategias hacia el desarrollo turístico de esta zona.

Como primera hipótesis no se espera encontrar un ambiente muy vulnerable, ya que ni la exposición de los elementos patrimoniales, ni las características intrínsecas, ni la capacidad de adaptación al riesgo parecen, a priori, ser elevadas o deficientes. El entorno fluvial del río Margançol no presenta una elevada exposición de patrimonio o de habitantes en las proximidades del mismo. Además se considera que el nivel de adaptación de la población, tanto vecinos como administración local, se cree suficientemente adaptada a la gestión del riesgo de inun-

daciones por crecidas. Con esta premisa, se pretende hacer una aproximación y análisis de la dimensión de la peligrosidad y la vulnerabilidad de inundaciones por crecidas en el entorno del río Margançol.

Cabe mencionar el vacío de información existente respecto a esta temática de inundaciones en esta cuenca, como la falta de parámetros hidrometeorológicos, lo que ha supuesto una dificultad añadida y ha determinado la metodología seguida.

2.1. Objetivos

Los objetivos que pretende cumplir este trabajo sobre el evento de crecida que tuvo lugar el 22 de agosto de 2008 en la riera Margançol son:

Objetivos formativos generales:

- Analizar de manera integral el problema con un enfoque transversal de la cuestión de estudio.
- Proponer una metodología propia de evaluación de la peligrosidad y vulnerabilidad.
- Utilizar las herramientas de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el caso estudiado.

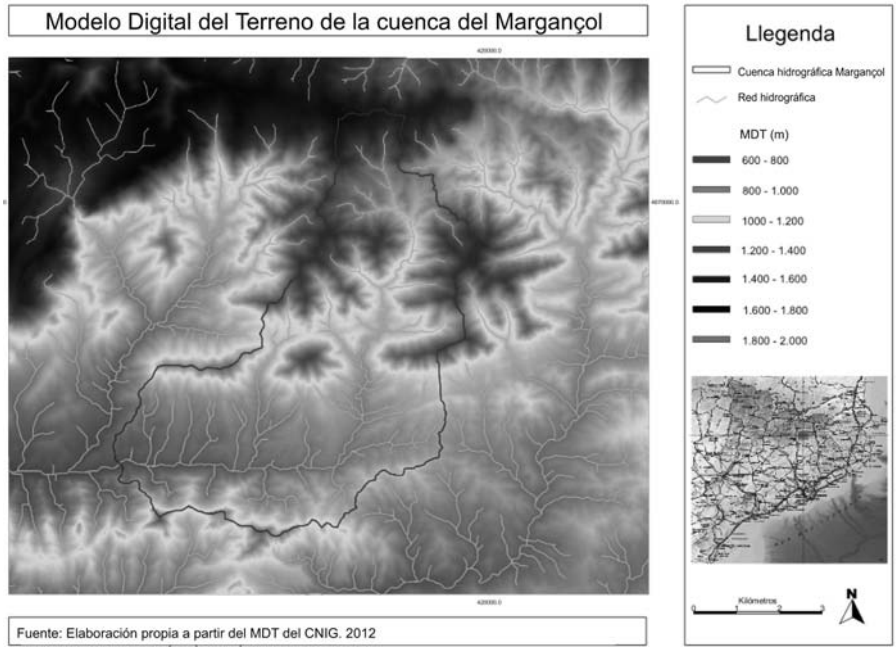
Objetivos específicos:

- Reconstruir a partir de los indicios y de la información disponible las características hidrológicas del evento de crecida del río Margançol.
- Identificar e integrar los factores que intervienen en el Análisis del riesgo de estos tipos de eventos.
- Estudiar la peligrosidad y la integración de los factores que la generan.
- Estudiar la vulnerabilidad y la conjunción de los factores que la modifican.
- Contribuir al conocimiento del sistema fluvial del río y su entorno.
- Elaborar cartografía para la representación de los fenómenos de peligrosidad y de vulnerabilidad analizados.

2. ÁREA DE ESTUDIO

La zona en la que se estudia este evento de crecida fluvial se encuentra enmarcada en el Prepirineo Catalán central, en la comarca del Berguedà, situada en la Provincia de Barcelona, justo en su límite nororiental con la de Girona. El municipio donde se centra el estudio es el de Borredà, aunque se incluirán por algunos aspectos a los de su entorno como Sant Jaume de Frontanyà, Vilada, La Quar y Castell de l'Areny por el lado del Berguedà, y el de Les Llosses perteneciente a la comarca del Ripollès. El río Margançol (también llamado Riera de Borredà en la zona) es un afluente de la vertiente izquierda del río Llobregat que desemboca actualmente en el embalse de La Baells.

Figura 1. MDT cuenca del Margançol.



Borredà es un pueblo representativo de la Cataluña de montaña que está situado en un claro dentro del paisaje forestal dominante, al pie de la Sierra de Sant Marc, en una zona de relieve relativamente suave. Tiene 609 habitantes según el padrón de 2010, y su economía está diversificada en la agricultura de secano, la ganadería, remanentes de la industria textil que había sido muy importante, la construcción de ámbito local, la explotación forestal y el turismo. Esta población ha sufrido en los últimos años, un cambio de orientación con respecto a la economía del pueblo, ligada a la dinámica general del ámbito rural pirenaico de Cataluña. Mientras que en el siglo pasado los sectores primarios eran los más fuertes e importantes (agricultura, textil, sector forestal), actualmente dejan paso a los sectores terciarios, especialmente el turismo rural y la construcción urbanística de segundas residencias.

El municipio de Borredà se encuentra en las últimas ondulaciones pronunciadas del Prepirineo Central, es decir, en un conjunto de sierras de alineación este - oeste formadas por el plegamiento alpino. Se trata de una zona de relieve accidentado, drenada por el río Margançol, que tiene sus límites por el noroeste en las sierras del Catllaràs y La Clusa, que conforman un sistema montañoso de geología caliza que constituye un gran acuífero de aguas subterráneas que da lugar a las diferentes fuentes que se encuentran por toda la vertiente de la cuenca

del río Margançol. Al este los límites están formados por las crestas de las sierras de Roca Roja, Molló y otras de menor entidad. En el Sur, encontramos la Sierra de Picancel, orientada de este a oeste, que desvía el río Margançol hacia poniente hasta el actual embalse de La Baells en el río Llobregat. Al oeste los límites son menos definidos y se corresponden con las divisorias de las Sierras de Picanyes, Can Saiol, Sant Marc y Guardiolans. La cota máxima de la cuenca está situada en el Puig de Faig i Branca (1521 m snm), y la mínima (610 m snm) justo antes de la confluencia con la Riera de Vilada, donde alimenta al pantano de La Baells en el río Llobregat.

En este trabajo se ha hecho también una revisión del Pla d'Emergències per Inundacions de Catalunya (INUNCAT) para enmarcar la visión de éste en nuestro ámbito de estudio. El plan INUNCAT es una herramienta que califica y localiza dentro de todo el territorio de Cataluña los aspectos fundamentales para el análisis del riesgo, vulnerabilidad, zonificación del territorio, establecimiento de las épocas de peligro y despliegue de medios, recursos y localización de infraestructuras de apoyo para los trabajos de actuación en caso de emergencia. En este documento se hace un análisis del riesgo abordando la peligrosidad y la vulnerabilidad a escala de todo el territorio catalán, a nivel municipal, pero con una escala y visión general del conjunto de Cataluña. Se han estudiado los canales fluviales de mayor entidad que pasan por zonas urbanas susceptibles de ser inundadas. En él también se advierte que para un análisis más detallado de delimitaciones de áreas inundables es necesario un estudio a escala mayor. Dentro del análisis realizado por este plan, se evalúa cuál es la categorización de los municipios del área de estudio, en el entorno del río Margançol.

El resultado que da el Plan INUNCAT respecto al riesgo de inundaciones del municipio de Borredà es de bajo nivel de riesgo y no obliga a la redacción de un Plan de Actuación Municipal (PAM). Las conclusiones derivan del resultado del estudio de la peligrosidad y la vulnerabilidad, a una escala de trabajo general, de alcance territorial y de poco detalle (entorno a 1: 50.000). Es por ello que se ha querido profundizar y analizar a una escala más detallada el riesgo de inundación de este entorno de la Riera de Margançol.

3. METODOLOGÍA

En primer lugar se ha realizado un estudio general de la cuenca. En este se ha elaborado cartografía gracias al software libre gvSIG, con las herramientas que contiene, entre las que destaca la aplicación llamada SEXTANTE, que está conformada por una variedad de algoritmos que han permitido el análisis hidrológico básico de este trabajo.

Las fuentes de información utilizadas, necesarias para la complementación del análisis, han sido las del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) de donde se ha extraído el MDT de la zona de estudio en formato ASCII. De este MDT de 5 m de precisión se ha juntado las dos hojas que cubren la cuenca y se ha disminuido la resolución (de 10 m de lado de píxel) para facilitar la computación de los datos. Una vez obtenido el MDT se ha realizado la cartografía para el análisis hidrológico, obteniendo la delimitación de la cuenca, estableciendo la estación de aforo del ACA como punto de salida de la misma, y se ha ubicado toda la red de drenaje de la misma.

Otra fuente utilizada ha sido el Institut Cartogràfic de Catalunya, del que se ha extraído cartografía de detalle como los mapas topográfico 1:5.000, las ortofotoimágenes de 25 cm de resolución del año 2009, ortofotoimágenes 1:25.000 del servicio WMS .

El mapa de cubiertas ha sido descargado del mismo sitio del MCSC (cubiertas del suelo de Cataluña del CREAF) en formato vectorial de donde se ha extraído la información relativa a superficies y cubiertas de la cuenca hidrográfica.

De la web de la Generalitat de Cataluña se han utilizado la cartografía digital de los límites administrativos y las plantillas de comarcas y municipios de Cataluña para preparar la cartografía de georeferenciación de la cuenca del Margançol en el contexto de Cataluña.

El trabajo de campo ha supuesto una parte muy importante como fuente de información, tanto a partir de la observación directa del río y su entorno, como la entrevista con el alcalde o los comentarios de vecinos y trabajadores que han aportado cierta información muy valiosa que no se hubiera obtenido de ningún otro método.

La estructura del trabajo ha sido dividida en los apartados referentes a la reconstrucción de la riada del 22 de agosto de 2008, el de la peligrosidad y de la vulnerabilidad, con el fin de abordar las cuestiones con más precisión. El ámbito de trabajo se ha reducido a un tramo específico del río Margançol, donde la riada tuvo más incidencia y donde se ubican la mayor parte de elementos patrimoniales. Este tramo de 4,5 km de río, comprende desde el punto de captación de agua para usos urbanos ubicado en el Pla de Cabanes (municipio de las Llosas), hasta el cambio de dirección del curso del río Margançol próximo al Molí de Cirera, situado al sur-este del núcleo de Borredà.

En resumen, las fuentes de información utilizadas han sido:

– La cartografía digital disponible que ha sido fundamental para la elaboración de la cartografía específica del caso y su posterior análisis, como la topográfica, las ortofotoimágenes, la geológica, etc. Así, la documentación cartográfica ofrecida por el Instituto Cartográfic de Catalunya (ICC)

ha sido básica para este estudio. Se ha obtenido a partir de la descarga de la web del ICC y de Web Map Services (WMS).
- Del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) se han utilizado los datos del Modelo Digital de Elevaciones necesarias para este estudio.
- Para las cubiertas del suelo se ha utilizado el Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya (MCSC), elaborado por el CREAF, que se puede considerar un mapa muy detallado de los usos del suelo y de las formaciones vegetales en Cataluña.
- El Pla d'Emergències per Inundacions de Catalunya (INUNCAT) ha servido también como punto de partida para este estudio.
- Respecto a la información meteorológica, debido a la falta de información oficial dentro de la cuenca del río Margançol, se ha utilizado la información de las estaciones automáticas próximas del Servicio Meteorológico de Cataluña (SMC) y datos obtenidos por particulares.
- La información hidrológica-hidrográfica ha sido facilitada por la Agencia Catalana del Agua (ACA), en concreto los datos de la estación de aforo EA094 Vilada situada al final de la Riera Margançol que recoge la información de altura de la lámina de agua (limnígrafo) lo que permite calcular los caudales de este río.
- Una parte muy importante de la información necesaria ha sido generada por el trabajo de campo. Este ha consistido, por un lado, en medidas de las características del medio natural (geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, etc.) del entorno de la riera, y por otro, en encuestas y conversaciones con vecinos y trabajadores de la brigada municipal de obras y una entrevista al alcalde de Borredà, los cuales han facilitado mucha información. Además, se han realizado fichas sobre los elementos y evidencias dejadas por la riada y las afecciones al patrimonio fluvial del tramo seleccionado del río Margançol.

3.1. Procedimiento para la reconstrucción de la riada del 22 de agosto del 2008

Para la reconstrucción y la estimación de la peligrosidad del episodio de la crecida se han utilizado fuentes de instituciones oficiales como el SMC (Servei Meteorològic de Catalunya) o el ACA (Agència Catalana del Agua), fuentes bibliográficas, y también información recopilada en el trabajo de campo. Las fuentes de información utilizadas en este apartado son:
- Estaciones meteorológicas automáticas cercanas a la cuenca (XEMA, SMC).
- Estación de aforo ED094 situada en la riera Margançol, ACA.
- Entrevistas con el equipo técnico municipal (alcalde, Brigada de obras).

- Aportaciones de los vecinos del río Margançol.
- Trabajo de campo (material fotográfico, análisis geomorfológico, evidencias de la riada, etc.)
- MDT del CNIG.
- Cartografía digital del ICC.
- Bibliografía (web).

Hay que remarcar que no se ha podido hacer un análisis histórico ya que no se han encontrado documentos en el archivo municipal que citen fenómenos de crecida como el estudiado. El motivo de la falta de documentación histórica es que muchos documentos del municipio fueron quemados durante la guerra.

Otra fuente de información ha sido la estación de aforo de la Riera Margançol (EA094 Vilada), facilitada por el ACA, y que ha aportado información sobre los caudales y la altura del agua del río en este punto durante el episodio de crecida estudiado.

Los trabajadores de la brigada municipal que trabajaron en las obras de restauración del río, facilitaron información sobre las precipitaciones de ese día, tanto en Borredà como Sant Jaume de Frontanyà. Estos datos procedían de masías que llevan un registro fiel de la pluviometría de la zona si bien han sido obtenidas con pluviómetros no profesionales. Las masías se encuentran localizadas en Borredà (Cal Vilardell) y en Sant Jaume de Frontanyà (Cal Marxandó). Así pues, los datos no son probablemente exactos pero sí de gran valor debido al vacío de información de este tipo dentro de la cuenca del río Margançol. Los datos de estos particulares son utilizados con frecuencia por el SMC y por medios de comunicación (TVC) a pesar de no ser estaciones oficiales, lo que les otorga una credibilidad razonable.

Respecto a la información de los daños y los niveles alcanzados en la crecida, los vecinos de la zona han ayudado aportando información muy valiosa y precisa de las consecuencias de la riada.

Gracias a la abundante documentación fotográfica se ha podido hacer una gran labor de reproducción de los hechos y de los efectos de la riada en la riera y determinar en muchos puntos el nivel máximo de la crecida. Esta información es fundamental a la escala de detalle en que se ha trabajado, ya que sin ésta sería de gran dificultad determinar los niveles de la riada debido al vacío de información hidrológica y meteorológica. También ha permitido la delimitación precisa de las zonas de cauce, ribera y llanura de inundación. La fotointerpretación ha sido clave, pero sin trabajo de campo no hubiera sido posible realizar el estudio con el detalle que se ha llevado a cabo y así localizar y fotografiar las partes afectadas por la riada en la actualidad, detectando restos de indicios de la riada aún presentes.

Para llevar a cabo la cartografía y el análisis de los efectos y de la peligrosidad de inundación se ha utilizado gvSIG como principal herramienta de trabajo cartográfico. Con él se ha elaborado el estudio geomorfológico de la cuenca, y el consecuente estudio hidrológico básico para determinar la red de drenaje de ésta. Para ello ha sido necesario la utilización del MDT proporcionado por el CNIG (Centro de Descargas de Información Geográfica). El software integrado en gvSIG que ha permitido el estudio hidrológico y geomorfológico ha sido SEXTANTE, a partir de los algoritmos que incorpora y que permite un cómodo trabajo con gvSIG. También se ha utilizado la cartografía digital del ICC que está disponible en su sitio web oficial, como la cartografía topográfica (1:5.000), geológica, ortofotoimágenes (píxel de 25 cm y 1:25.000), entre otros.

Se ha trabajado a dos escalas: una de cuenca general, y la otra de detalle en el tramo de 4,5 km situado entre el Pla de Cabanes y el Molí de Cirera. Para esta última se ha trabajado tanto a escalas 1:1.000 como 1:8.000. La escala general utilizada para el estudio geomorfológico de la cuenca del Margançol ha sido de 1:80.000 aproximadamente.

3.2. Determinación de la peligrosidad

Ante todo se ha hecho una estimación de las características del clima local, enfocado sobre todo al régimen de precipitaciones de elevada intensidad horaria, como son las conocidas tormentas de verano. En este apartado se hace una comparación con los datos aportados por el INUNCAT. En este sentido se da una idea de la peligrosidad que conllevan estos fenómenos meteorológicos en el contexto de las cuencas pequeñas de montaña.

Seguidamente se enfoca el estudio de la peligrosidad desde la geomorfología, ya que, en función de los datos disponibles, no era posible un estudio abordado desde otros puntos de vista. La geomorfología de una zona habla por sí misma sobre los procesos que actúan, como también de los que han actuado con anterioridad. Así podemos decir que es un registro paisajístico que revela su historia dándonos información de la forma en que han sido modelados, por qué agente, y también, aproximadamente, en qué momento.

La peligrosidad se ha determinado a partir del trabajo de campo, las fichas de las evidencias geomorfológicas, la observación directa, la fotointerpretación, el estudio hidrológico-hidráulico, la bibliografía y los conocimientos aportados por el estudio a escalas de cuenca han permitido hacer una clasificación de la geomorfología de la riera. Esta clasificación ha sido dividida en tres zonas atendiendo a las características morfológicas de un río: el cauce o lecho, la orilla o ribera, y la llanura de inundación.

Estas tres áreas diferenciadas del sistema fluvial son el resultado del modelado que ha dejado el río durante su formación. En éstas se evidencian las frecuencias e intensidades de crecidas o inundaciones. Por lo tanto, las diferentes morfologías fluviales son un registro de los cambios geomorfológicos ocurridos y un reflejo directo de las condiciones de avenida existentes. Así pues, gracias a estas relaciones se pueden correlacionar de forma aproximada, y con criterios estrictamente geomorfológicos, las diferentes morfologías observadas con las zonas inundables y los caudales correspondientes a diferentes períodos de retorno (Cartografía geomorfológica de zonas inundables, ACA 2012). Por tanto, podemos establecer la relación entre las diferentes morfologías diferenciadas en el sistema fluvial con las frecuencias e intensidades de las avenidas.

3.3. Estimación de la Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es la dimensión social y política que determina el riesgo ante un determinado peligro natural. Las nuevas tendencias en el estudio de la vulnerabilidad han llevado a desagregarla en tres aspectos que resultan de una integración de gran cantidad de puntos relevantes en la evaluación de esta variable.

Así pues, la vulnerabilidad está formada por las características intrínsecas de los bienes en cuestión, por la vulnerabilidad física de estos elementos y por la capacidad de adaptación que tiene la sociedad o una comunidad determinada para rehacerse de los desperfectos o gestionar el riesgo producido por un peligro natural.

Dentro de cada una de ellos se incorporan elementos como el estado de conservación de los bienes, la protección física, la ubicación en función de la peligrosidad, los sistemas de emergencias existentes o las ayudas económicas de instituciones supramunicipales, entre otros.

Para la determinación de la vulnerabilidad se han empleado distintas fuentes de información, desde entrevistas hasta trabajo de campo, material fotográfico, fotointerpretación y diversas cartografías. Pero ante todo se han separado los tres aspectos que integran la vulnerabilidad en este estudio: la vulnerabilidad intrínseca (susceptibilidad), la vulnerabilidad física (exposición al peligro) y la capacidad de adaptación (resiliencia). A continuación se describirá la metodología utilizada para obtener cada una de las tres variables distinguidas.

3.3.1. Vulnerabilidad intrínseca

Se han localizado geográficamente los elementos cercanos al sistema fluvial estudiado con la ayuda de cartografía topográfica y ortofotoimágenes. También se ha complementado esta labor con el trabajo de campo. Se ha hecho un inven-

tario de todos los elementos patrimoniales ubicados en el sistema fluvial del río Margançol, dentro del tramo ubicado entre el Pla de Cabanes y el Molí de Cirera. Esto incluye canales de captación, canalización de las aguas para uso público, pasarelas de vehículos que cruzan el río, depósitos de sedimentación, presas y antiguos molinos harineros usados actualmente como viviendas.

Una vez inventariados todos los elementos, en forma de fichas, se han definido unos criterios cualitativos para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca que son los indicados en la figura 3.

Figura 2. Esquema valoración criterios de la vulnerabilidad intrínseca.

Elaboración propia

Así se valora el estado de conservación del elemento patrimonial, la protección física del elemento, y la titularidad de tenencia. A través del sumatorio de las puntuaciones para cada criterio se establece una clasificación de la vulnerabilidad intrínseca que se divide en alta, media y baja.

Se han descartado otros datos como son el valor económico de los bienes o el valor del seguro por el difícil acceso a esta información, así como de otros aspectos no incluidos.

3.3.2. Vulnerabilidad física

Para hacer una valoración cuantitativa de la exposición se han localizado y cartografiado todos los elementos considerados como patrimonio en el tramo estudiado de la riera, sean de patrimonio arquitectónico como infraestructuras de servicios y comunicaciones, u otros. Considerando que éstos se encuentran bajo la influencia hidrológica del río se distinguen tres zonas para diferenciar la exposición al peligro natural de crecidas e inundación. A falta de bibliografía y de fuentes estadísticas de periodicidad de crecidas o de periodos de retorno, se

ha zonificado la vulnerabilidad física (exposición) en base a las características topográficas de la orilla del río, principalmente la sección y la morfología fluvial del cauce. Es decir, se ha zonificado el lecho o cauce, la orilla y la llanura de inundación. Esta distinción del sistema fluvial está directamente relacionada con la frecuencia de inundación de estos terrenos, y por tanto, implícitamente en este estudio, se consideran los periodos de retorno y se clasifican como diferentes niveles de exposición al riesgo. En este sentido, la exposición se ha establecido a partir de la peligrosidad de inundación, relacionado así, la frecuencia e intensidad con el grado de exposición de un elemento patrimonial.

En relación con este aspecto ha sido necesario realizar un intenso trabajo de campo para determinar y zonificar las áreas de influencia de la geomorfología fluvial en función de los criterios anteriormente mencionados. El material fotográfico ha sido también de gran ayuda para determinar el alcance de las riadas y comparar diferencias de nivel con respecto al fondo del cauce. La fotointerpretación, por último, ha sido imprescindible para poder cartografiar las zonas con distinto grado de vulnerabilidad física en el tramo estudiado del río Margançol.

El resultado final es una clasificación de tres niveles de exposición: exposición alta, exposición media y exposición baja.

3.3.3. Capacidad de adaptación

Para establecer esta variable se ha recurrido a una entrevista al alcalde de Borredà que aportó información detallada de las actuaciones llevadas a cabo para reparar los desperfectos de la riada, las ayudas económicas recibidas, las entidades que intervienen en todo el proceso de adaptación al riesgo y de gestión del mismo, entre otros. El material fotográfico ha servido para localizar y valorar los daños producidos por la riada del 22 de agosto de 2008, así como las conversaciones con vecinos del río y otros miembros del equipo de obras del Ayuntamiento de Borredà los cuales han facilitado mucha información detallada y técnica del suceso.

Para la calificación de la resiliencia se ha optado por considerar cinco criterios, los cuales de manera ponderada y en función del peso que se ha otorgado a la repercusión social, cuantifican un nivel de adaptación al riesgo. El primer criterio se refiere a la existencia de protocolos de actuación de emergencias municipales que suponen una organización y gestión para una eficaz actuación en caso de situación de riesgo. El segundo trata de los servicios de previsión meteorológica y de situación de riesgo, que permiten una actuación a tiempo y contribuyen a reducir el riesgo. El tercero son los sistemas de alertas en las zonas de riesgo, que suponen una organización exclusiva para la comunicación de situaciones de riesgo y por lo tanto para avisar a tiempo a la zona afectada y para optimizar las tareas de gestión y de reducción de las situaciones de riesgo. El

cuarto comprende los informes de daños post-desastre realizados por quienes colaboran en las tareas de recuperación. Y el quinto y último criterio, corresponde a las ayudas económicas que dispone una comunidad o sociedad para restablecer la actividad a la normalidad.

A partir de ahí se ha hecho una valoración y reclasificación en tres niveles de resiliencia (alta, media y baja).

3.3.4. Vulnerabilidad global

Una vez obtenidas las valoraciones de los tres aspectos de la vulnerabilidad considerados en este estudio, se ha procedido a integrarlos en un solo indicador llamado vulnerabilidad global.

El primer paso ha consistido en cruzar la vulnerabilidad intrínseca y la vulnerabilidad física multiplicando uno con el otro. La metodología utilizada para este paso está extraída de otros trabajos como el de «Mapping the Vulnerability of cultural heritage to the flood hazard in the Fluvià river basin (Catalonia)» (Ribera et al, 2003). El resultado se interpreta en tres categorías (alta, media y baja) como se puede ver en la tabla 1. Este dato se ha llamado vulnerabilidad conjunta, para distinguirla de la global.

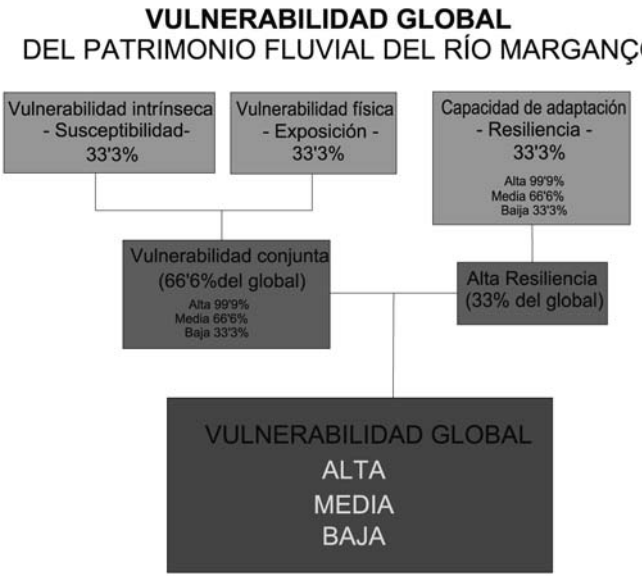
Tabla 1. Esquema de la vulnerabilidad conjunta.

	VULNERABILIDAD INTRÍNSECA - SUSCEPTIBILIDAD -			
VULNERABILIDAD FÍSICA – EXPOSICIÓN -		ALTA	MEDIA	BAJA
	ALTA	ALTA	ALTA	MEDIA
	MEDIA	ALTA	MEDIA	BAJA
	BAJA	MEDIA	BAJA	BAJA

Elaboración propia.

Seguidamente, se cruza el resultado obtenido de la vulnerabilidad conjunta con la capacidad de adaptación ya valorada. En este caso se ha dado el mismo peso a cada una de las tres variables de la vulnerabilidad global, considerando que cada una de ellas es igual de importante en el cómputo global de la vulnerabilidad. Así, se atribuye un peso del 33›3% para cada una. Esto significa que el cruce de las dos variables anteriores que conforman la vulnerabilidad conjunta (susceptibilidad + exposición) supone un peso del 66›6% frente al 33›3% de la resiliencia. De esta manera se obtiene la vulnerabilidad global (figura 4).

Figura 3: Metodología para la obtención de la vulnerabilidad global.



Elaboración propia

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Peligrosidad

A partir de metodología seguida se ha llegado a la conclusión de que la crecida del 22 de agosto de 2008 fue de carácter extraordinario, con un carácter de avenida (flash-flood). A pesar de no tener fuentes estadísticas, el período de retorno se ha estimado en mayor a 50 años.

Con el estudio geomorfológico se ha establecido una relación directa entre la morfología fluvial y la frecuencia e intensidad de las crecidas. Esta relación ha dado como resultado que el cauce del río coincidiría con la zona de alta peligrosidad, seguida de la orilla que comprendería la zona de media peligrosidad y, finalmente, la llanura de inundación que correspondería a la baja peligrosidad. De esta manera se han delimitado las zonas de distinta peligrosidad.

A pesar de la estrecha relación entre la geomorfología y la peligrosidad de inundación no se ha podido fechar los períodos de retorno correspondiente, ya que se requiere de más información, sobre todo estadística, para determinar de una forma más fiable y consistente éstos periodos de retorno. El vacío de información en este aspecto marca la determinación de la peligrosidad. De esta manera, se hace difícil establecer una correspondencia de nuestros resultados

con la realidad. La falta de estudios de inundabilidad a esta escala de detalle y para esta zona, no permite comparar los resultados obtenidos, así que el presente trabajo se puede considerar una aportación al conocimiento de este entorno de la riera de Margançol.

4.2. Vulnerabilidad

Una vez cruzadas las tres variables en que se ha considerado la vulnerabilidad (vulnerabilidad intrínseca, vulnerabilidad física y capacidad de adaptación) los resultados se han resumido en dos categorías: la Vulnerabilidad Media y la Vulnerabilidad Baja. El conjunto de elementos patrimoniales inventariados que han resultado de vulnerabilidad media son: las infraestructuras de comunicación viaria, como los vados a nivel de río, así como los azudes o presas de los molinos. Los elementos que han resultado de vulnerabilidad baja son: las infraestructuras de servicios como, el canal de captación de agua, la tubería de transporte y los depósitos de sedimentación, así como también los antiguos molinos harineros. En la categoría de vulnerabilidad alta no ha sido catalogado ningún elemento ya que los resultados han determinado la tendencia a una vulnerabilidad media-baja de los elementos patrimoniales. Los resultados obtenidos se ajustan bastante a las hipótesis de partida, ya que, los elementos patrimoniales no se esperaban muy vulnerables, ni por exposición, ni por capacidad de adaptación, principalmente.

Cabe decir que los azudes son los únicos elementos que de momento no se ha restaurado, y por tanto, actualmente están en ruinas. Esto se podría explicar por la capacidad económica o interés del propietario (privado), principalmente, pero también podría se debe a las políticas de gestión que recaen en el Dominio Público Hidráulico administradas por la ACA.

Los elementos de titularidad pública, como las infraestructuras de servicios o comunicaciones viarias del entorno fluvial, fueron restaurados con gran rapidez después de la riada, lo que hace pensar en la buena capacidad de adaptación, y la consecuente disminución de la vulnerabilidad de los elementos patrimoniales de titularidad pública.

Hay que decir que el criterio de titularidad genera cierta incertidumbre en cuanto a su condicionamiento (negativo o positivo) a la vulnerabilidad, debido a que el estado de conservación es bueno y la vulnerabilidad de los molinos (de titularidad privada) es baja según los resultados obtenidos, así que no se observa ninguna tendencia clara de la influencia de este criterio sobre la vulnerabilidad. Se ha considerado la capacidad de adaptación, pues, estrictamente como la capacidad económica y de mecanismos administrativos para regenerar o restaurar un elemento patrimonial. No se ha detectado una influencia sustancial entre los elementos de titularidad pública y privada en cuanto a la vulnerabilidad intrínse-

ca. Por tanto, se propone revisar y tener en cuenta este hecho para otros estudios en esta línea de investigación.

Los otros criterios establecidos, tanto en la vulnerabilidad intrínseca como en la física, parecen aportar una información consistente de esta condición social del riesgo.

Se han ponderado los criterios de capacidad de adaptación para dar más importancia a aquellos factores que influyen sobre la resiliencia de forma más marcada. Por tanto, se ha considerado, principalmente, los criterios de ayudas económicas institucionales, seguido de los sistemas de prevención de situaciones de riesgo, y los sistemas de alerta. La ponderación de éstos se ha hecho en función del impacto directo en el entorno a corto plazo, como son, en general, las aportaciones económicas públicas.

Se deberían considerar otros muchos factores como la educación, o el conocimiento del riesgo por parte de la población, pero no se ha tenido en cuenta en este estudio.

4.3. Valoración general

Respecto a la metodología empleada para el estudio del riesgo de inundaciones en el río Margançol, y el de la crecida extraordinaria del 22 de agosto del 2008, no se han encontrado precedentes en la bibliografía consultada. Se trata de una metodología que integra información de diversos ámbitos, sistema poco utilizado para abordar un estudio de caso como el presente. En este sentido, es pues una metodología relativamente novedosa, ya que ha sido poco utilizada en estudios de riesgo de inundación para cuencas pequeñas de montaña. La metodología se ha inspirado en el trabajo de Ribera et al. (2003) aplicado a la evaluación de la vulnerabilidad y la integración de parte de los factores que la conforman del patrimonio fluvial del río Margançol, la cual ha sido satisfactoria para el cumplimiento de los objetivos planteados.

Por otra parte, se deberían realizar estudios de investigación profundizando con esta metodología y escala de trabajo, a fin de evaluar su funcionalidad y fiabilidad de resultados.

Se ha procurado la integración de diferentes variables, lo que da a esta metodología una posibilidad de uso en una amplia variedad de condiciones y factores que influyen sobre la determinación del riesgo. Además, esta variedad de factores son de diferente naturaleza. Como se ha visto, se integran factores relacionados con el estado físico de conservación o la titularidad, como por otra parte factores sociopolíticos como serían las ayudas económicas suprainstitucionales, entre otros. De esta manera se otorga un carácter integral y multidisciplinar a la metodología de estudio utilizada.

Esta variedad de factores supone un reto de integración, por la gran dificultad que representa combinar indicadores cualitativos de diferente naturaleza, como los empleados en este estudio. Una mala integración puede conducir a una distorsión de los resultados o a una difícil interpretación de los mismos. Por lo tanto, se debe tener en cuenta para la correcta valoración de las condiciones y de su interpretación.

Las escalas de trabajo, tanto a nivel de cuenca como de detalle del tramo del río Margançol, han sido adecuadas para la cuestión de estudio. Hay que decir, que la escala de detalle requiere un trabajo de campo indispensable que supone una limitación de alcance territorial.

La dualidad de escalas de trabajo ha aportado diferentes perspectivas, en concreto la escala regional, que ha sido fundamental para la comprensión de los fenómenos a escala de detalle.

Cabe mencionar el vacío de información que tiene la cuenca del río Margançol. Por un lado no existe ninguna estación de carácter oficial del SMC dentro de ella, lo que no permite realizar un estudio hidrológico y estadístico. Por otra parte, la dificultad de acceso, el coste de los procesos administrativos para la obtención de más información detallada de estación de aforo, no han permitido un estudio más técnico en la definición del peligro de inundación. En cuanto al archivo municipal, no se dispone de ningún documento que haya aportado información, tanto de avenidas históricas, como de registros de inundaciones en cualquier tipo de documento. Principalmente se debe a la pérdida o quema de archivos en los periodos de la guerra civil del siglo pasado.

Por tanto, se valoran positivamente los resultados obtenidos a través de este método, pero es cierto que requiere de estudios más profundos en la cuestión para precisar los resultados.

El método aplicado puede servir para inspirar otros estudios de investigación en el ámbito de las inundaciones y crecidas en el contexto de cuencas pequeñas de ámbitos rurales de montaña. Esto contribuiría a la discusión de elementos o variables que se deben evaluaren trabajos en esta área de investigación.

Este estudio puede ser un punto de partida para otros relacionados con el riesgo de inundación en la cuenca del río Margançol y la vulnerabilidad de sus elementos patrimoniales, o también en otras cuencas de características similares. Salvando las dificultades y los vacíos de información que han condicionado este trabajo, los resultados pueden facilitar estudios en esta línea para profundizar en la vulnerabilidad del patrimonio, o también en la aportación de metodologías para la zonificación de la peligrosidad de inundaciones basadas en la geomorfología.

Es por ello que la aproximación al riesgo realizada en este trabajo puede aportar también información al planeamiento territorial, en un contexto de

cuencas fluviales pequeñas de ámbito rural y de montaña. La importancia del planeamiento para el desarrollo local de estas zonas de montaña es fundamental, por lo que se entiende que la información que se aporta en este estudio puede contribuir a la ordenación de este territorio. Los resultados obtenidos, y la delimitación de la peligrosidad y vulnerabilidad, pueden servir como una primera herramienta de planeamiento de esta área. La cartografía podría ser un punto de partida, o los inventarios de los elementos patrimoniales respecto a su vulnerabilidad. También el informe que se extrae de los efectos de la riada contribuyen a tener un registro, en este caso muy detallado, los episodios de crecidas, y de este modo, aportar información para una futura base de datos de episodios de crecidas.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo ha tratado de hacer una aproximación al riesgo de inundaciones mediante la evaluación de la peligrosidad y la vulnerabilidad de un tramo de la Riera de Margançol. Además, la reconstrucción de la riada del 22 de agosto del 2008 ha servido para completar la estimación del riesgo de inundaciones en esta cuenca.

Se concluye que se ha hecho un análisis integral y multidisciplinar de la cuestión de estudio. Además, se ha creado una metodología propia, a partir de otros trabajos, y referencias bibliográficas que puede servir para futuros estudios. La introducción de los SIG ha sido fundamental para abordar el riesgo de inundaciones por crecidas lo que ha permitido integrar información de carácter físico de la cuenca y ha facilitado una gestión ágil de las bases de datos.

Se ha podido realizar una aproximación al riesgo de inundaciones en la cuenca del Margançol gracias al análisis de la peligrosidad y de la vulnerabilidad, integrando una variedad de factores que afectan al riesgo por inundaciones. La reconstrucción de la riada del 22 de agosto de 2008 se ha podido realizar a partir de una metodología propia, con un trabajo de campo riguroso que ha permitido encontrar datos bastante precisos sobre este episodio concreto. Esta información ha resultado básica para aproximar el riesgo de inundaciones.

Como conclusión se puede decir que, si bien algunos elementos patrimoniales situados en las inmediaciones de la riera tienen una vulnerabilidad conjunta alta como resultado de su susceptibilidad y exposición, la vulnerabilidad global se considera media o baja debido a la adaptación de la sociedad de esta zona a este riesgo. Así, la organización de las administraciones locales y supramunicipales y la adaptación al medio de sus habitantes, permite una reducción del riesgo considerable como se ha comprobado en los resultados de la vulnerabilidad global.

Finalmente, la elaboración de cartografía sobre la representación de los fenómenos ligados al riesgo de inundaciones y de las crecidas espera contribuir al conocimiento de este entorno para conservarlo y puede servir para incrementar sus potencialidades hacia un desarrollo sostenible del territorio.

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Libros

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

Diez Herrero, A. Laín Huerta, L. y Llorente Isidro, M. (2009) ***A handbook on flood hazard mapping methologies.*** Madrid: Spanish Geological Survey. 190 pp.

Ribera, Ll., Ribas, A. y Saurí, D. (2003): «Mapping the vulnerability of cultural heritage to the flood hazard in the Fluvià river basin (Catalonia)» en Thorndtcraft, V. R.; Benito, G.; Barriendos, M.; Llasat, M. C. (edits.), ***Palaeofloods, Historical Data & Climate Variability. Applications in Flood Risk Assessment***, Barcelona, CSIC, pp. 347-352.

Panareda, J. M., Rosselló Verger, V. M. y Pérez Cueva, A. (1998):. ***Manual de Geografia Física***. 83-89 pp. 2a ed. Publicacions de la Universitat de València.

Porta I Casanellas, J. (1985): «Sòl», en ***Història Natural dels Països Catalans***. Enciclopèdia Catalana, Barcelona, vol.3, p. 273-451.

V.V.A.A. (2912); ***Guía metodológica para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas inundables***. 1ª Edición MMAMRM (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino), 349 pp.

V.V.A.A. (1990): ***Borredà***. Diputació de Barcelona, Ajuntament de Borredà. Primera edició: abril 1990. 329 pp.

6.2. Páginas web

Ajuntament de Borredà. Diputació de Barcelona 2012. URL: http://www.borreda.net/

Associació Catalana d'Observadors Meteorològics. (Gener 2012).URL : http://www.acom.cat/

Agència Catalana de l'Aigua. ACA. 2012. GENCAT. URL: http://aca-web.gencat.cat:80/aca/appmanager/aca/aca?_nfpb=true&_pageLabel=portals_ACA_portal_page_1

Agencia Española de Meterología (AEMET). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Govireno de España 2012. URL: http://www.aemet.es/es/portada

Cartografia geomorfològica de zones inundables. ACA. Abril 2012. GENCAT. Disponible en http://aca-web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca?_nfpb=true&_pageLabel=P120025446120820029652O

Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Ministerio de Fomento. Govierno de España, 2012. URL: http://www.cnig.es/

Centre de Recerca en Ecologia i Aplicacions Forestals (CREAF). Universitat Autònoma de Barcelona. 2012. URL: http://www.creaf.uab.es/cat/index.htm

Centre de terminologia (TERMCAT). 2012. URL: http://www.termcat.cat/es/gvSIG Association. 2012. URL: http://www.gvsig.com/

Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC). Generalitat de Catalunya 2012. URL: http://www.icc.cat/

Infraestructures de Dades Espacials de Catalunya (IDEC). Generalitat de Catalunya 2012. URL: http://www.geoportal-idec.cat/geoportal/cat/

Infraestructuras de Datos Espaciales de España (IDEE). Ministerio de Fomento. Gobierno de España, 2012. URL: http://www.idee.es/

Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya (MCSC). CREAF, Universitat Autònoma de Barcelona. Generalitat de Catalunya 2012. URL: http://www.creaf.uab.es/mcsc/

MuniCat (Municipic i comarques de Catalunya). GENCAT 2012. URL: http://municat.gencat.cat/

Nexus geogràfics. Descàrregues del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya (DMAH), 2012. URL: http://dmah.nexusgeografics.com/

Pla d'Espais Fluvials de Catalunya (PEFCAT). ACA. 2012. GENCAT. URL: http://aca-web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca?_nfpb=true&_pageLabel=P120395446120820048991 8

Servei Meteorològic de Catalunya (SMC). Generalitat de Catalunya, 2012. URL: http://www.meteo.cat/servmet/index.html

6.3. Informes y documentos electrónicos

Avaluació de danys i ajudes demanades. Dijous 28 d'agost de 2008. Blog personal de Joan Roma (Alcalde de Borredà). URL: http://joanromacunill.blogspot.com.es/2008_08_01_archive.html

Cataleg d'Espais d'Interès Natural i paisatgístic de les comarques gironines. Diputació de Girona, 2012. URL: http://www.cilma.cat/wp-content/uploads/Documents%20i%20informes/Cataleg%20espais%20interes%20natural/CEINP%202009%20(D)/cataleg/fitxes/167.pdf

Cartografía geomorfológica de zonas inundables. ACA, 2012. URL: Http://aca-web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca? _nfpb = true & _pageLabel = P120025446120820029652O

Contractació dels serveis de manteniment dels lots territorials de camp del Sistema de Control de l'Aigua en el territori (SICAT) sota gestió de l'Agència Catalana de l'Aigua. ACA 2012. URL: https://contractaciopublica.gencat.cat/ecofin_pscp/AppJava/portalfileretrieving.pscp?reqCode=retrieveFile&docHash=de0a6deca71c618bc3a447350be3a890&fileId=2591098&capId=206317&idTS=2589310

DISPOSICIONS: «GOV/44/2009, de 17 de febrer, d'aprovació del Pla únic d'obres i serveis de Catalunya per a l'any 2009». Departament de la Presidència. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya (DOGC) 5346 – 25.3.2009. (URL: http://municat.gencat.cat/municat/upload/normativa/acord_gov_44_2009.pdf)

Delimitació de zones inundables. ACA. Barcelona. (URL: http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/publicacions/memoria_2004_capitol_09.pdf)

Estudi d'inundabilitat. Modificació Puntual del PGOU per la previsió d'un equipament esportiu de camp de futbol. AGRO90 S.L. 2009. URL: http://www.ddgi.cat/municipis/RiellsiViabrea/poum2/PDF/8-Estudi%20Ambiental/Annex%204-Estudis%20d'inundabilitat/Torrent%20de%20Sant%20Llop/Estudi%20inundabilitat%20sant%20Llop.pdf

Olcina, Jorge. *Prevención de riesgos: Cambio Climático, sequías e inundacions. Panel científico-técnico de seguimiento de la política del agua*. Universidad de Alicante. 2009. URL: http://www.unizar.es/fnca/varios/panel/61.pdf

Pla Sectorial de Cabals de Manteniment de les conques internes de Catalunya. ACA noviembre 2005. GENCAT. URL: http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/planificacio/cabals/pla_sectorial_cabals_de_manteniment_cic.pdf

Sànchez San Román, F. Javier. *Calculo de la Precipitación Neta mediante el método del S.C.S*. Departamento de Geología - Univ. Salamanca (España). 2012. URL: http://hidrologia.usal.es/hidro.htm

Romo Aguilar, María De Lourdes. *Riesgos naturales y vulnerabilidad social en Tijuana,* B.C. Colegio de la Frontera del Noerte, México 1996. URL: http://docencia.colef.mx/system/files/Tesis%20MAIA_Ma%20de%20Lourdes%20Romo%20Aguilar.pdf

Ramirez, D. «*Aiguats (el Catllaràs) i pluviòmetres*». El Temps amb nom i cognoms. Blog de l'equip d'informació meteorològica de TVC. 23/08/2008. URL: http://blogs.ccrtvi.com/index.php?itemid=14972